

# **Universidad de la Patagonia San Juan Bosco**

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud

Sede Comodoro Rivadavia



Tesis de Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental

## **“Distribución de la vegetación en relación al suelo del sitio turístico Faro San Jorge de la ciudad de Comodoro Rivadavia”**

Matías Gimenez

**Directora:** Dra. Mariana Buzzi

**Co-directora:** Esp. Mónica Rack

2024



## Índice

Agradecimientos	2
Resumen	3
1. Introducción	4
2. Objetivos	6
3. Metodología	7
3.1. Área de estudio	7
3.2. Metodología de campo	9
3.2.1. Vegetación	9
3.2.2. Suelo	9
3.3. Metodología de laboratorio	10
3.3.1. Vegetación	10
3.3.2. Suelo	10
3.4. Metodología de gabinete	10
3.4.1. Vegetación	10
3.4.2. Análisis estadístico	12
3.4.3. Cartografía	12
4. Resultados	13
4.1. Vegetación	13
4.1.1. Transectas de vegetación	13
4.1.2. Índices de biodiversidad	16
4.2. Suelo	17
4.2.1. Descripción de los perfiles de los suelos	19
4.3. Análisis estadístico	30
4.3.1. Análisis de correlación	30
4.3.2. Análisis de componentes principales	31
4.4. Cartografía	33
5. Discusión	35
6. Conclusiones	38
7. Bibliografía	39
Anexo I	46
Anexo II	47
Anexo III	48
Anexo IV	51



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, por brindarme la oportunidad de crecer tanto académica como personalmente.

A mi directora Dra. Mariana A. Buzzi y mi codirectora Esp. Mónica Rack, por su paciencia y su dedicación.

A la Esp. Mariana Quezada, por su apoyo y experiencia.

A la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Provincia del Chubut, por otorgarme la beca que financió parcialmente esta tesis.

A la cátedra de Suelos y de Geoquímica del Departamento de Geología, por facilitarme un espacio y equipamiento para desarrollar el trabajo de procesamiento de muestras de suelo.

A mi familia, por creer en mí.

A mis amigos y amigas, por estar ahí.



**Secretaría de  
Ciencia y Tecnología**  
Gobierno del Chubut



## RESUMEN

Este trabajo analizó la distribución de la vegetación en relación con las características del suelo en el sitio turístico Faro San Jorge de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut. El objetivo principal fue caracterizar y estudiar las relaciones existentes entre las comunidades vegetales y las propiedades edáficas del área, utilizando relevamientos de campo, análisis de laboratorio y herramientas de información geográfica. Se realizaron muestreos de vegetación y suelos en nueve puntos representativos, se describieron las propiedades morfológicas y se determinaron las propiedades físicas y químicas de las muestras de suelo. Se midió la cobertura vegetal, suelo desnudo, cobertura por tipo biológico y cobertura por especie a partir de transectas de puntos. Se determinó la diversidad biológica con los índices de Simpson (D), Shannon – Wiever (H') y Pielou (J). Los resultados mostraron que la estepa arbustiva fue la fisonomía dominante, con una cobertura vegetal promedio de 57,72% y con una distribución equitativa de especies en la mayoría de los sitios. La mayoría de los puntos de muestreo presentaron valores de pH moderadamente alcalinos, con textura franco arenosa, pobres en materia orgánica y fueron considerados no salinos por tener valores de conductividad eléctrica menores a 0,9 dS/m. Se identificó una leve correlación positiva entre la conductividad eléctrica del suelo y la cobertura vegetal, sugiriendo una posible adaptación de las especies dominantes a condiciones de salinidad moderada. Se señaló la importancia de estos factores en la estructura y distribución de la vegetación en ecosistemas áridos, se subrayó el valor del área de estudio como referencia para investigaciones futuras y para el desarrollo de estrategias de conservación del paisaje en contextos turísticos y de interés histórico.



## 1. INTRODUCCIÓN

El turismo sustentable se ha convertido en una prioridad para muchas localidades alrededor del mundo y la ciudad de Comodoro Rivadavia, ubicada en la Patagonia Argentina no es la excepción. Con el objetivo de posicionar a esta ciudad como un destino turístico de referencia a nivel nacional e internacional, y alineándola con los Objetivos del Desarrollo Sostenible, se ha implementado el Plan Pioneros 2030 que fue impulsado por la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y busca promover el turismo sustentable y aprovechar las economías regionales a través del consumo de bienes y servicios (Plan Pioneros 2030, 2021).

El Faro San Jorge es un bien patrimonial histórico donde confluyen armónicamente la recreación y el turismo. Este atractivo patagónico recibe visitantes locales y extranjeros, destacándose por la preservación de su entorno natural y por el valor cultural e histórico de su ubicación en la costa patagónica. De esta manera, se posiciona como un lugar donde la naturaleza y la historia se abrazan en un atractivo turístico innegable (Cámara de Diputados de la Nación, 2005). El área del Faro San Jorge, de gran atractivo por su estado de conservación y biodiversidad supone, más allá de las ambiciones turísticas, la superposición y la convivencia de actividades económicas (pesca, minería, industria) lo cual determina distintas presiones en el ambiente; y por ello resulta necesario un pronto control y regularización de los impactos ambientales generados (IGN, 2012). En este sentido, el municipio de Comodoro Rivadavia ha tomado la decisión estratégica de diversificar su matriz productiva para evitar, en el futuro, la dependencia exclusiva de un único sector económico (el petrolero) y para ello definió al turismo como una de sus alternativas de desarrollo futuro (Plan Pioneros 2030, 2021).

El conocimiento de las comunidades vegetales que ocupan un paisaje y su distribución constituyen uno de los fundamentos básicos para desarrollar estrategias de manejo tendientes a un uso racional y sustentable de los recursos naturales (Valicenti *et. al.*, 2000).

Los segmentos funcionales y tridimensionales de la superficie terrestre tienen su asiento en las geoformas, éstas controlan variaciones en el flujo de energía y materiales y se constituyen en un factor de desarrollo de suelos, tipos de vegetación y organismos (González, 1986).

El suelo es un cuerpo natural que se forma en la intersección de la litósfera, atmósfera, biósfera e hidrósfera, y está compuesto por elementos sólidos, líquidos y gaseosos, tanto orgánicos como inorgánicos. Los sólidos incluyen minerales y materia orgánica proveniente de organismos animales y vegetales. Los elementos más abundantes son el silicio, oxígeno, hierro y aluminio, que combinados dan origen a los minerales del grupo de los silicatos (cuarzo,



arcillas, entre otros). Los gases provienen de la atmósfera y de microorganismos descomponedores. El agua proveniente de las precipitaciones se infiltra en el suelo llevando consigo sales minerales disueltas. La composición del suelo varía según su naturaleza y condiciones ambientales. En suelos de buena calidad, aproximadamente la mitad del volumen es material mineral y humus, y el resto son poros donde circulan el aire y el agua (Tarbuck y Lutgens, 1999).

La formación de un suelo en particular es el resultado de la acción conjunta de procesos físicos, químicos y biológicos sobre el material original, también denominado parental o roca madre. Dichos procesos transforman el material original hasta darle una morfología y propiedades características. Los elementos que componen el suelo se interrelacionan y, como se ha señalado desde la Comisión Europea en 2014, dan lugar a distintos niveles de organización con variaciones espaciales y temporales. Las primeras pueden ser verticales y laterales, mientras que las temporales ocurren en lapsos de horas, estaciones, siglos e incluso milenios. Las variaciones espaciales verticales corresponden a los horizontes o capas, que se distinguen del material original a causa de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia que se desarrollan a lo largo del tiempo, o por su capacidad de soportar plantas en un ambiente natural (Soil Survey Staff, 2017). El tipo, la profundidad y el orden de los horizontes pueden brindar información acerca de los factores formadores del suelo, como el clima, la topografía y el tipo de vegetación (Jenny, 1941; Marion y Schlesinger, 1985; Honeycutt *et. al.*, 1990).

Tanto la textura como otras características físico-químicas de los suelos, imponen restricciones al almacenaje y al movimiento de agua y, por lo tanto, a la oferta de agua para la vegetación (Fernández, 2007). En suelos de textura fina la cantidad de agua retenida tanto a capacidad de campo como en el punto de marchitez permanente es mayor que en suelos de textura gruesa. La diferencia de contenido hídrico entre estas dos medidas, que determina el volumen de agua disponible para las plantas, o agua útil, tiende a ser máxima para suelos finos a francos (Fernández y Trillo, 2005). Por su parte, la acumulación de carbonato de calcio disminuye la conductividad hidráulica y aumenta la retención de humedad (Bestelmeyer *et. al.*, 2006; Gutierrez-Jurado *et. al.*, 2006).

La heterogeneidad de la vegetación se da a una multiplicidad de escalas, desde micrositio a región (Reynolds y Wu, 1999; Bisigato y López Laphitz, 2009). La importancia de distintos factores ambientales como responsables de esa heterogeneidad varía entre estas escalas (Wu, 1999). En la escala de paisaje, la heterogeneidad vegetal suele estar determinada por la diferenciación de comunidades a través de gradientes ambientales asociados



al relieve topográfico (Gibson y Hulbert, 1987; Milchunas *et. al.*, 1989), el régimen de drenaje (Dix y Smeins, 1967), las propiedades fisicoquímicas del suelo (Belsky, 1988) o combinaciones complejas de esas variables (Schimel *et. al.*, 1985; Perelman *et. al.*, 2001). La heterogeneidad de las especies vegetales a nivel regional refleja las restricciones que imponen las características climáticas, topográficas y edáficas (Paruelo *et. al.*, 2007). Las estepas herbáceas caracterizan las porciones más húmedas de la región, las cuales están dominadas por el género *Festuca*, acompañadas por otras herbáceas, altamente preferidas por los herbívoros. En algunas áreas de la estepa, los arbustos parecen ser indicadores de degradación por sobrepastoreo (*Azorella prolifera*, *Senecio filaginoides* y *Acaena splendens*) (León y Aguiar, 1985; Bertiller *et. al.*, 1995). Los gradientes ambientales que surgen de la combinación de estos factores dentro de un área frecuentemente explican el patrón espacial observado en la vegetación (Chaneton, 2005; Davies *et. al.*, 2007). A su vez, el rol que cumplan los factores ambientales sobre el patrón de la vegetación dependerá tanto de la escala como del ensamble de especies bajo estudio (Sebastiá, 2004). La descripción de esta heterogeneidad puede generar hipótesis acerca de cuáles son las variables ambientales que definen la estructura espacial y la dinámica de las comunidades vegetales (Watt, 1947; Camarero *et. al.*, 2000; Liebhold y Gurevitch, 2002).

La distribución del agua y sedimentos a lo largo del relieve, así como la heterogeneidad del paisaje son definidas por la geomorfología y determinan la distribución de las comunidades vegetales en el paisaje (McAuliffe, 1994; Wondzell *et. al.*, 1996). Asimismo, las plantas de ecosistemas áridos y semiáridos están expuestas a fluctuaciones severas de agua disponible en el suelo, impulsadas por la estacionalidad de las precipitaciones y evapotranspiración (Schwinning *et. al.*, 2005). A nivel regional, los procesos fisiológicos en las especies arbustivas de la Patagonia están influenciados, junto con otros factores, por la baja disponibilidad de agua en el suelo durante los periodos en los que la temperatura es favorable para el crecimiento (Soriano y Sala, 1983; Austin y Sala, 2002; Bucci *et. al.*, 2009). Pequeñas diferencias en factores ambientales como la radiación solar y el viento, que afectan la disponibilidad de agua y la temperatura, y que son consecuencia de la topografía, pueden causar cambios significativos en las características funcionales de la vegetación.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Caracterizar y analizar las relaciones existentes entre el suelo y la distribución de las comunidades vegetales en el sitio turístico Faro San Jorge de la ciudad de Comodoro Rivadavia.



## 2.2. Objetivos particulares

- a) Elaborar un mapa de cobertura vegetal total en función de los estratos de vegetación identificados en campo.
- b) Elaborar un mapa de suelos en función de las propiedades químicas determinadas que permita identificar la relación suelo – planta.

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Área de estudio

El área seleccionada para desarrollar el presente trabajo es el sitio turístico Faro San Jorge, el cual se ubica a 17 km del centro de la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut, y en el centro mismo del Golfo San Jorge (Fig. 1).

El clima de la región corresponde al de la Patagonia extraandina, siendo seco y árido con vientos regulares a fuertes proveniente del cuadrante oeste (Sciutto, 2000). Las temperaturas promedio registradas en el período 1963-2017 son las siguientes: media anual con 13,5° C, promedio más baja correspondiente al mes de julio con 6,6° C, y más alta en enero con 19,4° C. Las precipitaciones promedio anuales son de 244,8 mm, media mensual de 20 mm, con máximos de precipitación media mensual en el mes de mayo (Martinez, 2022).

El área de estudio se encuentra en el Distrito del Golfo San Jorge, que pertenece a la Provincia Fitogeográfica Patagónica y fue definido de esta manera por Soriano (1956). De acuerdo a Oyarzabal *et. al.* (2018), la unidad está definida como estepa arbustiva alta y gramíneo arbustiva. La vegetación de esta unidad incluye dos tipos fisonómicos principales (Cabrera 1976; León *et al.* 1998). En las laderas de las mesetas que se orientan al Golfo San Jorge se encuentran estepas arbustivas altas dominadas por *Colliguaja integerrima* y están acompañadas por *Senecio filaginoides*, *Grindelia chiloensis*, *Baccharis darwinii*, *Nassauvia ulicina* y los pastos *Pappostipa humilis*, *Poa lanuginosa*, *Poa ligularis* o *Festuca argentina*. Por otro lado, en las áreas planas y elevadas de las mesetas aparecen estepas de gramíneas con arbustos dispersos, con una cobertura de 80%. Las gramíneas dominantes son *Festuca pallescens*, *Festuca argentina* y *Pappostipa speciosa*, con los arbustos *Senecio filaginoides*, *Nardophyllum bryoides*, *Mulinum spinosum*, *Adesmia volckmannii*, *Junellia thymifolia* y *Acaena platyacantha*, entre otros (León *et. al.*, 1998; Bertolami *et al.*, 2008).

