

# ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS SCRIPTA

AÑO 4 NÚMERO 2 JULIO-DICIEMBRE, 2018



**ANP**  
*Scripta*  
Revista Digital de Investigación Científica



# Índice

## Consejo editorial y comité editorial:

[http://areas-naturales-prottegidas.org/scripta/e\\_cuerpo\\_editorial.php](http://areas-naturales-prottegidas.org/scripta/e_cuerpo_editorial.php)

Editorial	III
1. Evaluación de senderos de montaña y medidas de manejo para mitigar impactos en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. <i>Juliana Torres Mendoza, Fiorella Repetto-Giavelli; Francisca Quezada Sanhueza; Manuel Sánchez Contreras, Beatriz González González y Germainee Vela-Ruiz Figueroa*</i>	25
2. Listado actualizado de la herpetofauna de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. <i>Sharon Yedid Valdez-Rentería, Leonardo Fernández-Badillo*, Cristian Raúl Olvera-Olvera, Guillermo Sánchez-Martínez e I. Goyenechea</i>	49
3. Estimación de atributos forestales mediante teledetección en bosques mixtos de Durango, México. <i>Ramiro Pérez Miranda*, Martín Enrique Romero Sánchez, Antonio González Hernández, Luis Martínez Ángel, Victor Javier Arriola Padilla</i>	73

## **Assessment of mountain trails and management measures to mitigate impact in Torres del Paine National Park, Chile**

# **Evaluación de senderos de montaña y medidas de manejo para mitigar impactos en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile**

Juliana Torres Mendoza<sup>1</sup>, Fiorella Repetto-Giavelli<sup>1</sup>; Francisca Quezada Sanhueza; Manuel Sánchez Contreras<sup>1</sup>, Beatriz González González<sup>1</sup> y Germainee Vela-Ruiz Figueroa<sup>1\*</sup>.

### **Resumen**

Este estudio evalúa los impactos en las proximidades de los campamentos en los principales senderos de montaña del Parque Nacional Torres del Paine, reconocido actualmente como uno de los lugares más populares para realizar senderismo en Chile, y que en las últimas décadas ha experimentado un constante y progresivo aumento de visitantes en busca de naturaleza y aventura.

Los cambios biofísicos identificados en el área de estudio, como el ancho de los senderos, profundidad de la huella, exposición de raíces, transformación del suelo y formación de multihuellas debido al tránsito de visitantes por los circuitos de montaña, indican la necesidad de implementar acciones de manejo que permitan disminuir los impactos ambientales y mejorar la calidad de experiencia de los visitantes.

Analizando el tipo y grado de impacto en los tramos de senderos evaluados, así como su relación con las actividades recreativas ofrecidas en el parque nacional, se tiene un mejor conocimiento sobre el estado en que se encuentran, además de tener argumentos y proponer acciones para mitigar los impactos negativos actuales y prevenir los riesgos futuros. En este sentido, se han reconocido las problemáticas y/o conflictos que afectan directamente al estado de los senderos; se han propuesto acciones a los administradores y gestores de esta área silvestre protegida y del área privada inserta dentro del parque para disminuir y mitigar los impactos encontrados, lo que permite trabajar en pro del gran reto de encontrar un equilibrio adecuado entre la conservación y el uso turístico, como prioridad para el Parque Nacional Torres del Paine.

<sup>1</sup> Centro Regional Fundación CEQUA. Punta Arenas, Chile.  
germainee.velaruiz@cequa.cl, juliana.torres@cequa.cl

**Palabras clave:** Áreas protegidas. Erosión. Turismo. Visitantes

## Abstract

This study assessed the impact of tourist activities near campsites in the main mountain trails of Torres del Paine National Park, which is currently recognized as one of the most popular hiking places in Chile and has maintained a tourist growth in recent decades.

The results indicated the need to implement management actions due to the significant changes in vegetation cover, soil condition, trails in depth and width, root exposure, and informal trails that are generated by visitors' excursions in the mountain trails, whose level of trekking experience might have affected trail conditions.

Understanding and assessing the type and extent of trail impacts, as well as the relationship with the recreational activities offered in the National Park, should allow managers to have a better knowledge, recognize their condition and propose actions to reduce and minimize negative impacts. The main problems affecting trail condition have been identified. Actions have been proposed to the national park and private area managers as guidelines to reduce and mitigate the impacts found in the surrounding areas. These measures will allow managers to work towards the great challenge of finding an adequate balance between conservation and tourism as a priority of Torres del Paine National Park.