Los paisajes más característicos de la parte árida de la Patagonia son las mesetas. Estas mesetas disminuyen en altura desde la cordillera hacia la costa atlántica y generalmente están cubiertas por rocas basálticas, producto de

erupciones volcánicas durante el Cenozoico, o por rodados patagónicos, fragmentos de roca redondeados por la erosión hídrica producto del transporte por agua en eventos de deshielo. Geomorfológicamente, la ladera oriental de la Pampa del Castillo se define como un relieve estructural disectado de elevada pendiente (Sciutto *et. al.*, 2000). Esta gran unidad es básicamente una geoforma de erosión labrada sobre rocas sedimentarias cenozoicas, que dan origen a varias unidades geomorfológicas de menor extensión. En el sitio de estudio en particular, el Faro San Jorge se dispone sobre relictos de pedimentos y terrazas fluviales (Hirtz *et. al.*, 1999), que conforman las planicies elevadas de mayor altura en los alrededores.

Nueve de los doce órdenes taxonómicos de suelos están presentes en la Patagonia (del Valle, 1998). Dos de ellas son fuertemente dominantes: Aridisoles (50%) y Entisoles (22%). El déficit hídrico es la característica principal que define a los Aridisoles, ya que son suelos de regiones áridas, principalmente desiertos. Los Entisoles son suelos que presentan poca o nula evidencia de desarrollo de perfil (Gaitán *et. al.*, 2021).

Existen algunas locaciones abandonadas en el área de estudio, relacionadas con la actividad petrolera pasada y varias en actividad, pertenecientes a la Compañía Argentina de Comodoro Rivadavia, operada por CRI Holding. El paisaje se ve dominado por la presencia de líneas sísmicas, ductos, pozos productivos y en desuso entre otras locaciones petroleras (Raimondo, 2010).



Figura 1. Delimitación del área de estudio.



## 3.2. Metodología de campo

Durante la etapa preliminar del relevamiento de campo y se efectuó un reconocimiento visual. Se georreferenciaron ubicaciones puntuales y zonas relevantes con un GPS para corroborar con imágenes satelitales en gabinete.

### 3.2.1. Vegetación

Para la descripción de la flora de los sitios representativos del área de estudio, se definieron nueve puntos de muestreo georreferenciados, los cuales fueron identificados previamente en un trabajo de gabinete, y seleccionados de acuerdo a su cercanía con los puntos de muestreo de suelo, y a los tipos de fisonomía. Se implementó el Método *de Line Intercept* o Transecta de puntos (Candfield, 1941; Evans y Love, 1957; Daget y Poissonet, 1971) de 30 m, donde se llevó a cabo un registro por cada metro. A través de este método se midió la cobertura vegetal, suelo desnudo y cobertura por tipo biológico y cobertura por especie. Además, se midieron diversas variables ambientales, tanto geográficas como topográficas. Las variables geográficas fueron latitud, longitud y altura sobre el nivel del mar, mientras que las topográficas consistieron en la exposición relativa al sol y la pendiente. También se realizó una parcela o cuadrante de 16 m<sup>2</sup>, que se ubicó en el punto central de cada transecta. En cada una de las parcelas se registraron las especies presentes, el número de individuos y se evaluó visualmente el área relativa cubierta por las diferentes especies. Además, se efectuó un listado florístico para cada punto de muestreo.

### 3.2.2. Suelo

Se realizaron seis calicatas, cuyos sitios fueron seleccionados previamente en función del relieve identificado a partir de imágenes satelitales y observaciones en campo, con el objeto de describir los perfiles de suelo asociados a cada uno de los sitios. Se tomaron muestras simples por horizonte en cada calicata, y se realizó la caracterización morfológica en campo. En tres casos se extrajeron muestras compuestas en los primeros 15 cm de suelo coincidentes con transectas de vegetación.

Se utilizaron las normas IRAM sobre Calidad Ambiental – Calidad del suelo como guía de base para los muestreos, y los perfiles fueron clasificados según el Soil Survey Staff (1999).



### **3.3. Metodología de laboratorio**

#### **3.3.1. Vegetación**

Los ejemplares colectados en campo fueron herborizados y se validaron mediante el “Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Zuloaga y Morrone, 1996) y la “Flora del Cono Sur” del Instituto de Botánica Darwinion. Posteriormente, fueron depositados en el Herbario Regional Patagónico para su determinación. En el Anexo I, se presenta el listado completo de las especies, detallando la familia y el índice PlaneAr de cada una.

#### **3.3.2. Suelo**

Tanto las muestras extraídas de cada horizonte como las muestras compuestas superficiales se colocaron en bandejas, fueron secadas al aire y pasadas a través de un tamiz de 2 mm de abertura de malla. La fracción de suelo menor a 2 mm fue utilizada para las determinaciones analíticas. Se separó la fracción mayor a 2 mm (gravas) y se calculó su porcentaje en peso. A cada muestra se le realizaron las siguientes determinaciones analíticas en el Laboratorio de Suelos del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud – UNPSJB: pH en agua (1:2.5) por vía potenciométrica (Bailey, 1943) y conductividad eléctrica (Allison *et. al.*, 1980). Los equipos utilizados fueron un phmetro marca Altronix modelo TPA-V y un conductivímetro marca Oakton modelo CON 11. Para la determinación de textura (Bouyoucos, 1927) y materia orgánica por oxidación húmeda (Walkley y Black, 1934) las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos del CIEFAP - UNPSJB. En el caso de la materia orgánica se determinó solo en los horizontes superficiales ya que es el horizonte que más contenido presenta.

Para interpretar la calidad del suelo, los resultados de las propiedades químicas y físicas del suelo se compararon con los estándares establecidos en cada una de las metodologías empleadas, los mismos se indican en el Anexo II.

### **3.4. Metodología de gabinete**

#### **3.4.1. Vegetación**

A partir de los relevamientos en campo se calculó la riqueza de especies y se registraron los individuos de cada una. Se calcularon los índices de riqueza específica, diversidad de Shannon – Weaver (Shannon y Weaver, 1949), dominancia de Simpson (Simpson, 1949) y equitabilidad de Pielou (Pielou, 1975) con el software libre PAST versión 2.15.



La riqueza de especies (S) es el número total de especies en los puntos de muestreo. Es el índice más sencillo, ya que no tiene en cuenta ninguna característica de las especies ni sus abundancias relativas (Pla *et. al.*, 2012).

El índice de Shannon – Weaver (H') tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies en la muestra con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Su fórmula es:

$$H' = - \sum p_i \cdot (\ln p_i)$$

Donde:

H: es el índice de Shannon – Weaver.

$p_i$ : es la proporción de individuos de la i-ésima especie.

El índice de diversidad de Simpson considera la probabilidad de que dos individuos de la población seleccionada al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o números de individuos por especie. Este índice muestra resultados entre cero y uno, en el cual los valores cercanos a uno explican la dominancia de una especie por sobre la demás, por lo que son ecosistemas más homogéneos. Su expresión es:

$$D_{Si} = \sum (p_i^2)$$

Donde:

$D_{Si}$ : índice de Simpson.

$P_i$ : proporción de individuos de la i-ésima especie.

El índice de Pielou (J') se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies (Moreno, 2001).

$$J' = H'/H'_{\max}$$

Donde:

H' = Índice de Shannon – Weaver

$H'_{\max}$  = Valor máximo que podría asumir H' si los individuos tuvieran igual proporción. Equivale al logaritmo natural del número de especies de la muestra.



### 3.4.2. Análisis estadístico

Se realizaron análisis estadísticos multivariados (Sokal y Rohlf, 1979), tales como análisis de correlación y Análisis de Componentes Principales (ACP).

El análisis de correlación se realizó utilizando las variables de conductividad eléctrica y cobertura vegetal total. Se generó un gráfico de dispersión, lo que permitió visualizar la relación entre las variables. El ACP fue confeccionado para reducir la dimensionalidad del conjunto de datos y visualizar las relaciones entre las variables, las cuales fueron pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, arcilla, limo y arena.

Estos análisis se utilizan para resumir conjuntos de datos en variables nuevas construidas como transformaciones de las originales, con mínima pérdida de información. La técnica del ACP propuesta por Pearson (1901) permite identificar las variables que explican la mayor parte de la variabilidad total contenida en los datos, explorar las correlaciones entre variables y reducir la dimensión del análisis al combinar las variables en nuevos índices (variables sintéticas); cada una de estas nuevas variables sintéticas es denominada componente principal (CP) (Luna, 2017).

Las variables utilizadas fueron las obtenidas como resultado de los muestreos en campo y las determinaciones en el laboratorio. Estos análisis fueron llevados a cabo con el software de código abierto *RStudio*.

### 3.4.3. Cartografía

Se aplicaron los criterios utilizados para la interpretación visual de imágenes satelitales disponibles en *Google Earth*. Estos se clasifican en: espectral (tono y color) espacial simple (textura, tamaño y forma) y complejo (sombras, localización, patrón espacial) y temporal (condiciones estacionales) (Chuvienco, 2010). A partir de esto, se realizó una delimitación preliminar de las unidades de vegetación y sectores del área de estudio con diferencias topográficas que delimitaban potenciales áreas para el muestreo o realización de calicatas. Estas áreas fueron verificadas y ajustadas según los relevamientos realizados en campo.

Se elaboraron tres mapas con el programa de licencia libre y código abierto *QGIS* v. 3.22 (QGIS Development Team, 2022). Los mapas que se confeccionaron y acompañan el presente trabajo son el Mapa 1, donde se delimitan los diferentes estratos de vegetación, calicatas y transectas dentro del área de estudio. El Mapa 2 y Mapa 3, que muestran los valores promedio de pH y conductividad eléctrica de cada punto de muestreo, respectivamente.



## 4. RESULTADOS

### 4.1. Vegetación

En el área del Faro San Jorge, la fisonomía predominante es estepa arbustiva, siendo éste el tipo de vegetación predominante en 15 de los 19 censos realizados. Se identificaron un total de 35 especies vegetales (Anexo I) en el área de estudio. Las especies más abundantes fueron *Colliguaja integerrima*, *Chuquiraga avellanadae* y *Pappostipa humilis*. El promedio de cobertura vegetal fue del 57,72%, alcanzando un máximo de cobertura vegetal de 76,70% en la transecta T13. El porcentaje de cobertura promedio de las especies arbustivas fue del 40,87%, mientras que el de gramíneas o hierbas perennes, y subarbustivas fue del 11,57% y 5,43%, respectivamente.

A continuación, se detallan las transectas cuya información se encuentra en el Anexo III y que están asociadas a las calicatas realizadas en el área de estudio, las cuales son descriptas en el Anexo IV.

#### 4.1.1. Transectas de vegetación

Transecta 1. Asociada a perfil de suelo 5.

Está ubicada en las coordenadas 45° 46' 55,06" S; 67° 22' 58,23" O y su fisonomía es estepa arbustiva, compuesta principalmente por *Colliguaja integerrima*, *Neltuma denudans* y *Atriplex lampa*. Las especies arbustivas acompañantes son *Mulguraea ligustrina*, y *Lycium chilense*, mientras que las hierbas perennes son *Nassella tenuis* y *Jarava* sp., con valores de cobertura que varían entre 6,70 y 13,30% de cobertura.

La cobertura vegetal de la transecta 1 es del 50%, de los cuales el 40% son especies arbustivas, mientras que el 10% son hierbas perennes.

Transecta 3. Asociada a perfil de suelo 2.

Está geoposicionada en las coordenadas 45° 46' 46,26" S; 67° 22' 59,81" O. La fisonomía de esta transecta es estepa arbustiva, y la cobertura vegetal es de 70%. El 66,70% de las especies registradas son arbustos, mientras que el 3,30% restante son hierbas perennes. Las principales especies arbustivas son *Colliguaja integerrima*, *Mulguraea ligustrina* y *Berberis microphylla*.

Transecta 5. Asociada a muestra superficial N° 5.

Se encuentra en las coordenadas 45° 46' 45,0" S; 67° 23' 05,6" O. La fisonomía de esta transecta es estepa gramínea arbustiva, cuya cobertura vegetal es del 36,70%. El 20% de la cobertura vegetal total está compuesta por especies de gramíneas, mientras que el 10% y el 6,70% restante son especies de arbustos y subarbustos, respectivamente. Las especies de hierbas perennes



registradas en esta transecta fueron *Pappostipa humilis*, *Nassella tenuis* y *Jarava neaei*. Las especies arbustivas y subarbustivas son *Baccharis darwinii*, *Mulgurea ligustrina* y *Atriplex lampa*.

Transecta 7. Asociada a perfil de suelo 4.

Esta transecta se encuentra en las coordenadas 45° 46' 45,93" S; 67° 22' 55,74" O y su fisonomía es estepa arbustiva graminosa y la cobertura vegetal es del 50%. El 26,60% son especies arbustivas, el 16,70% son hierbas perennes, y las especies subarbustivas y herbáceas representan el 3,30% cada una.

Las especies más representativas de la transecta 7 son *Chuquiraga avellanadae*, *Mulgurea ligustrina*, *Pappostipa humilis* y *Nassella tenuis*. Las especies que las acompañan a éstas son *Menodora robusta*, *Senecio filaginoides*, *Lycium chilense* y *Amsinckia* sp. En esta transecta se obtuvo la mayor riqueza encontrándose 9 especies.

Transecta 10. Asociada a perfil de suelo 6.

Está en las coordenadas 45° 46' 55,59" S; 67° 22' 51,37" O y su exposición es sudeste. La cobertura vegetal es de 43,30% y su fisonomía es estepa arbustiva. El 36,60% de la cobertura vegetal está compuesta por arbustos, mientras que el 6,70% son hierbas perennes. No se registraron especies de subarbustos ni hierbas. La especie dominante es *Chuquiraga avellanadae*, seguida de *Colliguaja integerrima*, *Jarava neaei* y *Acantholippia seriphioides*.

Transecta 11. Asociada a perfil de suelo 3.

Está ubicada en las coordenadas 45° 46' 27,20" S; 67° 22' 50,0" O y la fisonomía es estepa arbustiva. La cobertura vegetal es del 70%. El 46,7% de la cobertura vegetal está compuesta por especies arbustivas, las hierbas perennes representan el 10% de la cobertura, y las hierbas y subarbustivas el 6,60% respectivamente. Está compuesta principalmente por individuos del arbusto *Nassauvia ulicina*, que representan el 30% de la cobertura vegetal total. Esta especie es acompañada por *Jarava neaei*, *Chuquiraga avellanadae*, *Mulgurea ligustrina*, *Acaena* sp, *Baccharis darwinii*, *Perezia recurvata* y *Menodora robusta*.

Transecta 12. Asociada a muestra superficial N° 12.

La transecta 12 se posiciona en las coordenadas 45° 46' 39,43" S; 67° 22' 45,88" O, la cobertura vegetal es del 60% y se la definió como estepa arbustiva. La cobertura de especies arbustivas fue del 33,30%, la de hierbas perennes el 20%, y la de subarbustivas 6,7%. No se observaron hierbas. *Atriplex lampa* fue la especie dominante, seguida por *Baccharis darwinii*, *Mulgurea ligustrina*, *Senecio filaginoides* y *Lycium chilense*. Las especies de

hierbas perennes más representativas fueron *Pappostipa humilis* y *Nassella tenuis*.

Transecta 13. Asociada a perfil de suelo 1.

Este punto de muestreo se ubica en las coordenadas 45° 46' 37,45" S; 67° 22' 52,00" O. Su fisonomía es estepa arbustiva con una cobertura vegetal total del 76,70%, siendo la transecta que presentó la mayor cobertura. Las especies arbustivas representan el 56,70% de la cobertura vegetal de la transecta 13, mientras que las hierbas perennes y las subarbustivas el 20% y el 3,30%, respectivamente. La vegetación de este punto de muestreo está representada principalmente por *Colliguaja integerrima*, *Jarava neaei*, y *Chuquiraga avellanadae*, y son acompañadas por *Senecio filaginoides*, *Atriplex lampa* y *Grindelia chilensis*.

Transecta 16. Asociada a muestra superficial N° 16.

Se encuentra en las coordenadas 45° 46' 51,40" S; 67° 22' 51,80" O. La cobertura vegetal total es del 50% y su fisonomía es estepa arbustiva. El 46,60% de la cobertura está compuesta por especies arbustivas, el 3,30% por subarbustivas y no se han registrado especies de hierbas perennes. La especie principal en este punto de muestreo es *Colliguaja integerrima*, y en menor medida, *Acantholippia seriphioides* y *Tetraglochum alatum*. Estas especies son acompañadas por *Baccharis darwinii*, *Mulguraea ligustrina* y *Chuquiraga avellanadae*.



Figura 2. Mapa general del área de estudio con los 19 sitios relevados.



La tabla 1 muestra las asociaciones entre las calicatas realizadas y las transectas de vegetación en el área de estudio, junto con sus respectivas coordenadas geográficas.

Tabla 1. Ubicación de calicatas de suelos y transectas de vegetación.

Sitio	Calicata afectada al sitio	Coordenadas calicata	Transecta asociada a calicata	Coordenadas transecta
1	1	45° 46' 38" S; 67° 22' 54" O	13	45° 46' 37,45" S; 67° 22' 52,00" O
2	2	45° 46' 43,6" S; 67° 22' 59,3" O	3	45° 46' 46,26" S; 67° 22' 59,81" O
3	3	45° 46' 29,42" S; 67° 22' 52,92" O	11	45° 46' 27,20" S; 67° 22' 50,0" O
4	4	45° 46' 44,18 S; 67° 22' 56,21" O	7	45° 46' 45,93" S; 67° 22' 55,74" O
5	5	45° 46' 54,01" S; 67° 23' 1,43" O	1	45° 46' 55,06" S; 67° 22' 58,23" O
6	6	45° 46' 55,33" S; 67° 22' 44,53" O	10	45° 46' 55,59" S; 67° 22' 51,37" O
7	Muestra superficial N° 5	45° 46' 45,0" S; 67° 23' 05,6" O	5	45° 46' 45,0" S; 67° 23' 05,6" O
8	Muestra superficial N° 12	45° 46' 39,43" S; 67° 22' 45,88" O	12	45° 46' 39,43" S; 67° 22' 45,88" O
9	Muestra superficial N° 16	45° 46' 51,40" S; 67° 22' 51,80" O	16	45° 46' 51,40" S; 67° 22' 51,80" O

#### 4.1.2. Índices de biodiversidad

Con respecto a los índices de diversidad, se obtuvo, para el área de estudio, valores promedio de 0,227 para el índice de Dominancia de Simpson, 1,704 para el índice de Shannon – Wiever y 0,885 para el índice de Equitatividad de Pielou. En la tabla 2 se detallan los índices de cada una de las transectas realizadas.

Tabla 2. Índices de biodiversidad.

Transecta	Riqueza (S)	Dominancia Simpson (D)	Shannon (H')	Pielou (J)
1	7	0,17	1,84	0,95
3	7	0,25	1,59	0,82
5	6	0,22	1,64	0,92
7	9	0,14	2,08	0,95
10	6	0,21	1,67	0,93
11	8	0,24	1,72	0,83
12	7	0,19	1,79	0,92
13	6	0,22	1,63	0,91
16	6	0,29	1,49	0,83



El índice de Dominancia Simpson (D) presentó en todas las transectas valores bajos, lo cual implica que la dominancia es reducida. La transecta 16 presentó el valor más elevado del índice de Simpson, debido a que *C. integerrima* tiene una mayor abundancia en comparación con otras especies, lo cual se interpreta como mayor dominancia y una menor diversidad. Esto apoya la idea de que una comunidad vegetal dominada por una o dos especies es considerada menos diversa que otra en la cual todas las especies se hallan representados por similar cantidad de individuos. El índice de Simpson (D) que se obtuvo a partir de la transecta 12 fue de valor medio, observándose, sin embargo, una dominancia de *A. lampa*. El índice de Shannon – Wiever mostró una equidad relativamente baja en todas las transectas, indicando que la cantidad de individuos que posee cada especie en cada transecta es desigual, y por lo tanto presenta una diversidad media. La transecta 7 es la que posee mayor diversidad y riqueza en comparación al resto, mientras que la menos diversa y, por ende, de mayor dominancia fue la transecta 16. En el índice de equitabilidad de Pielou se observaron valores elevados por lo cual todas las especies son igualmente abundantes y diversas.

Estos resultados resaltan la importancia de considerar múltiples índices de biodiversidad para obtener una imagen completa de la estructura de las comunidades biológicas en diferentes áreas o condiciones ambientales. Utilizar varios índices permite identificar matices en la composición y distribución de las especies, proporcionando una visión más detallada de la biodiversidad. El índice de Simpson describe la dominancia de las especies, mientras que el índice de Shannon – Wiever aporta información acerca de la equidad y la distribución de los individuos entre las especies. Asimismo, el índice de Pielou evalúa la uniformidad de la abundancia relativa de las especies proveniente del índice de Shannon – Wiever. De esta manera, la combinación de estos índices en el análisis de la biodiversidad revela detalles acerca de la dinámica ecológica y ayuda a diseñar estrategias de conservación más efectivas y adecuadas a las características específicas de cada comunidad.

## 4.2. Suelo

En la tabla 3 se detallan las principales propiedades físicas y químicas (pH, conductividad eléctrica y clase textural) de los horizontes que componen las seis perfiles o calicatas y las tres muestras compuestas superficiales coincidentes con las transectas de vegetación.

Tabla 3. Propiedades físicas y químicas de las calicatas realizadas.



	<b>Muestra</b>	<b>Horizonte</b>	<b>pH 1:2.5</b>	<b>Conductividad eléctrica (dS/m)</b>	<b>Clase textural</b>	<b>% MO (WyB)</b>
<b>Calicata 1</b>	1	A	7,12	0,47	Franco arenosa	2,9
	2	C1	8,30	0,47	Franca	-
	3	2C2	8,10	2,75	Franco arenosa	-
<b>Calicata 2</b>	4	A1	6,56	0,24	Franco arenosa	1,7
	5	A2	6,33	0,12	Franco arenosa	-
	6	C1	7,76	0,26	Franco arenosa	-
	7	2C2	7,46	0,33	Arcillo arenosa	-
<b>Calicata 3</b>	8	A	9,07	0,15	Franco arenosa	1,5
	9	C1	8,23	0,11	Arenosa franca	-
	10	C2	7,93	0,19	Arenosa franca	-
	11	2C3	7,68	0,41	Franco arcillo arenosa	-
<b>Calicata 4 (corte del terreno)</b>	12	A	7,76	0,14	Franco arenosa	0,7
	13	C	7,82	5,26	Franca	-
<b>Calicata 5</b>	14	A	8,69	0,13	Arenosa franca	0,6
	15	C1	8,36	0,10	Franco arenosa	-
	16	C2	8,07	0,09	Arenosa franca	-
	17	2C3	7,82	0,11	Arenosa franca	-
<b>Calicata 6</b>	18	A	8,06	0,15	Franco arenosa	1,0
	19	C	8,49	0,50	Arcillo arenosa	-
	20	2C2	9,06	0,74	Arcillo arenosa	-
<b>Transecta 5</b>	21	Muestra superficial compuesta	8,72	0,25	Franco arenosa	0,6
<b>Transecta 12</b>	22	Muestra superficial compuesta	8,30	0,15	Arenosa franca	0,9
<b>Transecta 16</b>	23	Muestra superficial compuesta	8,23	0,10	Arenosa franca	0,7

#### 4.2.1. Descripción de los perfiles de los suelos

## Perfil 1

El perfil 1 (Fig. 3) está ubicado en las coordenadas 45° 46' 38" S; 67° 22' 54" O, con exposición al noreste. El material originario es del tipo eólico, se encuentra bien drenado y la geomorfología corresponde a relictos de pedimento (Fig. 2).



Figura 3. Vista general del área de la cual se realizó la calicata 1.

El horizonte A, de textura franco arenosa, tiene una profundidad de 7 cm, posee un color pardo (10 YR 5/3 en seco y 10 YR 4/3 en húmedo) con un límite difuso y plano y una estructura en bloques subangulares medios débiles (Fig 4). De acuerdo al valor de pH, este horizonte es neutro. Las raíces presentes en este horizonte son pocas, finas a medias, con un contenido de materia orgánica medianamente pobre. Continúa un horizonte C1 de textura franca y 14 cm de espesor, también de color pardo en seco (10 YR 5/3) y pardo oscuro en húmedo (10 YR 3/3). Posee estructura de bloques subangulares gruesos moderados, de consistencia friable y adhesivo. Este horizonte es medianamente alcalino de acuerdo al valor de pH. Se observan menor cantidad de raíces en este horizonte, y de menor grosor que en el horizonte superior. A partir de los 21 cm de profundidad, se encuentra el horizonte 2C2, que presenta una textura franco arenosa, con color pardo pálido en seco (10 YR 6/3) y pardo en húmedo (10 YR 4/3). La estructura de este horizonte es en bloques subangulares medios fuertes. El pH continúa siendo moderadamente alcalino. Se observaron abundantes venillas de carbonato a lo largo de este horizonte. No se observaron fragmentos gruesos en este perfil. El horizonte 2C2 registra un valor de conductividad eléctrica mayor a 0,9 dS/cm, por lo que se considera que se trata de un suelo salino, destacándose que en el resto de los horizontes el valor de conductividad es menor a 0,9 dS/cm. La

discontinuidad entre estos horizontes se debe a que están formados a partir de diferentes materiales originarios.



Figura 4. Perfil 1.

#### Perfil 2

Está localizado a  $45^{\circ} 46' 43,6''$  S;  $67^{\circ} 22' 59,3''$  O con una exposición noreste ubicándose en un relieve plano (Fig. 5). La geomorfología corresponde a relictos de pedimento, el material originario es eólico con muy buen drenaje, la erosión observada es del tipo hídrica con un 80% de pedregosidad en superficie. Esta área se caracteriza por ser una locación petrolera abandonada.



Figura 5. Vista general del área en la cual se realizó la calicata 2.

El perfil del suelo (Fig. 6) comienza con un horizonte A1 de textura franco arenosa y de 10 cm de espesor. El color en seco es pardo amarillento (10 YR 5/4), mientras que en húmedo el color es pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4). La estructura corresponde a bloques subangulares medios débiles. Este horizonte es ligeramente ácido, de acuerdo al valor de pH. La consistencia de este horizonte tiene características de plasticidad y adhesividad. Se observó abundancia de fragmentos gruesos a lo largo del perfil, y escasez de raíces. El contenido de materia orgánica de este horizonte es pobre. A continuación, luego de un límite claro y plano, le sigue un horizonte A2, también de textura franco arenosa y de 10 cm de espesor. Este horizonte posee color pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2) y pardo grisáceo oscuro en húmedo (10 YR 4/2), la estructura es en bloques subangulares finos débiles, y es ligeramente ácido. Posee características de plasticidad y adhesividad, con abundancia de concentraciones de  $\text{CaCO}_3$ , y con menor cantidad de fragmentos gruesos que en el horizonte superior. Con un espesor de 20 cm, le sigue un horizonte C1, de textura franco arenosa y de color pardo grisáceo claro en seco (10 YR 6/2) y pardo grisáceo cuando entra en contacto con humedad (10 YR 5/2). La estructura que caracteriza a este horizonte es bloques subangulares medios moderados, cuenta con mayor adhesividad y plasticidad que el horizonte superior. Este horizonte es considerado medianamente básico, de acuerdo al valor de pH. La reacción de  $\text{CaCO}_3$  con solución de ácido clorhídrico (HCl) fue fuerte. El horizonte 2C2, de textura arcillo arenosa, se desarrolla desde los 40 a los 64 cm y es de color pardo amarillento claro en seco (10 YR 6/4) y pardo amarillento oscuro en húmedo (10 YR 4/4). Está compuesto por bloques subangulares gruesos moderados. Este horizonte es muy plástico y adhesivo. Al igual que el horizonte superior, es medianamente básico. Se observó una fuerte presencia de  $\text{CaCO}_3$  en este horizonte debido a la reacción con solución

de HCl. Se observó pequeñas cantidades de raíces a lo largo del perfil, y de grosor reducido. Los horizontes A1 y A2 son muy gravosos, mientras que los horizontes C1 y 2C2 son gravosos fino y medio, con el 25,6% y 15,3% de su peso compuesto por gravas, respectivamente. Ninguno de los horizontes de este perfil supera el valor de conductividad eléctrica de 0,9 dS/m, por lo que este suelo es no salino. Se observó la presencia de restos fósiles que posiblemente hayan sido removilizados desde otros sitios más elevados. Este material podría haber sido utilizado como relleno para la construcción de la locación petrolera, actualmente abandonada.



Figura 6. Perfil 2.

### Perfil 3

Está geoposicionado en las coordenadas 45° 46' 29,42" S; 67° 22' 52,92" O, con exposición al noreste (Fig. 7). El relieve es plano y la geomorfología corresponde a relictos de pedimento. El material originario es eólico y se encuentra bien drenado. La erosión superficial observada es del tipo hídrica, con una pedregosidad de entre 60 y 70%.



Figura 7. Alrededores del perfil 3.