**Keywords:** Protected areas. Erosion. Tourism. Visitors

## Introducción

Los senderos de montaña permiten tener una experiencia única, en la que el visitante disfruta del entorno a un ritmo personal, en una relación íntima con su medio y los recursos naturales que lo rodean (Tacon y Firmani, 2004). Las tendencias mundiales por el interés en actividades recreativas están en continuo crecimiento (Monz *et al.*, 2010), encontrando entre ellas que el senderismo es cada vez más apetecido por turistas en el mundo, lo cual ha tenido implicaciones económicas, sociales y ambientales (Leung y Marion, 2000; Olafsdottir y Runnström, 2013), y su demanda en áreas protegidas a nivel mundial se mantiene en aumento (Monz y D'Antonio, 2009, Monz *et al.*, 2010).

Sin embargo, el senderismo provoca impactos negativos en el entorno natural en que se lleva a

cabo, entre los que resaltan: la pérdida de vegetación, el cambio de composición de la vegetación, compactación y pérdida de suelo, erosión, humedad excesiva, exposición de raíces, ensanchamiento de los senderos, fragmentación de hábitat, creación de multihuellas e introducción de plantas invasoras (Marion y Leung, 2001; Farrell y Marion, 2001; Marion *et al.*, 2006; Knapp y Ducey, 2009; Monz y D'Antonio, 2009; Olafsdottir y Runnström, 2013). Así mismo, se ha demostrado que la resistencia y resiliencia a los impactos están fuertemente relacionadas con el tipo de ecosistema (Monz y D'Antonio, 2009), y que la ubicación y el diseño del sendero son de gran relevancia para disminuir las diferentes formas de impacto (Farrell y Marion, 2001). Estos impactos, no solo afectan los recursos naturales, sino que también tienen efectos negativos en la percepción del visitante, disminuyendo la calidad de su experiencia, aumentando la dificultad de la caminata, y reduciendo los aspectos estéticos y la seguridad del caminante (Marion y Leung, 2001, Knapp y Ducey, 2009).

Los senderos deberían tener tan poco impacto en el medio ambiente como fuese posible, y esto se logra a través de la planificación, el diseño y el mantenimiento efectivo (Havel, 2009). De manera que se hace indispensable contar con información que ayude a planificar, tomar decisiones acorde a las problemáticas encontradas y proponer acciones que permitan mitigar los impactos encontrados (Cole *et al.*, 1997; Farrell y Marion, 2001; Marion y Leung, 2001; Olafsdottir y Runnström, 2013).

Por este motivo, se justifica la importancia de conocer y monitorear la dinámica de los impactos en los senderos, ya que es lo que permite proponer acciones de manejo adecuadas a los factores que intervienen en su deterioro y priorizar las medidas de intervención según el grado de afectación.

Diferentes autores consideran que los senderos deben tener pendientes no superiores a los 10° en promedio para evitar la erosión (Dixon *et al.*, 2004; Tacon y Firmani, 2004; Havel, 2009 y Lechner, 2016) y un ancho promedio entre uno y un metro y medio para senderos con un nivel de uso moderado a alto en Áreas Silvestre Protegidas (Subsecretaría de Turismo de Chile, 2017). Pero más allá de una pendiente y un ancho específico, existen aspectos técnicos relevantes en el diseño y construcción, que aunque varíen de un lugar a otro, el diseño siempre debe contemplar: las características del ambiente, un manejo efectivo del agua, el uso de infraestructura complementaria, y ser acorde a las actividades asociadas. Un buen diseño y construcción estimula a los visitantes a mantenerse en el sendero disminuyendo sus impactos (Tacon y Firmani, 2004).

Es manifiesto que existe un gran reto a nivel mundial, para lograr una relación positiva entre el turismo y la conservación (Budowsky, 1976), lo que demuestra la importancia de este tipo de evaluaciones, con la que se obtienen datos confiables para que los gestores de áreas protegidas decidan, en base a conocimientos técnicos y científicos, cuál es el grado de impacto aceptable. Asimismo, esta información permite definir, seleccionar y proponer medidas que mejoren la gestión, planificación y el manejo adecuado de los visitantes, contribuyendo significativamente en la conservación de áreas protegidas en todo el mundo (Leung y Marion, 2000, Monz *et al.*, 2010).