Los primeros 8 cm del perfil (Fig. 8) corresponden a un horizonte A, de textura franco arenosa. El material que compone este horizonte no forma una estructura definida, por lo que se considera suelto o sin estructura. Se lo considera alcalino a partir de su valor de pH. Es de color pardo en seco (10 YR 5/3) y en húmedo (10 YR 4/3), con raíces moderadas y finas. El contenido de materia orgánica en este horizonte es pobre. Luego de un límite claro y plano, se observa un horizonte C1 de textura arenoso franca hasta los 19 cm de profundidad, de color pardo grisáceo oscuro en seco (10 YR 4/2) y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2). La estructura es de bloques subangulares finos débiles y no presenta características de plasticidad ni adhesividad. El horizonte C1 es básico, según su valor de pH. Se encontraron raíces comunes medias y finas. Le sigue un horizonte C2, separado por un límite gradual y plano, que posee textura arenosa franca al igual que el horizonte C1, y va desde los 19 a los 38 cm. Es de color pardo en seco (10 YR 4/3) y pardo oscuro (10 YR 3/3) y su estructura es bloques subangulares finos moderados. Este horizonte es básico y ligeramente plástico. Se observaron abundantes raíces de grosor fino. El horizonte 2C3, de textura franco arcillo arenosa, se encuentra a partir de los 38 cm de profundidad, y posee un color pardo amarillento en seco (10 YR 5/4) y pardo amarillento oscuro en húmedo (10 YR 4/4). La estructura es en bloques subangulares muy finos fuertes y el pH es medianamente básico. Se observó un aumento en la plasticidad y en la adhesividad en este horizonte con respecto a los horizontes superiores, y carbonatos diseminados a lo largo de éste. Se registró un aumento en fragmentos gruesos, a lo largo del perfil, siendo este último horizonte

extremadamente gravoso. Este suelo es no salino ya que ninguno de los horizontes que lo componen superan el valor de conductividad eléctrica de 0,9 dS/m.



Figura 8. Perfil 3.

#### Perfil 4

Está ubicado en las coordenadas  $45^{\circ} 46' 44,18$  S;  $67^{\circ} 22' 56,21''$  O. La descripción de este perfil (Fig. 9) se realizó a partir de un corte del terreno que se encuentra en la parte baja de una ladera, cuya morfología es relictos de pedimento y su material originario es eólico y coluvial. Posee buen drenaje y la erosión superficial presente es hídrica observándose pedregosidad sobre el área del perfil de alrededor del 85%.



Figura 9. Alrededores del perfil 4.

La secuencia de horizontes de este perfil es del tipo A-C, con una profundidad de 75 cm (Fig. 10). El horizonte A tiene una textura franco arenosa y una profundidad de 7 cm, posee un color pardo tanto en seco (10 YR 5/3) como en húmedo (10 YR 4/3) y no posee estructura. Este horizonte es muy adhesivo y plástico. Según su valor de pH, este horizonte es medianamente básico. Se encontraron pocas raíces muy finas, y no se observó reacción de carbonatos con HCl. En cuanto al contenido de materia orgánica, el horizonte A de este perfil es pobre. El límite es difuso y ondulado. Luego se encuentra el horizonte C, de textura franca que se desarrolla desde los 7 cm hasta los 50 cm. Es de color pardo en seco (10 YR 5/3) y pardo oscuro en húmedo (10 YR 5/3). Posee estructura en bloques subangulares muy gruesos fuertes, notándose una consistencia en el suelo muy adhesiva y plástica. Este horizonte, al igual que el horizonte A, es medianamente básico. La reacción de  $\text{CaCO}_3$  con HCl fue muy fuerte, se observaron la misma cantidad de raíces y de un grosor similar que en el horizonte A y se encontraron algunos fragmentos gruesos, como gravas. En la base de este horizonte, donde entra en contacto con la formación Sarmiento, se observaron concentraciones de  $\text{CaCO}_3$  en forma masiva. El porcentaje de fragmentos gruesos (gravas) disminuyó a lo largo del perfil. El horizonte C registra un valor de conductividad eléctrica mayor a 0,9 dS/cm, por lo que se considera que se trata de un suelo salino. El resto de los horizontes presentan valores de conductividad menores a 0,9 dS/cm.



Figura 10. Perfil 4.

## Perfil 5

El perfil 5 está ubicado en las coordenadas  $45^{\circ} 46' 54,01''$  S;  $67^{\circ} 23' 1,43''$  O con exposición noreste (Fig. 11) siendo el material originario depósitos eólicos e hídricos. El drenaje del perfil es muy bueno, observándose erosión hídrica y eólica en superficie. No se observaron signos de anegamiento pero el área en la cual se realizó la calicata es un sitio bajo al cual drena el agua superficial.



Figura 11. Alrededores del perfil 5.

Este perfil (Fig. 12) posee una profundidad efectiva de 102 cm. Se encuentra un horizonte A de textura arenosa franca y de 13 cm de espesor, sin estructura o suelto, ligeramente alcalino y de color pardo grisáceo oscuro en seco (10 YR 4/2) y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10 YR 3/2). No presenta consistencia adhesiva o plástica y se encontraron muy pocas raíces, y de diámetro muy fino. El contenido de materia orgánica del horizonte A es pobre. Este horizonte tiene un límite difuso y plano. Continúa el horizonte C1, que posee textura franco arenosa y se extiende desde los 13 a los 30 cm. Presenta los mismos colores que el horizonte A, y posee estructura en bloques subangulares finos débiles. Según el valor de pH, este horizonte es básico. Las raíces encontradas son comunes y finas. El horizonte C2, separado del C1 por un límite difuso y plano, es de textura arenosa franca y se extiende desde los 30 hasta los 50 cm y presenta los mismos colores que los horizontes superiores. Su estructura es de bloques subangulares finos moderados. Este horizonte no presenta adhesividad ni plasticidad. El pH del horizonte C2 es básico. Las raíces presentes en este horizonte son muy pocas y muy finas. Finalmente, el horizonte 2C3 comienza a los 50 cm hasta los 102+cm. A diferencia de los horizontes anteriores, este presenta colores pardo grisáceo en seco (10 YR 5/2) y pardo grisáceo oscuro cuando entra en contacto con la humedad (10 YR 4/2). Los agregados son bloques subangulares medios

moderados. Este horizonte tampoco presenta plasticidad ni adhesividad, es medianamente básico y se observaron raíces de *Colliguaja integerrima*. No se observaron gravas en todo el perfil. Los valores de conductividad eléctrica de cada uno de los horizontes no supera a 0,9 dS/m, por lo tanto, este suelo es considerado como no salino.



Figura 12. Perfil 5.

#### Perfil 6

Está ubicado en las coordenadas 45° 46' 55,33" S; 67° 22' 44,53" O, con exposición este, el relieve es cima de ladera y la geomorfología corresponde a relictos de pedimento (Fig. 13). El material originario es de tipo eólico, con buen drenaje, y la erosión superficial observada es tanto hídrica como eólica, encontrándose formación de *nebkas* en algunos individuos vegetales.



Figura 13. Alrededores del perfil 6.

La secuencia de horizontes que se observa es A-C1-2C2, superando los 50 cm de profundidad. Los primeros 6 cm de este perfil (Fig. 14) corresponden al horizonte A, de textura franco arenosa. Posee un color pardo, tanto en seco (10 YR 5/3) como en húmedo (10 YR 4/3), con estructura en bloques subangulares gruesos débiles. La consistencia de este horizonte es ligeramente plástica y adhesiva. Este horizonte es básico. Se observaron pocas raíces y muy finas, y abundantes fragmentos gruesos. El contenido de materia orgánica en este horizonte es pobre. El horizonte C1, de textura arcillo arenosa, va desde los 6 hasta los 21 cm, posee colores pardo en seco (10 YR 5/3) y pardo oscuro en húmedo (10 YR 3/3) y estructura en bloques subangulares gruesos fuertes. Este horizonte posee consistencia muy plástica y adhesiva. Según su valor de pH, es ligeramente alcalino. Se observaron mayor cantidad de raíces que el horizonte A, tanto finas como gruesas, y menor cantidad de fragmentos gruesos. El horizonte 2C2 posee textura arcillo arenosa, comienza a los 21 cm de profundidad hasta los 50+cm, y presenta colores pardo pálido en seco (10 YR 6/3) y pardo en húmedo (10 YR 5/3). Su estructura es en bloques subangulares muy gruesos muy fuertes. El horizonte 2C2 presenta consistencia muy plástica y muy adhesiva. El pH de este horizonte es alcalino. Se encontraron abundantes concentraciones de  $\text{CaCO}_3$  en forma masiva. En profundidad, las raíces pasan a tamaño medios, de cantidad muy pocas a

comunes. El porcentaje de fragmentos gruesos disminuyó abruptamente a lo largo del perfil. Este suelo es no salino debido que ninguno de los horizontes que lo componen supera el valor de 0,9 dS/m.

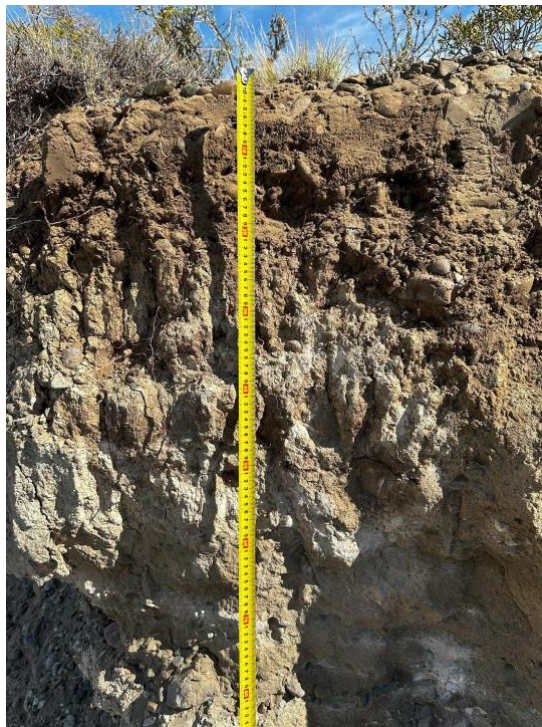


Figura 14. Perfil 6.

La tabla 4 presenta las asociaciones entre los sitios relevados, la cobertura vegetal y las características de los perfiles, incluyendo el porcentaje de cobertura vegetal total (%CV), la conductividad eléctrica (C.E.), la materia orgánica (M.O.) y los horizontes (Hz).

Tabla 4. Asociaciones entre los sitios relevados, la cobertura vegetal y las características de los perfiles. %CV: porcentaje de cobertura vegetal total. C.E.: conductividad eléctrica. M. O.: materia orgánica. Hz: horizonte

Sitio	% CV	Características del perfil asociadas a la vegetación
1	76,70	Suelo salino (C.E. Hz C2 >0,9 dS/cm) Hz A de poca profundidad, contenido de M. O. medianamente pobre Presencia de CaCO <sub>3</sub> a lo largo del perfil
2	70	Locación petrolera abandonada 80% de pedregosidad en superficie Hz A1 y A2 de poca profundidad y muy gravosos, pobre en M. O. Fuerte presencia de CaCO <sub>3</sub> en Hz 2C2
3	70	60% de pedregosidad en superficie Hz A de poca profundidad, sin estructura, alcalino y pobre en M. O. Valores de pH alcalinos o básicos a lo largo del perfil Hz 2C3 extremadamente gravoso
4	50	Parte baja de ladera, material eólico, coluvial 85% de pedregosidad en superficie



		Suelo salino (C.E. Hz C2 >0,9 dS/cm) Contenido de M. O. pobre Consistencia muy adhesiva y plástica a lo largo del perfil Nódulos en la base de Hz C, fuerte presencia de CaCO <sub>3</sub>
5	50	El material originario son depósitos hídricos y eólicos, sin indicios de anegamiento. Muy buen drenaje. Sin pedregosidad en superficie No se observó presencia de CaCO <sub>3</sub> a lo largo del perfil Todos los Hz de este perfil (A-C1-C2-2C3) presentan similares características (estructura, consistencia, textura) y los separan límites difusos
6	43,30	Cima de ladera, buen drenaje, se observó erosión hídrica, eólica y desnivel de <i>Nebkas</i> El grado y la clase de la estructura de los Hz va aumentando a lo largo del perfil Alcalinidad aumenta a lo largo del perfil Concentraciones de CaCO <sub>3</sub> en forma masiva en Hz 2C2 Presencia de CaCO <sub>3</sub> en Hz 2C2

### 4.3. Análisis estadístico

#### 4.3.1. Análisis de correlación

En la Fig. 15 se observa una tendencia positiva entre la conductividad eléctrica y la cobertura vegetal total. La matriz de correlación (tabla 5) reveló varias interrelaciones significativas entre las variables del suelo. El contenido de materia orgánica muestra una fuerte correlación positiva con la conductividad eléctrica (0,82). En cuanto a las fracciones texturales del suelo, se destaca una correlación positiva entre el pH y la fracción de arena (0,61), mientras que hay una correlación negativa significativa entre el pH y la fracción de arcilla (-0,72). En este sentido, la conductividad eléctrica también muestra una correlación negativa con la fracción de arena (-0,20) y una correlación positiva con la fracción de arcilla (0,51). Además, se observa una fuerte correlación negativa entre la fracción de arena y la fracción de limo (-0,87), lo cual es coherente con la composición física del suelo, donde un aumento en una de estas fracciones generalmente implica una disminución en la otra. La fracción de arcilla muestra una correlación negativa con la fracción de arena (-0,57) y una correlación positiva con el contenido de materia orgánica (0,36).

Tabla 5. Correlación entre las propiedades fisicoquímicas del suelo en el área del Faro San Jorge.

	pH	CE	MO	A	I	A
pH		-0,53	-0,51	0,61	-0,29	-0,72
CE	-0,53		0,82	-0,20	-0,07	0,51
MO	-0,51	0,82		-0,25	0,08	0,36
A	0,61	-0,20	-0,25		-0,87	-0,57
L	-0,29	-0,07	0,08	-0,87		0,09
A	-0,72	0,51	0,36	-0,57	0,09	

Nota: CE = Conductividad eléctrica, MO = Materia orgánica, A = Arena, I = Limo, a = Arcilla.

En función de datos obtenidos en la matriz de correlación, se realizó el análisis de regresión entre la conductividad eléctrica y la cobertura vegetal total. La línea de regresión (Fig. 11) indica que, a medida que aumenta la conductividad eléctrica, también aumenta la cobertura vegetal total. Sin embargo, la dispersión de los puntos sugiere que hay variabilidad en los datos y que otros factores podrían estar influyendo en esta relación. La banda de confianza alrededor de la línea de regresión muestra la incertidumbre en la estimación de la relación.