El presente estudio fue realizado en el marco del proyecto Innova Corfo “Sistema de manejo turístico en áreas protegidas de Chile: caso piloto Parque Nacional Torres del Paine”, ejecutado entre los años 2014 y 2017 por el Centro Regional Fundación CEQUA. Dicho proyecto generó una metodología de planificación del uso turístico dentro del Parque Nacional Torres del Paine que incluyó diversos aspectos sobre la gestión de los visitantes (Vela-Ruiz, 2017), siendo uno de ellos la evaluación de la condición de los senderos de montaña.

En dicho contexto, el presente artículo tiene como objetivo evaluar el estado de los senderos de montaña en las proximidades de los campings del Parque Nacional Torres del Paine, y en base a los resultados obtenidos proponer acciones de manejo que permitan en el mediano y largo plazo mitigar y prevenir los impactos encontrados.

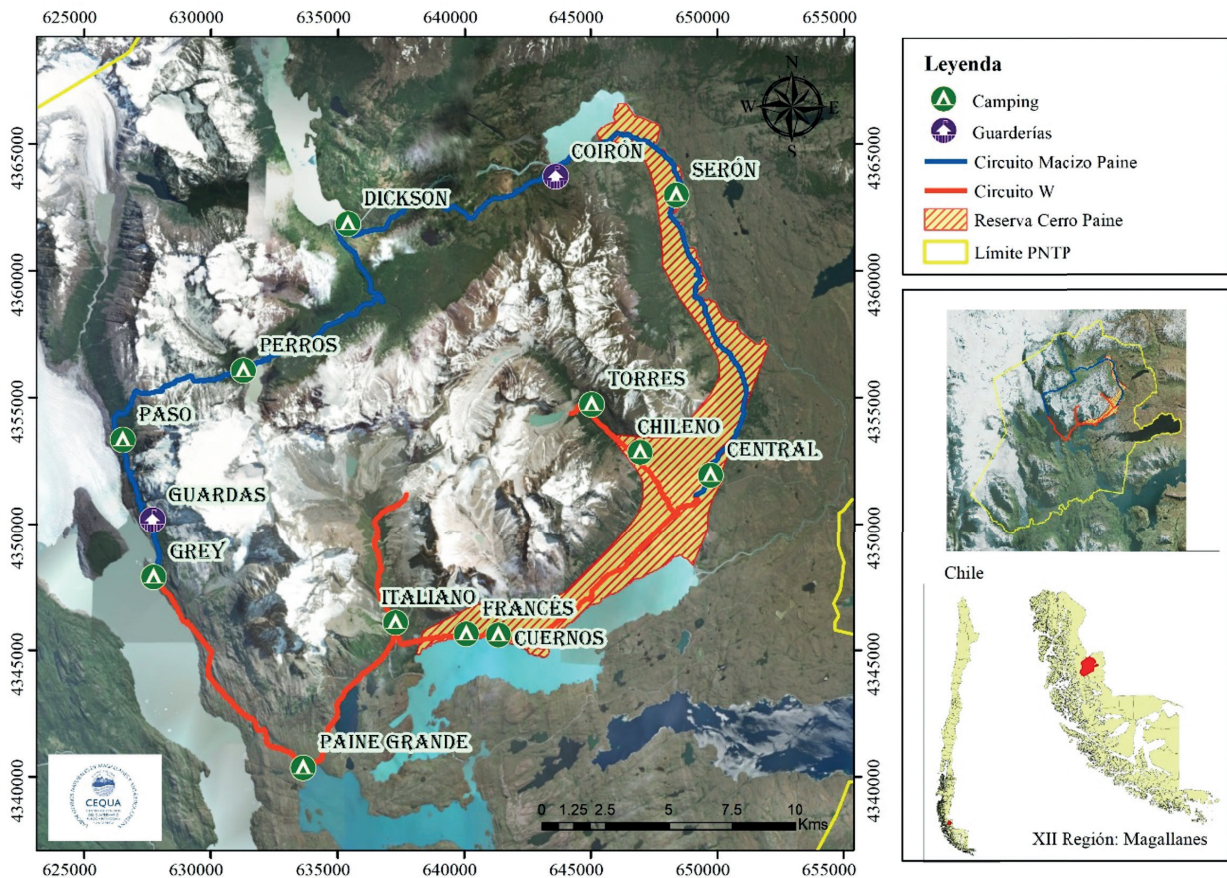
## Materiales y métodos

### *Área de estudio*

El Parque Nacional Torres del Paine (PNTP), forma parte del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile (SNASPE) y es administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). Éste, es uno de los parques más importantes de Chile y la Patagonia a nivel paisajístico y turístico, reconocido internacionalmente como un territorio ícono para realizar actividades de senderismo. Se encuentra ubicado en la Región de Magallanes y Antártica Chilena, al oriente de la Cordillera de los Andes entre las latitudes 50°45' - 51°20' S y las longitudes 72°31' - 73°22' O. Este parque nacional debe su nombre al macizo montañoso que se alza en su interior alcanzando los 3.000 m s.n.m., y cuyas características geomorfológicas, vegetación, fauna y glaciares definen el lugar con un paisaje único e impactante. Este complejo montañoso, forma parte de la Cordillera Paine, que se formó durante el Mioceno hace doce millones de



años atrás, independiente a la Cordillera de los Andes (Pisano, 1974), y es el principal motivo de visitación, ya que es posible recorrerlo por medio de senderos que lo rodean.



**Figura 1.** Mapa del Parque Nacional Torres del Paine, Reserva Cerro Paine y circuitos de montaña. En color rojo se destaca el circuito W y en azul el circuito Macizo Paine, senderos evaluados en el presente artículo. Los nombres indican áreas de camping.

El PNTP presenta una superficie aproximada de 181.414 ha, y tiene la mayor concentración de visitantes en los meses estivales, entre septiembre y marzo de cada año.

Según los registros obtenidos por los administradores, el PNTP ha tenido un crecimiento promedio en los últimos cinco años de un 13% anual, llegando el año 2017 a tener 264.800 visitantes. De acuerdo a información generada por CONAF, se estima que el 30% del total de visitantes que ingresan al parque hacen uso de algún sendero de montaña. Durante el 2015, año en que se realizó la toma de datos del presente artículo, ingresaron al Parque Nacional Torres del Paine 211.886 visitantes, estimándose que 84.149 de ellos hicieron uso de los senderos de montaña.

Los senderos evaluados que recorren los visitantes pertenecen tanto a terreno público como privado, ya que inserto dentro del parque nacional existe un área protegida privada llamada

Reserva Cerro Paine (RCP) (figura 1). Los senderos de montaña “W” y “Macizo Paine” son los senderos más populares e incluyen un recorrido de 119,96 km que rodean el complejo montañoso. Estos senderos incluyen doce áreas de uso público donde existen camping y refugios para visitantes: (cinco de estas áreas se encuentran dentro de la RCP) y dos sectores exclusivos de guardería de CONAF (figura 1), los visitantes realizan senderismo en modalidades de visita diaria, y visitas con pernoctación en sitios habilitados, realizando recorridos que demoran entre dos y diez días.

### Técnicas y herramientas metodológicas

Para la evaluación de la condición del sendero de montaña del PNTP se utilizaron y complementaron dos metodologías: *Evaluación del sendero por puntos de muestreo* (Point sampling track assessment) y *Evaluación de problemas de sendero* (Track problem assessment).

La *evaluación del sendero por puntos de muestreo* (Dixon, *et al.*, 2004; Marion y Olive, 2006), es una metodología de muestreo sistemática para la cual se localizan puntos a lo largo de un sendero.

Para este estudio, la toma de datos se realizó específicamente en las áreas de influencia de los campings, tanto en el sendero de entrada al área como el de salida, considerando como punto inicial de muestreo a 500 m de los campings de montaña, luego se repitió la toma de datos cada 500 m hasta completar un total de 2,5 km de recorrido en ambas direcciones del camping (Para referencia de ubicación de campings ver figura 1). En cada punto, se observó la condición del sendero, registrando en una ficha (figura 2) las características que permitieran definir, analizar y valorar los impactos, entendiendo estos como cualquier cambio biofísico indeseado, relacionado con la presencia de visitantes y sus actividades recreativas (Leung y Marion, 2000).

Los indicadores y parámetros seleccionados para confeccionar la ficha, se tomaron del Manual de Indicadores de Sustentabilidad de Áreas Protegidas (De la Maza *et al.*, 2014), que incluye los siguientes aspectos:

- 1.) Indicadores de impacto: intensidad y tipo de uso (personas y/o caballos), ancho máximo, profundidad de la huella, presencia de raíces expuestas, compactación y transformación del suelo, daño en la vegetación.
- 2.) Parámetros ambientales: suelo, tipo de vegetación, elevación y pendiente.
- 3.) Mantenimiento y diseño de sendero: existencia de drenaje, escalones, barandas, manejo del sendero, presencia de multihuellas y otros.