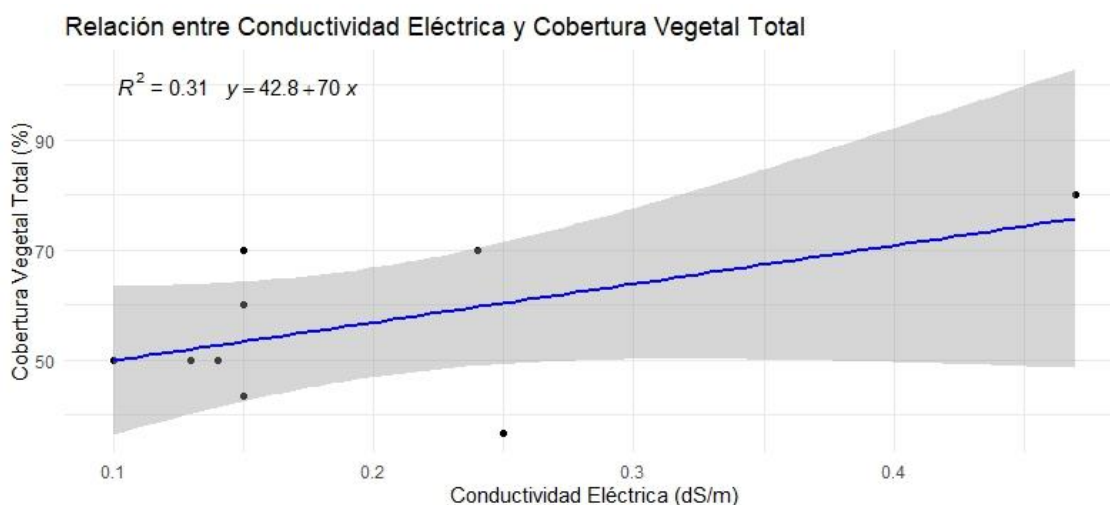


Figura 15. Gráfico de regresión.

#### 4.3.2. Análisis de componentes principales

El gráfico de varianza explicada (Fig. 16) ilustra la contribución de cada componente principal a la variabilidad total de los datos. El análisis explicó el 80,58% de la variabilidad total en los dos primeros componentes, con un 53,15% de la varianza explicada por el componente principal 1, mientras que el componente principal 2 explicó el 27,43% de la variabilidad total. Asimismo, el análisis de componentes principales (Fig. 17) basado en las propiedades del suelo permitió identificar las relaciones y diferencias entre los puntos de muestreo. El componente principal 1 muestra una asociación positiva (a la derecha) con los valores de pH y las fracciones de arena. Se observó que las variables limo y arcilla están estrechamente relacionadas con los puntos de muestreo 3, 5, 6, 7, 8 y 9. En oposición, se proyectan negativamente o hacia la izquierda los porcentajes de limo. El componente principal 2 explicó el 27,43% de la variabilidad total, y mostró proximidad entre el porcentaje de limo con el porcentaje de arcilla y los valores de materia orgánica (MO) y conductividad eléctrica (CE). Además, se evidenció asociaciones negativas (flechas opuestas) entre la fracción de arcilla con los valores de pH, y entre el porcentaje de arena con el de limo.

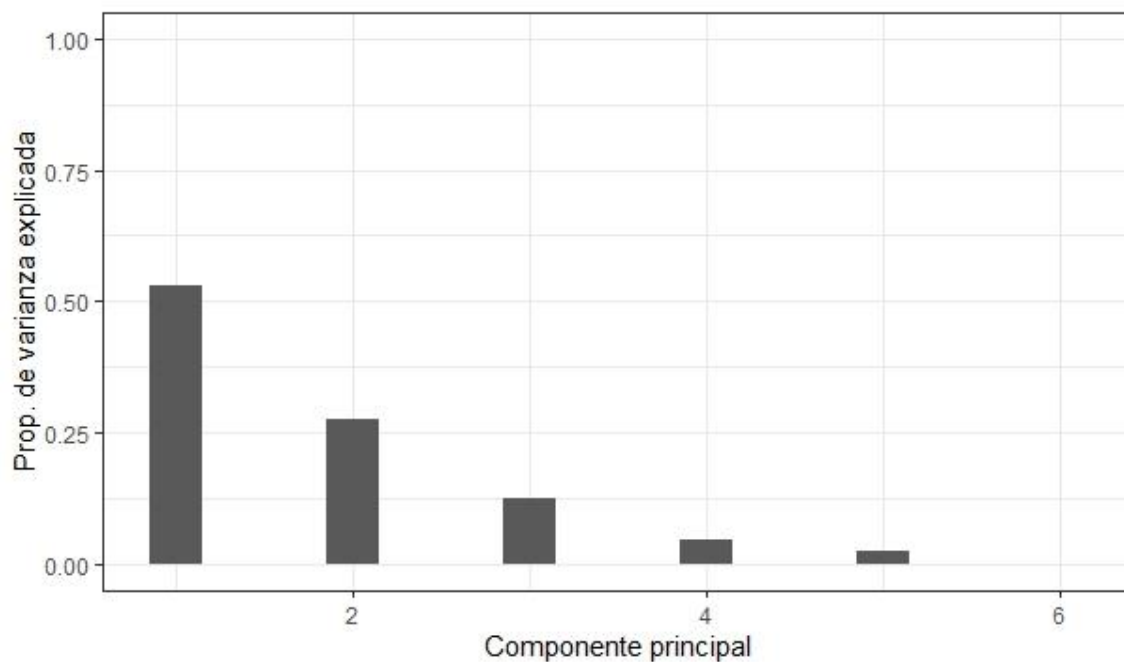


Figura 16. Proporción de varianza explicada según cada componente principal.

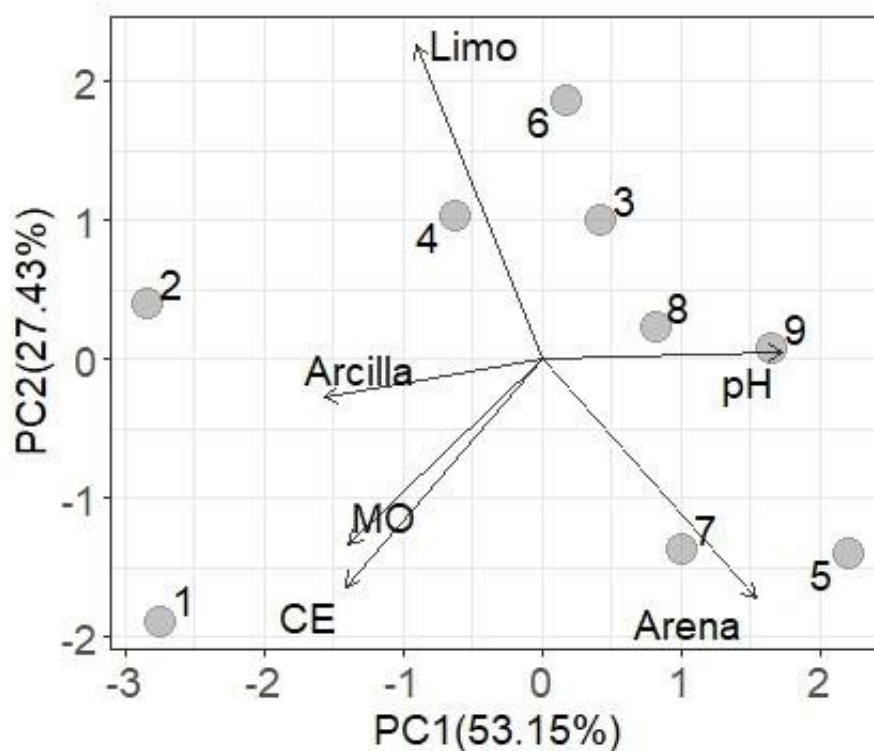


Figura 17. Análisis de componentes principales (ACP) basado en las características fisicoquímicas de los puntos de muestreo del área del Faro San Jorge.

#### 4.4. Cartografía

En la Fig. 18 se representa la distribución espacial de las diferentes fisonomías de vegetación en el área del Faro San Jorge. Se distinguen diferentes estratos: estepa arbustiva (verde oscuro), estepa arbustiva graminosa (verde claro), estepa graminosa arbustiva (rojo) y suelo desnudo (gris). También están representadas las calicatas y las transectas realizadas.



Figura 18. Mapa 1 en el que se representa la distribución espacial de las diferentes fisonomías de vegetación en el área del Faro San Jorge.

En la tabla 6 se exponen las áreas ocupadas por cada uno de los estratos de vegetación y el suelo desnudo identificados en el sitio de estudio.

Tabla 6. Superficie ocupada por cada fisonomía dentro del área de estudio.

Estrato	Superficie (km <sup>2</sup> )	Porcentaje que ocupa cada estrato
Área de estudio	4,27	
Estepa arbustiva	2,97	69,55%
Estepa arbustiva graminosa	0,48	11,24%
Estepa graminosa arbustiva	0,14	3,28%
Suelo desnudo	0,68	15,93%

El mapa 2 (Fig. 19) corresponde a la ubicación geográfica de la variable pH, como se observa en el mismo el punto de muestreo 2 es el único que posee un valor de pH cercano al neutro. La mayoría de los puntos de muestreo presentan valores alcalinos.



Figura 18. Mapa 2: valores promedio y ubicación geográfica de la variable pH.

El mapa 3 (Fig. 20) corresponde a la ubicación geográfica de la variable conductividad eléctrica del suelo, Los puntos de muestreo 1 y 4, representados por un punto verde y otro amarillo respectivamente, obtuvieron valores promedios de conductividad eléctrica por encima de 0,9 dS/m, por lo que son considerados salinos. Los puntos de muestreo restantes, representados en rojo, obtuvieron valores por debajo de 0,9 dS/m.



Figura 20. Mapa 3: valores promedio y ubicación geográfica de la variable conductividad eléctrica.

## 5. DISCUSIÓN

La fisonomía predominante en el área del Faro San Jorge de estepa arbustiva, con una cobertura vegetal promedio del 57,72% es coherente con las descripciones previas del Distrito del Golfo San Jorge dentro de la Provincia Fitogeográfica Patagónica (Soriano, 1956; Oyarzabal *et. al.*, 2018). La presencia de especies como *Colliguaja integerrima*, *Chuquiraga avellanadae* y *Pappostipa humilis* en varios de los sitios de muestreo refleja la composición típica de las estepas arbustivas altas descritas por León *et. al.* (1998).

Los perfiles de suelo analizados son poco diferenciados, con horizontes del tipo A y C, y sus respectivas variantes. Esto condice con lo que indican Bouza y Pereyra (2022), cuando afirman que la secuencia de horizontes en la Patagonia extraandina es simple como A-C y A-C-2R. Además, estos autores expresan que en esta región se desarrollan mayormente Torriortentes típicos, lo cual se corresponde con todos los sitios estudiados. Todos los perfiles del área de estudio pertenecen a relictos de pedimentos y se originaron a partir de material eólico. Por otro lado, muestran una variabilidad considerable en sus propiedades físicas y químicas, lo cual es consistente con la heterogeneidad espacial de muchos sistemas áridos según Bestelmeyer *et. al.* (2006). Otros autores como Buxbaum y Vanderbilt (2007) mostraron fuertes correlaciones entre la variación en la profundidad del suelo y la acumulación de carbonatos con la dominancia de tres especies en el valle del Río Grande, Nuevo México. Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran similitudes con los reportados por Valenzuela *et. al.* (2011) en su trabajo en los alrededores de Comodoro Rivadavia. En particular, los valores de pH obtenidos por estos autores en los alrededores del barrio de Astra son similares a los obtenidos en



los perfiles 5 y 6, y en las muestras superficiales 12 y 16, que son considerados como moderadamente alcalinos, en el área del Faro San Jorge. Además, la secuencia de horizontes de estos autores (A-C) coincide con la estructura general de suelos descrita en este trabajo. Por su parte, los valores de pH se condicen en particular con lo obtenido por Castro *et. al.*, (2014), en donde varían entre 7,92 y 8,31, lo cual se refleja en los datos obtenidos en las muestras de esta tesis. De igual forma, los valores que corresponden a la conductividad eléctrica registrados en el área del Faro San Jorge, a excepciones de los obtenidos en los perfiles 1 y 4 que fueron superiores a 0,9 dS/m, son similares a los que han registrado Valenzuela *et. al.*, (2011), Robinson *et. al.*, (2014), Castro *et. al.*, (2014) y Arce *et. al.*, (2015). En este sentido, la textura, la profundidad del suelo y las acumulaciones de sales tienen fuerte influencia sobre los recursos y las estrategias de reclutamiento disponibles para las plantas (Hamerlynck *et. al.*, 2000; Maestre *et. al.*, 2003).

Se observó la presencia en 8 de 9 puntos de muestreo del arbusto *Mulgoraea ligustrina*, junto con *Colliguaja integerrima* en 5 de ellos. Esta especie característica, junto con *Retanilla patagonica*, dominan en los cañadones costeros donde las características edáficas y topográficas son particulares del Distrito del Golfo San Jorge. Los suelos de textura gruesa son dominados por arbustos de estas especies anteriormente mencionadas, ya que tienden a poseer un régimen hídrico más favorable para el crecimiento de las plantas que los suelos de texturas más finas (Noy-Meir, 1973), debido a que poseen sistemas radicales profundos (Bucci *et. al.*, 2009). Estos arbustos son considerados de elevada sensibilidad, por ser los primeros en reducir su presencia al modificarse las condiciones ambientales y las últimas en reinstalarse cuando las mismas se restablecen (Roig, 1973). Asimismo, se observaron individuos de *Senecio filaginoides* en 5 de los 9 sitios de muestreo, que, al igual que *Grindelia chiloensis*, son especies consideradas como pioneras de revegetación en áreas removidas, mejorando las condiciones para el establecimiento de otras especies (Zavala y Ravetta, 2001; Sorba *et. al.*, 2013). Estas presentan una incorporación rápida en los primeros años de rehabilitación luego de un disturbio, y luego se instalan de manera progresiva otras especies tardías (Oliva, 2020). Rueter y Bertolami (2010) establecieron que, a escala de paisaje, se da un aumento en la frecuencia de *Chuquiraga avellanadae* y *Atriplex lampa* en suelos salinos y arcillosos, y son especies consideradas indicadoras de suelos salinos o alcalinos (Roig y Méndez, 2003).