CONDICIÓN DEL SENDERO/CAMPAMENTO					
Nombre AP	Persona evaluando sendero			Tipo de ambiente/vegetación	
<b>PNTP</b>					
Nombre Sendero	Fecha	Hora	Altura	Ubicación GPS	
<b>Nivel de uso</b>	bajo	medio	alto	Tipo de uso:	Personas Caballos Otros
<b>Vegetación</b>	Descortezado:			Clavos/pintura:	
	Ramas quebradas:			Quema	
	Raíz expuesta			Extracción madera:	
	Cortes en corteza:			Sp dominantes	
	Estado gral: bajo medio alto				
<b>Suelo</b>	Tipo: arenoso limoso arcilloso			*Pendiente Sendero	FICHA N°
	Compactación: SI__ NO__ nivel/área:			Presencia Humedad SI__ NO__	
<b>Erosion</b>	Presencia surcos/carcavas		SI__ NO__ %	Ancho total	
	Presencia raíces expuestas SI__ NO__ Frec:			Profundidad maxima	
	Tranformación material (agua/viento) SI__ NO__			Presencia rocas caidas/exp SI__ NO__ SI__ NO__	
<b>Manejo / Mantención</b>	Presencia de drenajes			Observaciones	
	Presencia escalones/barandas/				
	Presencia Multihuella				

**Figura 2.** Ficha de Terreno con los aspectos levantados para cada punto evaluado.

**Fuente:** Elaboración propia adaptada de De la Maza *et al.*, 2014.

Según Marion *et al.* (2006), una forma significativa de evaluar la degradación de los senderos es mediante su grado de erosión, entendido por el autor, como la presencia de rocas, raíces o transformación de material a causa del viento, agua o uso, por lo que también se incorporó esta información en la ficha.

A partir del sistema de clasificación de senderos propuesto por Marion *et al.* (2006), método cualitativo que permite evaluar el estado del sendero, se elaboró un sistema de clasificación adaptado a la realidad del PNTD (tabla I), con el objeto de dimensionar los impactos negativos e identificar las posibles amenazas para los recursos naturales, para los visitantes y para la conservación del destino.

Por tanto, la magnitud del impacto en cada punto muestreado se valoró aplicando el sistema elaborado, según cuatro indicadores: ancho de sendero; profundidad de huella; presencia de raíces expuestas y/o rocas; y presencia de multihuellas, a los que se les asignó una valoración entre cero y dos en función de la información registrada en terreno.

La metodología *Evaluación de problemas de sendero* (Leung y Marion, 1999), se utilizó para complementar la información recolectada e incluir otros puntos críticos en la evaluación de aquellos sectores degradados. Los sectores con problemas específicos en el sendero fueron detectados por

los observadores en terreno, quienes tomaron los mismos datos de la ficha que se utilizó en los puntos de muestreo específicos. Ambas metodologías permitieron tener un mayor conocimiento y valorar el estado de los senderos en áreas de influencia de campings del PNTP y del terreno privado RCP. Se evaluaron un total de sesenta y tres puntos a lo largo de los senderos W y Macizo Paine, datos levantados en dos terrenos de diez días cada uno, el primero durante el mes de enero y el segundo en febrero de 2015, suponiendo un total de 221 horas de muestreo en terreno.

**Tabla I.** Sistema de clasificación para la evaluación del estado de senderos del PNTP

INDICADOR	RANGO	DEFINICIÓN
ANCHO	0	1.1-1.5 m
	1	< 1 m / 1.6-3 m
	2	>3 m
PROFUNDIDAD	0	< 5 cm
	1	entre 6 - 25 cm
	2	>25 cm
EROSION	0	sin erosión
	1	presencia de surcos
	2	Presencia de rocas, raíces o transformación de material a causa del viento, agua o uso.
MULTIHUELLAS	0	Ausencia
	1	Presencia

**Fuente:** Elaboración propia a partir de Marion *et al.* (2006) y ajustada a realidad local.

**Tabla II.** Escala condición de senderos en el Parque Nacional Torres del Paine

ESCALA	CONDICION	DEFINICION DE SENDERO
1	Bueno	Ancho óptimo entre 1 y 1,5 m. Con menos de 5 cm de profundidad en línea media del sendero. Sin estrés evidente o poco estrés. Con poca o ninguna alteración a la vegetación. Sin erosión, ni multihuellas.
2	Aceptable	Ancho con no más de 1,5 m. Con una profundidad en la línea media de menos de 25 cm. Estrés presente.
3 - 4 - 5	Malo	Ancho puede ser mayor de 3 m en algunos casos. Profundidad en línea media puede ser mayor a 25 cm. Presencia de multihuellas en algunos casos. Estrés evidente. Erosión activa.
6 - 7	Muy malo	Ancho puede ser mayor a 3 m. Profundidad mayor a 25 cm. Presencia de multihuellas. Estrés muy fuerte. Presencia de rocas y/o raíces. Vegetación muerta y marcada erosión del suelo. Presencia de cárcavas activas en el sendero.