Los índices de diversidad calculados a partir de los relevamientos de campo revelaron una diversidad media a alta en la mayoría de los puntos de muestreo. Quezada (2022) obtuvo valores de riqueza en sitios afectados por la industria petrolera similares a los obtenidos en el área del Faro San Jorge. Además, esta autora registró valores del índice de Shannon – Weaver para los cañadones costeros comparables con los calculados en esta tesis. Esto sugiere que, a



pesar de las condiciones ambientales desafiantes características de los ecosistemas áridos, el área del Faro San Jorge mantiene una comunidad vegetal relativamente diversa. Oliva (2020) registró valores de los índices de Shannon – Weaver y Simpson (1 – D) con mayor variabilidad entre sus sitios en estudio, pero los promedios son similares a los observados en el área de estudio de esta tesis. En contraste, esta autora obtuvo valores menores en cuanto al índice de equitabilidad de Pielou (entre 0,52 y 0,89). Por otro lado, Los índices de diversidad tradicionales, como los de Shannon – Weaver y Simpson, han sido objeto de críticas debido a su limitada capacidad para reflejar la verdadera complejidad de la diversidad biológica. Según Hurlbert (1971), estos índices pueden generar resultados engañosos al confluir riqueza y equitabilidad en una sola medida, lo cual no representa fielmente la estructura de la comunidad. Jost (2006) señala que el uso de estos índices como indicadores directos de diversidad es problemático, por lo que propone el concepto de diversidad verdadera, que consiste en la conversión de índices de entropía en números efectivos de especies, logrando así una interpretación más intuitiva y consistente que respeta propiedades como la duplicación y el principio de replicación, ofreciendo una base más sólida para la comparación entre comunidades (Hill, 1973; Jost, 2007).

En el análisis de regresión se utilizó una cantidad limitada de muestras, lo cual afecta la significancia del coeficiente de correlación ( $R^2 = 0,31$ ). Esto indica que, aunque se observó una tendencia positiva entre la conductividad eléctrica y la cobertura vegetal total, la variabilidad de los datos sugiere la influencia de otros factores no considerados en el modelo. Aunque la relación es débil, sugiere que algunas especies dominantes en el área del Faro San Jorge podrían estar adaptadas a condiciones de salinidad moderada.

El ACP revela que el 80,58% de la variabilidad en las propiedades del suelo puede explicarse por dos componentes principales. Esto sugiere que hay un conjunto relativamente pequeño de factores que están controlando la mayor parte de la variabilidad edáfica en el área. El primer componente principal, que explica el 53,15% de la varianza, puede estar definido por el gradiente textural de cada punto de muestreo. El segundo componente, que explica el 27,43% de la varianza, podría estar asociado con la salinidad y el pH del suelo. Esta interpretación es coherente con los estudios que destacan la importancia de estos factores en la determinación de los patrones de vegetación en ecosistemas áridos (McAuliffe, 1994; Wondzell *et. al.*, 1996).



## 6. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha permitido caracterizar y analizar las relaciones existentes entre las comunidades vegetales y las propiedades edáficas en el sitio turístico Faro San Jorge. A través de diferentes herramientas como el análisis de Componentes Principales y el cálculo de los índices de diversidad, se identificaron factores que determinan la variabilidad en la cobertura vegetal y la distribución de las especies en el área.

La fisonomía dominante en el área de estudio es la estepa arbustiva, con una cobertura vegetal promedio de 57,72%, y con valores promedio de los índices de Simpson (D), Shannon (H') y Pielou (J) de 0,23, 1,70 y 0,89, respectivamente. La transecta 7 fue la que presentó la mayor diversidad con un total de 9 especies, mientras que la transecta 16 mostró mayor dominancia debido a la abundancia de *Colliguaja integerrima*. Otras especies, como *Mulguraea ligustrina*, *Senecio filaginoides* y *Pappostipa humilis* presentaron mayor abundancia en algunas zonas, pero se observó una equitativa distribución de las especies en la mayoría de las transectas. Los valores de pH varían entre 6,33 y 9,07, y los de conductividad eléctrica entre 0,10 y 5,26 dS/m. La clase textural más frecuentemente encontrada fue franco arenosa.

A partir del Análisis de Componentes Principales (ACP), se logró reducir la dimensionalidad de los datos y ayudó a comprender mejor las relaciones entre las múltiples variables del suelo, así como su influencia conjunta en los puntos de muestreo. El análisis de regresión mostró una leve correlación positiva entre la conductividad eléctrica y la cobertura vegetal total.

De acuerdo a los resultados en los cuales se determina una leve correlación entre la cobertura vegetal y las variables del suelo sería necesario incorporar un mayor número de muestras que permitan realizar un análisis espacial.

Por último, este trabajo ofrece una base sólida para futuras investigaciones que busquen profundizar el estudio de la dinámica de la vegetación y las propiedades edáficas de la zona.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Allison, L. E. (1980). *Diagnóstico y rehabilitación de Suelos salinos y sódicos*. Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos de América. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. Editorial Limusa. México. 172 pp.
- Arce, M. E., Walicki, V., Castro, I., Valenzuela, M. F., Andrea de Sosa, T., Rack, M. G. y Ferro, L. (2015). Evaluación de la revegetación natural en canteras de áridos en dos sitios de la provincia de Chubut. *Restauración ecológica en la Diagonal Árida de la Argentina* 2: 355-383.
- Austin, A. y Sala, O. (2002). Carbon-nitrogen dynamics across a natural precipitation gradient in Patagonia, Argentina. *Journal of Vegetation Science* 13: 351-360.
- Bailey, E. H. (1943). Soil Science, 55:143. En: Jackson M. L. 1970. *Análisis químico de suelos*. Ediciones Omega.
- Belsky, A.J. (1988). Regional influences of small-scale vegetational heterogeneity within grasslands in the Serengeti National Park, Tanzania. *Vegetatio* 74: 3-10.
- Bertiller, M. B., Elissalde, N. O., Rostagno, C. y Defossé, G. D. (1995). Environmental patterns and plant distribution along a precipitation gradient in western Patagonia. *Journal of Arid Environments* 29: 85-97.
- Bertolami, M. A., Rueter, B. L. y Benítez, M. (2008). Análisis de espectros biológicos ponderados en pampas del sudeste de la provincia de Chubut. *Multequina* 17: 93-107.
- Bestelmeyer, B. T., Ward, J. P. y Havstad K. M. (2006). Soil-geomorphic heterogeneity governs patchy vegetation dynamics at an arid ecotone. *Ecology* 87: 963-973.
- Bisigato, A. J. y López Laphitz, R. M. (2009). Ecohydrological effects of grazing induced degradation in the Patagonian Monte, Argentina. *Ecología Austral* 34: 545-557.
- Bouyoucos, G. J. (1927). *The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils*. *Soil Science* 23: 343-353.
- Bouza, P. J. y Pereyra, F. (2022). Suelos. *Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Chubut*. Relatorio del XXI Congreso Geológico Argentino, Puerto Madryn, Chubut. p. 609-639.
- Bucci, S. J., Scholz, F. G., Goldstein, G., Meinzer, F. C. y Arce, M.E. (2009). Soil water availability and rooting depth as determinants of hydraulic architecture of Patagonian woody species. *Oecologia* 160: 631-641.



- Buxbaum, C. A. Z. y Vanderbilt, K. (2007). Soil heterogeneity and the distribution of desert and steppe plant species across a desert-grassland ecotone. *Journal of Arid Environments* 69: 617-632.
- Cabrera, A. L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Pp. 1-85. En: W. F. Kugler (ed.). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo 2. 2da edición. Acme, Buenos Aires. Fascículo 1.
- Camarero, J. J., Gutiérrez, E. y Fortín, M. J. (2000). Spatial pattern of subalpine forest alpine grassland ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Forest Ecology and Management* 134: 1-16.
- Canfield, R. (1941). Application of the line intercept method in sampling range vegetation. *Forestry* 39: 388-396.
- Castro, I. P., Valenzuela, M. F., Feijoo, S., Barrientos, E. y Fernández, S. (2014). Propiedades edáficas de sitios con *Valeriana clarioniifolia* en el sureste de Chubut. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Reunión Nacional "Materia orgánica y Sustancias Húmicas". Bahía Blanca.
- Chaneton, E. J. (2005). Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. En: Oesterheld, M., Aguiar, M. R., Ghera, C. M. y Paruelo, J. M. (Eds.) (2005). La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J. C. León. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Pp 19-42.
- Chuvienco, E. (2010). *Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio*. Ariel, Barcelona, España. 590 pp.
- Daget, P. y Poissonet, J. (1971). Une méthode d'analyse phytologique des prairies, criteres d'application. *Annales agronomiques* 22: 5-41.
- Davies, K. W., Bates, J. D. y Miller, R. F. (2007). Environmental and vegetation relationships of the *Artemisia tridentata* spp. Wyomingesis alliance. *Journal of Arid Environments* 70: 478-494.
- Del Valle, H. F. (1998). Patagonian soils: a regional synthesis. *Ecología Austral* 8: 103-123.
- Dix, R.L. y Smeins, F.E. (1967). The prairie, meadow, and marsh vegetation of Nelson County, North Dakota. *Canadian Journal of Botany* 45: 21-58.
- Evans, R. A. y Love, R. M. (1957). The step point method of sampling – a practical tool in range research. *J. Range Management* 10: 208-212.
- Fernández, R. J. (2007). On the frequent lack of response of plants to rainfall events in arid areas. *Journal of Arid Environments* 68: 688-691.



Fernández, R. y Trillo, M. (2005). La textura del suelo como fuente de heterogeneidad; sus efectos sobre la oferta de agua para las plantas. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 171-192.

Flora del Cono Sur del Instituto de Botánica Darwinion ([www2.darwin.edu.ar/proyectos/FloraArgentina](http://www2.darwin.edu.ar/proyectos/FloraArgentina)). Consultado: (14/03/2024).

Gaitán, J. J., Bran, D. E. y Oliva, G. E. (2021). *Patagonian Desert*. Elsevier; 2021; 163-180.

Gibson, D.J. y Hulbert, L.C. (1987). Effects of fire, topography and year to year climatic variation on species composition in tallgrass prairie. *Vegetatio* 72: 175-185.

González, L.H. (1986). Delimitación de áreas para el crecimiento de la “Palma Triste” (*Euterpe oleraceae*) en la zona del Bagre, Departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia, Medellín: 37 p.

Gutierrez-Jurado, H. A., Vivoni, E. R., Harrison J. B. J. y Guan, H. (2006). Ecohydrology of root zone water fluxes and soil development in complex semiarid rangelands. *Hydrological Processes* 20: 3289-3316.

Hamerlynck, E. P., McAuliffe, J. R. y Smith, S. D. (2000). Effects of surface and subsurface soil horizons on the seasonal performance of *Larrea tridentata* (cresotebush). *Functional Ecology* 14: 596-606.

Hill, M. O. (1973). Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.

Hirtz, N.; Grizinik, M., Stronatti, M., Prez, H., Estrada, E., Tejedó, A., Cavallaro, S., Blachakis, A. y González A. (1999). Carta Geoambiental de la Ciudad de Comodoro Rivadavia (PI 170 FCN), Informe final. Secretaría de Ciencia y Técnica. Universidad de la Patagonia San Juan Bosco.

Honeycutt, C. W., Heil, R. D. y Cole, C. V. (1990). Climatic and topographic relations of three Great Plains soils. I. Soil morphology. *Soil Science Society of American Journal* 54: 469-475.

Honorable Cámara de Diputados de la Nación (2005). Sesiones Ordinarias, orden del día N° 2633. Comisión de Turismo.

Hurlbert, S. H. (1971). The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.

Instituto Geográfico Nacional (2012). Revista *El Ojo del Cóndor* 3. 72 p.

IRAM 29481-1. Norma Argentina Calidad Ambiental - Calidad del suelo.

Jenny, H. (1941). Factors of soil formation: a System of Quantitative Pedology. McGraw-Hill, New York, EEUU.



- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363-375.
- Jost, L. (2007). Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88: 2427-2439.
- León, R. J. C., Bran D., Collantes, M., Paruelo, J. M. y Soriano, A. (1998). Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina. *Ecología Austral* 8: 125–144.
- León, R. J. C. y Aguiar, M. R. (1985). El deterioro por uso pastoril en estepas herbáceas patagónicas. *Phytocoenologia* 13: 181-196.
- Liebhold, A. M. y Gurevitch, J. (2002). Integrating the statistical analysis of spatial data in ecology. *Ecography* 25: 553-557.
- Luna, L. I. (2017). Análisis de Componentes Principales con datos georreferenciados. Una aplicación en la industria turística. Tesis para optar al grado académico de Magister en Estadística Aplicada. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Córdoba. 77 p.
- Maestre, F. T., Cortina, J., Bautista, S. Bellot, J. y Vallejo, R. (2003). Small-scale environmental heterogeneity and spatiotemporal dynamics of seedling establishment in a semiarid degraded ecosystem. *Ecosystems* 6: 630-643.
- Marion, G. M. y Schlesinger, W. H. (1985). CALDEP: A regional model for soil CaCO<sub>3</sub> (caliche) deposition in the southwestern deserts. *Soil Science* 139: 468-481.
- Martínez, H. N. (2022). Efecto de las precipitaciones en el quimismo de las aguas subterráneas de la formación Sarmiento. Tesina de la carrera de Especialización en Contaminación de Aguas Subterráneas. Programa de posgrado Interinstitucional en Ciencias Hídricas (con mención ambiental). Universidad Nacional del Comahue. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- McAuliffe, J. R. (1994). Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert bajadas. *Ecological Monographs* 64: 111-148.
- Milchunas, D. G., Lauenroth, W. K., Chapman, P. L. y Kazempour, M. K. (1989). Effects of grazing, topography, and precipitation on the structure of a semiarid grassland. *Vegetatio* 80: 11-23.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, La Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Noy-Meir, I. (1973). Desert Ecosystems: Environment and Producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 25-41.



Oliva, G. A. (2020). La cobertura vegetal como indicador de rehabilitación pasiva en locaciones petroleras abandonadas del Distrito del Golfo San Jorge, Chubut. *Práctica Profesional. Licenciatura en Protección y Saneamiento Ambiental*. Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. YPF Luz.

Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., Maturo, H. M., Aragón, R., Campanello, P. I., Prado, D., Oesterheld, M. y León, R. J. C. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral* 28: 040-063.

Paruelo J. M., Jobbágy, E.G, Oesterheld M., Golluscio R.A. y Aguiar M. R. (2007). The grasslands and steppes of Patagonia and the Rio de la Plata plains. En: Veblen, T., Young, K. y Orme, A. (Eds.). Chapter 14. *The Physical Geography of South America*. The Oxford Regional Environments Series, Oxford University Press. Pp 232-248.

Pearson, K. (1901). LIII. On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *Philosophical Magazine Series* 6 2, 11. 559-72.

Perelman, S. B., León, R. J. C. y Oesterheld, M. (2001). Cross-scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. *Journal of Ecology* 89: 562-577.

Pielou, E.C. (1975). *Ecological Diversity*. Wiley- Interscience, New York. 263 p.

Pla, L., Casanoves, F. y Di Renzo, J. (2012). *Quantifying functional biodiversity* (Spring., p. 98). New York: Springer.

Plan Pioneros 2030. Municipalidad de Comodoro Rivadavia 2021. Plan Estratégico de turismo de la ciudad de Comodoro Rivadavia. Disponible en: <https://gobiernoabierto.vivamoscomodoro.gob.ar/compromisosdegestion/index.php/creacion-del-plan-estrategico-pioneros-2030/>

PlanEAR. Plantas Endémicas de la Argentina. Disponible en: <http://www.listaplanear.org/> Consultado: (05/09/2024).

QGIS Development Team, (2022). QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>

Quezada, M. L. (2022). Las especies gramíneas como indicadoras de procesos de restauración o degradación en pastizales del sureste del Chubut (Patagonia, Argentina). Trabajo final. Especialización en Manejo Ambiental en Patagonia Árida. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

R Development Core Team (2024). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna, Austria.



- Raimondo, A. M. (2010). Propuesta para una definición de la franja costera, usos y actividades en la costa de Comodoro Rivadavia. Chubut. Patagonia Argentina. *Revista electrónica del IGEOPAT*, 9 (1).
- Reynolds, J. F. y Wu, J. (1999). Do landscape structural and functional units exist? En: Tenhunen, J. D. y Kabat P. (Eds.). Integrating hydrology, ecosystem dynamics, and biogeochemistry in complex landscapes. *John Wiley y Sons*. Pp. 273-296.
- Robinson, R., Castro, I. P. y Belchior, S. (2014). Derrames de hidrocarburo: efectos sobre el suelo bajo régimen árido en Chubut. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas". Bahía Blanca.
- Roig, F.A. (1973). El cuadro fitosociológico en el estudio de la vegetación. *Deserta* 4: 45-67.
- Roig, F. A. y Méndez, E. (2003). Especies indicadores de estados y procesos en la vegetación patagónica. En: Abraham, Tomasini y Maccagno (2003). *Desertificación. Indicadores y puntos de referencia en América Latina y Caribe*. Eds. Mendoza
- Rueter, B. L. y Bertolami, M. (2010). Comunidades vegetales y factores ambientales en los cañadones costeros de Patagonia. *Ecología austral* 20: 19-32.
- Sciutto, J. C., Césari, O., Escribano, V. y Pezzuchi, H. D. (2000). Hoja Geológica 4566-III Comodoro Rivadavia. Provincia del Chubut. Capítulo 2.2.1.3. Página 14. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 244. 60 p. Buenos Aires.
- Schimmel, D.; Stillwell, M.A. y Woodmansee, R.G. (1985). Biogeochemistry of C, N, and P in a soil catena of the shortgrass steppe. *Ecology* 66: 276-282.
- Schwinning, S., Starr, B. I. y Ehleringer, J.R. (2005). Summer and winter drought in a cold desert ecosystem (Colorado Plateau) part I: effects on soil water and plant water uptake. *Journal of Arid Environments* 60: 547-566.
- Sebastiá, M. T. (2004). Role of topography and soils in grassland structuring at the landscape and community scales. *Basic and Applied Ecology* 5: 331-346.
- Shannon, C.E. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, USA. En: Infostat (2015). *Manual del usuario*. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Editorial Brujas. Argentina.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature* 163: 688-690.



- Soil Survey Staff. (1999). *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*; 2nd edition. Agricultural Handbook 436; Natural Resources Conservation Service, USDA, 869 p, Washington.
- Soil Survey Staff (2017). *Claves para la Taxonomía de Suelos 11va Ed.*; versión traducida. Washington DC: USDA, NRCS.
- Sokal, R.R. y Rohlf, F. J. (1979). *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Blune Ediciones. 832 p.
- Sorba, M., Sampietro, C., Beccaria, W. y Rodriguez, M. (2013). Revegetación asistida de un área impactada en Neuquén. *Protección* 90-102.
- Soriano, A. (1956). Los distritos florísticos de la Provincia Patagónica. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* (INTA) 10:323-347.
- Soriano, A. y Sala, O. (1983). Ecological strategies in a Patagonian arid steppe. *Vegetatio* 56: 9-15.
- Tarback, E. y Lutgens, F. (1999). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física*. Madrid. Prentice Hall.
- Valicenti, R., Méndez Escobar, R., Requesens, E., Orfila, E., Farina, E., D'alfonso, C. y Scaramuzzino, R. (2000). Relaciones entre la vegetación y la fisiografía en una transección perpendicular al arroyo Azul (Provincia de Buenos Aires). *Rev. Fac. Agronomía. UNLPam* Vol. 11 N° 1. Santa Rosa.
- Valenzuela, M. F., Castro, I. P., Arce, M. E., Mazzuca, M. y Ocampo, M. (2011). Propiedades físicas y químicas de suelos con *Acantholippia seriphioides* (tomillo) en los alrededores de Comodoro Rivadavia. Departamento de Geología, Departamento de Biología General y Departamento de Química. Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.
- Walkley, A. y Black, I. A. (1934). An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science* 37: 29-38.
- Watt, A. S. (1947). Pattern and process in the plant community. *Journal of ecology* 35: 1-22.
- Wondzell, S. M., Cunningham, G. L. y Bachelet, D. (1996). Relationships between landforms, geomorphic processes, and plant communities on a watershed in the northern Chihuahuan Desert. *Landscape Ecology* 11: 351-362.
- Wu, J. (1999). Hierarchy and scaling: extrapolating information along a scaling ladder. *Canadian Journal of Remote Sensing* 25: 367-380.



Zavala, J. A. y Ravetta, D. A. (2001). Allocation of photo-assimilates to biomass, resin and carbohydrates in *Grindelia chilensis* as affected by light intensity. *Field Crops Research* 69: 143-49.

Zuloaga, O. y Morrone, O. (1996). Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina.

## Anexo I

Listado de especies presentes en los alrededores del Faro San Jorge.

Familia	Género y especie	Hábito	Cat. PlaneAr
Amaranthaceae	<i>Atriplex lampa</i> (Moq.) D. Dietr.	Subarbusto	1
Anacardiaceae	<i>Schinus johnstonii</i> F.A. Barkley	Arbusto	1
Asteraceae	<i>Baccharis darwinii</i> Hook. & Arn	Subarbusto	0
	<i>Chuquiraga aurea</i> Skottsb	Arbusto	2
	<i>Chuquiraga avellanadae</i> Lorentz	Arbusto	2
	<i>Grindelia chilensis</i> (Cornel.) Cabrera	Subarbusto	0
	<i>Perezia recurvata</i> (Vahl) Less	Hierba perenne	3
	<i>Nassauvia ulicina</i> (Hook. F.) Macloskie	Arbusto	2
	<i>Senecio filaginoides</i> DC	Arbusto	0
Berberidaceae	<i>Berberis microphylla</i> G. Forst	Arbusto	0
Boraginaceae	<i>Amsinckia calycina</i> (Moris) Chater	Hierba anual	-
Cactaceae	<i>Astrocactus patagonicus</i>	Subarbusto suculento	-
	<i>Maihuenia patagonica</i> (Phil.) Britton & Rose	Subarbusto suculento	-
	<i>Maihuenopsis darwinii</i> (Hensl.) F. Ritter	Subarbusto suculento	3
Ephedraceae	<i>Ephedra ochreate</i> Miers	Arbusto	1
Euphorbiaceae	<i>Colliguaja integerrima</i> Gillies & Hook.	Arbusto	0
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia trifoliata</i> Cav.	Hierba perenne	-
	<i>Neltuma denudans</i> (Benth.) C.E. Hughes & G.P. Lewis	Arbusto	2
Frankeniaceae	<i>Frankenia patagonica</i> Speg.	Subarbusto	3
Oleaceae	<i>Menodora robusta</i> (Benth.) A. Gray	Subarbusto	3
Plantaginaceae	<i>Plantago patagonica</i> Jacq	Hierba anual	-
Poaceae	<i>Festuca argentina</i> (Speg.) Parodi	Hierba perenne	0
	<i>Jarava neaei</i> (Nees ex Steud.) Peñailillo	Hierba perenne	0
	<i>Pappostipa chubutensis</i> (Speg.) Romaschenko	Hierba perenne	4
	<i>Pappostipa humilis</i> (Cav.) Romasch	Hierba perenne	0
	<i>Poa lanuginosa</i> (Phil.) Giussani & Soreng	Hierba perenne	-
	<i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud	Hierba perenne	-
	<i>Nassella tenuis</i> (Phil.) Barkworth	Hierba perenne	-
Rosaceae	<i>Tetraglochin alatum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Kuntze	Hierba perenne	-
Schoepfiaceae	<i>Arjona tuberosa</i> Cav.	Hierba perenne	-
Solanaceae	<i>Fabiana nana</i> (Speg.) S.C. Arroyo	Arbusto	4
	<i>Lycium ameghinoi</i> Speg.	Arbusto	4
	<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero var.	Arbusto	0



	Chilense		
Verbenaceae	<i>Mulguraea ligustrina</i> (Lag.) N. O'Leary & P. Peralta	Arbusto	4
	<i>Acantholipia seriphioides</i> (A. Gray) Moldenke	Arbusto	2

0. Plantas no indexadas.

1. Plantas muy abundantes en los lugares de origen y con amplia distribución geográfica en más de una de las grandes unidades fitogeográficas.

2. Plantas abundantes, presentes en sólo una de las grandes unidades fitogeográficas.

3. Plantas comunes, aunque no abundantes en una o más de las unidades fitogeográficas.

4. Plantas restringidas a una sola provincia política, o con áreas reducidas compartidas por dos o más provincias políticas contiguas.

5. Plantas de distribución restringida pero con poblaciones escasas o sobre las que se presume que puedan actuar uno o más factores de amenaza.

## Anexo II

Interpretación de los datos analíticos de los suelos.

Clasificación de pH	
Término descriptivo	Rango de pH
Ultra ácido	< 3,5
Muy extremadamente ácido	3,5 a 4,4
Extremadamente ácido	4,5 a 5,0
Fuertemente ácido	5,1 a 5,5
Moderadamente ácido	5,6 a 6,0
Ligeramente ácido	6,1 a 6,5
Neutro	6,6 a 7,3
Ligeramente alcalino	7,4 a 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 a 8,4
Fuertemente alcalino	8,5 a 9,0
Muy fuertemente alcalino	> 9,0

Conductividad eléctrica dS/m
------------------------------



Término descriptivo	Rango
Suelo no salino	< 0,9
Suelo salino	> 0,9

Contenido de materia orgánica	
Término descriptivo	Rango
Extremadamente rico	> 4,2%
Rico	3 – 4,2%
Medianamente rico	2,4 – 3%
Medio	1,8 – 2,4%
Medianamente pobre	1,2 – 1,8%
Pobre	0,6 – 1,2%
Extremadamente pobre	< 0,6%

### Anexo III

Transectas realizadas en los alrededores del Faro San Jorge.

Transecta 1. Coordenadas geográficas: 45° 46' 55,06" S y 67° 22' 58,23" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva	<i>Atriplex lampa</i> <i>Colliguaja integerrima</i> <i>Jarava neaei</i> <i>Lycium chilense</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Nassella tenuis</i> <i>Neltuma denudans</i>	50%	<i>Atriplex lampa</i> : 6,70% <i>Colliguaja integerrima</i> : 13,30% <i>Jarava neaei</i> : 6,70% <i>Lycium chilense</i> : 3,30% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 6,70% <i>Nassella tenuis</i> : 3,30% <i>Neltuma denudans</i> : 10%	Arbustivas: 40% Hierbas perennes: 10%

Transecta 3. Coordenadas geográficas: 45° 46' 46,26" S y 67° 22' 59,81" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva	<i>Acantholippia seriphioides</i> <i>Berberis microphylla</i> <i>Colliguaja integerrima</i> <i>Fabiana nana</i> <i>Jarava neaei</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Senecio filaginoides</i>	70%	<i>Acantholippia seriphioides</i> : 3,30% <i>Berberis microphylla</i> : 13,30% <i>Colliguaja integerrima</i> : 26,70% <i>Fabiana nana</i> : 3,30% <i>Jarava neaei</i> : 3,30% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 20% <i>Senecio filaginoides</i> : 3,30%	Arbustivas: 66,70% Hierbas perennes: 3,30%



Transecta 5. Coordenadas geográficas: 45° 46' 45,0" S y 67° 23' 05,6" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa gramínea arbustiva	<i>Atriplex lampa</i> <i>Baccharis darwinii</i> <i>Jarava neaei</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Nassella tenuis</i> <i>Pappostipa humilis</i>	36,70%	<i>Atriplex lampa</i> : 6,70% <i>Baccharis darwinii</i> : 6,70% <i>Jarava neaei</i> : 3,30% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 3,30% <i>Nassella tenuis</i> : 3,30% <i>Pappostipa humilis</i> : 13,30%	Arbustivas: 10% Hierbas perennes: 20% Subarbustivas: 6,70%

Transecta 7. Coordenadas geográficas: 45° 46' 45,93" S y 67° 22' 55,74" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva gramínea	<i>Amsinckia sp</i> <i>Chuquiraga avellanadae</i> <i>Jarava neaei</i> <i>Lycium chilense</i> <i>Menodora robusta</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Nassella tenuis</i> <i>Pappostipa humilis</i>	50%	<i>Amsinckia sp</i> : 3,30% <i>Chuquiraga avellanadae</i> : 10% <i>Jarava neaei</i> : 3,30% <i>Lycium chilense</i> : 3,30% <i>Menodora robusta</i> : 3,30% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 10% <i>Nassella tenuis</i> : 6,70% <i>Pappostipa humilis</i> : 6,70%	Arbustivas: 26,60% Hierbas perennes: 16,70% Subarbustivas: 3,30% Herbáceas: 3,30%

Transecta 10. Coordenadas geográficas: 45° 46' 55,59" S y 67° 22' 51,37" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva	<i>Acantholippia seriphioides</i> <i>Chuquiraga avellanadae</i> <i>Colliguaja integerrima</i> <i>Jarava neaei</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Senecio filaginoides</i>	43,30%	<i>Acantholippia seriphioides</i> : 6,70% <i>Chuquiraga avellanadae</i> : 13,30% <i>Colliguaja integerrima</i> : 10% <i>Jarava neaei</i> : 6,70% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 3,30% <i>Senecio filaginoides</i> : 3,30%	Arbustivas: 36,60% Hierbas perennes: 6,70%

Transecta 11. Coordenadas geográficas: 45° 46' 27,20" S y 67° 22' 50,0"

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva	<i>Acaena sp</i> <i>Baccharis darwinii</i> <i>Chuquiragua avellanadae</i> <i>Menodora robusta</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Nassauvia ulicina</i> <i>Perezia recurvata</i> <i>Graminea 1</i>	70%	<i>Acaena sp</i> : 3,30% <i>Baccharis darwinii</i> : 3,30% <i>Chuquiragua avellanadae</i> : 10% <i>Menodora robusta</i> : 3,30% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 6,70% <i>Nassauvia ulicina</i> : 30% <i>Perezia recurvata</i> : 3,30% <i>Graminea 1</i> : 10%	Arbustivas: 46,70% Hierbas perennes: 10% Subarbustivas: 6,60% Herbáceas: 6,60%

Transecta 12. Coordenadas geográficas: 45° 46' 39,43" S y 67° 22' 45,88" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva	<i>Atriplex lampa</i> <i>Baccharis darwinii</i>	60%	<i>Atriplex lampa</i> : 20% <i>Baccharis darwinii</i> : 6,7%	Arbustivas: 33,30% Hierbas perennes: 20%



	<i>Lycium chilense</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Nassella tenuis</i> <i>Pappostipa humilis</i> <i>Senecio filaginoides</i>		<i>Lycium chilense</i> : 3,3% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 6,7% <i>Nassella tenuis</i> : 10% <i>Pappostipa humilis</i> : 10% <i>Senecio filaginoides</i> : 3,3%	Subarbustivas: 6,60%
--	---	--	--	----------------------

Transecta 13. Coordenadas geográficas: 45° 46' 37,45" S y 67° 22' 52,00" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva	<i>Atriplex lampa</i> <i>Chuquiraga avellanedae</i> <i>Colliguaja integerrima</i> <i>Gramínea 1</i> <i>Grindelia chilensis</i> <i>Senecio filaginoides</i>	76,70%	<i>Atriplex lampa</i> : 6,70% <i>Chuquiraga avellanedae</i> : 16,70% <i>Colliguaja integerrima</i> : 23,30% <i>Gramínea 1</i> : 20% <i>Grindelia chilensis</i> : 3,30% <i>Senecio filaginoides</i> : 10%	Arbustivas: 56,70% Herbas perennes: 20% Subarbustivas: 3,30%

Transecta 16. Coordenadas geográficas: 45° 46' 51,40" S y 67° 22' 51,80" O

Fisonomía	Especies presentes	Porcentaje de cobertura vegetal	Porcentaje de cobertura de cada especie	Porcentaje de cobertura por tipo biológico
Estepa arbustiva	<i>Acantholippia seriphioides</i> <i>Baccharis darwinii</i> <i>Chuquiragua avellanedae</i> <i>Colliguaja integerrima</i> <i>Mulguraea ligustrina</i> <i>Tetraglochin alatum</i>	50%	<i>Acantholippia seriphioides</i> : 10% <i>Baccharis darwinii</i> : 3,30% <i>Chuquiragua avellanedae</i> : 3,30% <i>Colliguaja integerrima</i> : 23,30% <i>Mulguraea ligustrina</i> : 3,30% <i>Tetraglochin alatum</i> : 6,70%	Arbustivas: 46,60% Subarbustivas: 3,30%



## Anexo IV

Características de los suelos relevadas en campo.

Nombre del perfil: Calicata 1

Ubicación: Zona del Faro San Jorge

Geomorfología: Relictos de pedimento

Pendiente: 0

Exposición: Noreste

Material originario: Material eólico

Vegetación: *Chuquiraga avellanadae*, *Colliguaja integerrima*, *Grindelia chilensis*, gramíneas

Cobertura vegetal: 60%

Superficie del suelo:

Rasgos de anegamiento: Sin signos de anegamiento

Sales/ Alcalis: No se observa

Erosión: Acumulación eólica, formación de nebkas

Clase de drenaje: Buen drenaje

Uso de la tierra: Zona turística

Clasificación: Torriorthent

Horizonte	Descripción
<b>A</b>	Prof. 0 – 7 cm. Color pardo (10 YR 5/3) en seco y 10 YR 4/3 en húmedo. La estructura es en bloques subangulares medios débiles. Consistencia suelta o blanda en húmedo, sin adhesividad. Pocas raíces, finas a medias. No reacciona a la solución de HCl. Límite difuso y plano.
<b>C1</b>	Prof. 7 – 21 cm. Color pardo (10 YR 5/3) en seco y pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares gruesos moderados. Consistencia friable y adhesiva. Pocas raíces y muy finas. No reacciona a la solución de HCl. Se observan hidrocarburos secos adheridos a la estructura del perfil.
<b>2C2</b>	Prof. 21 – 63 cm. Color pardo pálido (10 YR 6/3) en seco y pardo (10 YR 4/3) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares medios fuertes. Consistencia suelta o blanda en húmedo, sin adhesividad. Pocas raíces, finas a medias. No reacciona a la solución de HCl. Límite difuso y plano.
<b>FM</b>	63+ cm. Formación Sarmiento.



Nombre del Perfil: Calicata 2

Ubicación: Área del Faro San Jorge

Geomorfología: Relictos de pedimento

Exposición: Noroeste

Material originario: Material eólico

Vegetación: *Atriplex lampa*, *Nassella tenuis*, *Pappostipa humilis*, *Lycium chilense*

Cobertura vegetal: 80%

Superficie del suelo: Pedregosidad 80%

Rasgos de anegamiento: Sin signos de anegamiento

Sales/ Alcalis: No se observan

Erosión: Hídrica

Clase de drenaje: Muy buen drenaje

Uso de la tierra: Ex locación petrolera

Clasificación: Torriorthent

Horizonte	Descripción
<b>A1</b>	Prof. 0 – 10 cm. Color pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares medios débiles. Consistencia plástica y adhesiva en húmedo. Muy pocas y muy finas raíces. No reacciona a la solución de HCl. Límite gradual y plano. Abundancia de fragmentos gruesos a lo largo del perfil.
<b>A2</b>	Prof. 10 – 20 cm. Color pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares finos débiles. Consistencia plástica y adhesiva en húmedo. Muy pocas y muy finas raíces. Leve reacción a la solución de HCl. Abundancia de concreciones. Límite claro y plano. Abundancia de fragmentos gruesos.
<b>C1</b>	Prof. 20 – 40 cm. Color grisáceo claro (10 YR 6/2) en seco y pardo grisáceo (10 YR 5/2) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares medios moderados. Consistencia plástica y adhesiva en húmedo. Muy pocas y muy finas raíces. Fuerte reacción a la solución de HCl. Abundancia de concreciones. Límite claro y plano. Límite gradual y plano. Menor cantidad de fragmentos gruesos que en el horizonte superior (A2).
<b>2C2</b>	Prof. 40 – 64 cm. Color pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/2) en húmedo. La estructura es bloques subangulares gruesos moderados. Consistencia muy plástica y adhesiva. Pequeñas cantidades de raíces a lo largo del perfil, de grosor reducido. Fuerte reacción a la solución de HCl. Abundancia de concreciones. Límite claro y plano. Abundancia de fragmentos gruesos. Fuerte presencia de carbonatos. Presencia de fósiles de ostreas.
<b>FM</b>	Prof. 64+ cm. Formación Sarmiento.



Nombre del Perfil: Calicata 3

Ubicación: Área del Faro San Jorge

Geomorfología: Relictos de pedimento

Exposición: Noreste

Material originario: Material eólico

Vegetación: gramíneas, *Colliguaja integerrima*, *Atriplex lampa*, *Chuiquiraga avellanadae*, *Acantholippia seriphioides*

Cobertura vegetal: 75%

Superficie del suelo: Pedregosidad entre 60 y 70%

Rasgos de anegamiento: No se observan rasgos de anegamiento

Sales/ Alcalis: No se observan

Erosión: Hídrica

Clase de drenaje: Buen drenaje

Uso de la tierra: Zona turística

Clasificación: torriorthent

Horizonte	Descripción
<b>A</b>	Prof. 0 – 8 cm. Color pardo (10 YR 5/3) en seco y 10 YR 4/3 en húmedo. Sin estructura definida, por lo que se considera suelto. Consistencia suelta o blanda en húmedo, sin adhesividad. Raíces comunes medias y finas. No reacciona a la solución de HCl. Límite claro y plano.
<b>C1</b>	Prof. 8 – 19 cm. Color pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo. La estructura es bloques subangulares finos débiles. Consistencia suelta o blanda en húmedo, sin adhesividad. Raíces finas a medias. No reacciona a la solución de HCl. Límite gradual y plano. Se observan fragmentos gruesos.
<b>C2</b>	Prof. 19 – 38 cm. Color pardo (10 YR 4/3) en seco y pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares finos moderados. Consistencia ligeramente plástica, sin adhesividad. Abundantes raíces, finas. No reacciona a la solución de HCl. Límite claro y plano. Abundancia de fragmentos gruesos.
<b>2C3</b>	Prof. 38+ cm. Color pardo amarillento (10 YR 5/4) en seco y pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares muy finos fuertes. Consistencia adhesiva y plástica. Carbonatos diseminados a lo largo del horizonte. Muy pocas y muy finas raíces. Leve reacción a la solución de HCl. Abundancia de fragmentos gruesos, los cuales aumentan a lo largo del perfil.
<b>FM</b>	Formación Sarmiento.



Nombre del Perfil: Calicata 4

Ubicación: Área del Faro San Jorge

Geomorfología: Relictos de pedimento

Exposición: Noreste

Material originario: Eólico, coluvial

Vegetación: *Ephedra ochreatea*, *Atriplex lampa*, *Chuquiraga avellanadae*

Cobertura vegetal: 60%

Superficie del suelo: Pedregosidad 80%

Rasgos de anegamiento: Sin rasgos de anegamiento

Sales/ Alcalis: No se observan

Erosión: Hídrica

Clase de drenaje: Buen drenaje

Uso de la tierra: Zona turística

Clasificación: Torriorthent

Horizonte	Descripción
<b>A</b>	Prof. 0 – 7 cm. Color pardo (10 YR 5/3) en seco y 10 YR 4/3 en húmedo. No posee estructura. Consistencia adhesiva y plástica. Pocas raíces, muy finas. No reacciona a la solución de HCl.
<b>C</b>	Prof. 7 – 50 cm. Color pardo (10 YR 5/3) en seco y 10 YR 4/3 en húmedo. La estructura es en bloques subangulares muy gruesos fuertes. Consistencia muy adhesiva y plástica. Pocas raíces, muy finas. Reacción muy fuerte a la solución de HCl. Límite difuso y plano. Se observan algunos fragmentos gruesos, como gravas. Presencia de concreciones en forma de nódulos, y CaCO <sub>3</sub> en forma masiva.
<b>FM</b>	Prof. 50+ cm. Formación Sarmiento.



Nombre del Perfil: Calicata 5

Ubicación: Área del Faro San Jorge

Geomorfología: Relictos de pedimento

Exposición: Noreste

Material originario: Eólico e hídrico

Vegetación: *Atriplex lampa*, *Chuquiraga avellanadae*, gramíneas

Cobertura vegetal: 70%

Superficie del suelo: Sin rasgos de pedregosidad

Rasgos de anegamiento: No se observan

Sales/ Alcalis: No se observan

Erosión: Hídrica y eólica

Clase de drenaje: Muy buen drenaje

Uso de la tierra: Zona turística

Clasificación: Torriorthent

Horizonte	Descripción
<b>A</b>	Prof. 0 – 13 cm. Color pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/3) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo. Sin estructura o suelto. No presenta consistencia adhesiva o plástica. Muy pocas y muy finas raíces. No reacciona a la solución de HCl. Límite difuso y plano.
<b>C1</b>	Prof. 13 – 30 cm. Color pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/3) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares finos débiles. No presenta consistencia adhesiva o plástica. Raíces comunes y finas. Límite difuso y plano.
<b>C2</b>	Prof. 30 – 50 cm. Color pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/3) en seco y pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares finos moderados. No presenta consistencia adhesiva o plástica. Muy pocas y muy finas raíces. Límite difuso y plano.
<b>2C3</b>	Prof. 50 – 102 cm. Color pardo grisáceo (10 YR 5/2) en seco y pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares medios moderados. No presenta consistencia adhesiva o plástica. Se observaron raíces de <i>Colliguaja integerrima</i> . Límite difuso y plano.
<b>FM</b>	Prof. 102+ cm. Formación Sarmiento.



Nombre del Perfil: Calicata 6

Ubicación: Área del Faro San Jorge

Geomorfología: Relictos de pedimento

Exposición: Este

Material originario: Eólico

Vegetación: *Colliguaja integerrima*, *Chuquiraga avellanadae*, *Retanilla patagonica*

Cobertura vegetal: 60%

Superficie del suelo: Pedregosidad 30%

Rasgos de anegamiento: Sin rasgos de anegamiento

Sales/ Alcalis: No se observan

Erosión: Hídrica y eólica (desnivel de nebkas)

Clase de drenaje: Buen drenaje

Uso de la tierra: Uso urbano

Clasificación: Torriorthent

Horizonte	Descripción
<b>A</b>	Prof. 0 – 6 cm. Color pardo (10 YR 5/3) en seco y 10 YR 4/3 en húmedo. La estructura es en bloques subangulares gruesos débiles. Consistencia ligeramente plástica y adhesiva. Pocas raíces y muy finas. No reacciona a la solución de HCl. Límite difuso y plano. Abundantes fragmentos gruesos.
<b>C</b>	Prof. 6 – 21 cm. Color pardo (10 YR 5/3) en seco y pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo. La estructura es en bloques subangulares gruesos fuertes. Consistencia muy plástica y adhesiva. Mayor cantidad de raíces que en el horizonte superior, tanto finas como gruesas. No reacciona a la solución de HCl. Límite difuso y plano. Menor cantidad de fragmentos gruesos.
<b>2C2</b>	Prof. 21 – 50 cm. Color pardo pálido (10 YR 6/3) en seco y pardo 10 YR 5/3 en húmedo. La estructura es en bloques subangulares muy gruesos muy fuertes. Consistencia muy plástica y adhesiva. Pocas raíces, finas a medias. No reacciona a la solución de HCl. Abundantes concreciones, en forma masiva. Límite difuso y plano. El porcentaje de gravas disminuyó a lo largo del perfil. Se observó una línea de CaCO <sub>3</sub> en forma masiva.
<b>FM</b>	Prof. 50+ cm. Formación Sarmiento.