La tabla II, establece la condición del sendero, en función del valor obtenido en la sumatoria de los valores que establecen los cuatro indicadores de impacto evaluados y mencionados en la tabla I. La información recopilada en la ficha, junto a un análisis cualitativo, y la adaptación de Olafsdottir y Runnström, (2013) permitió obtener escalas ajustadas a la realidad local (tabla II).

## Resultado y discusión

### Estado de los senderos

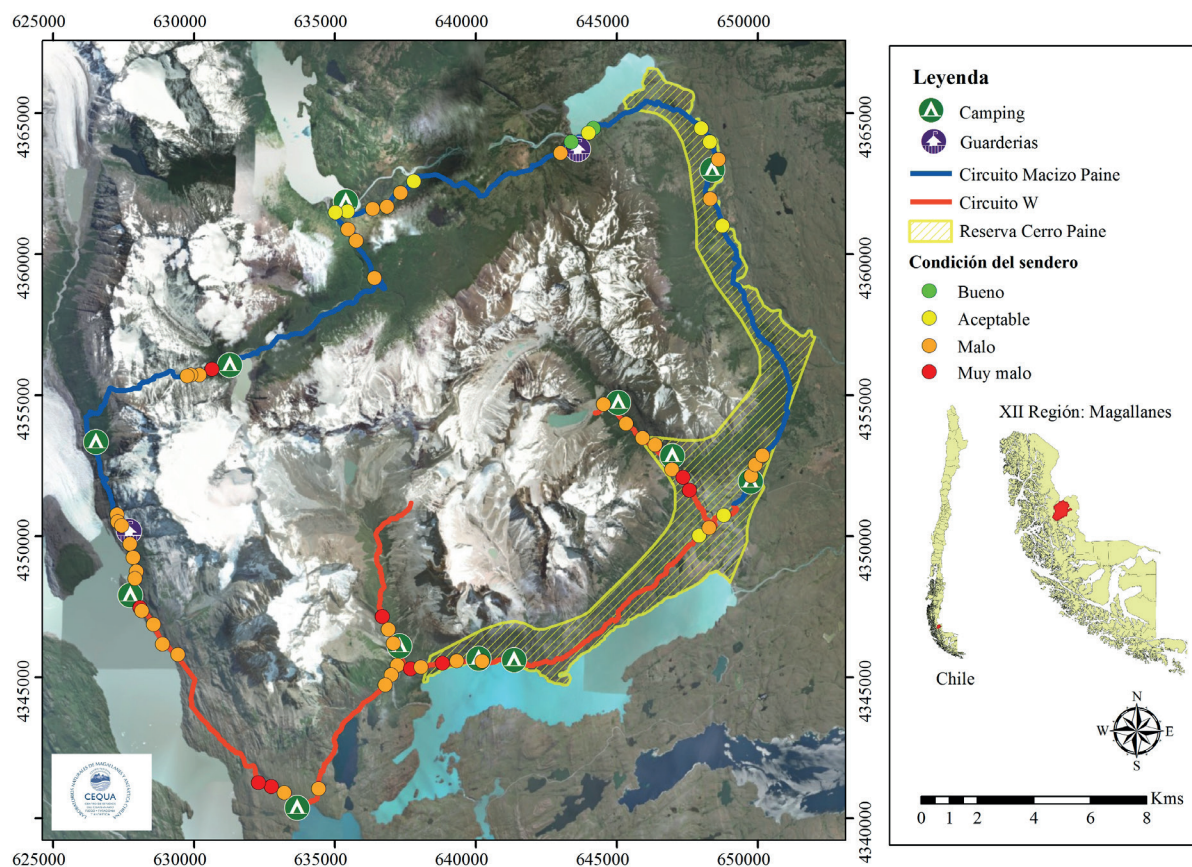


Figura 3. Mapa de análisis de los puntos de muestreo según el estado de sendero

A partir de la valoración de la información levantada (anexo) para cada uno de los indicadores seleccionados (ancho máximo, profundidad, presencia de raíces expuestas y/o rocas, y existencia de multihuellas) solo el 3,2 % de los puntos evaluados, fueron clasificados como indicadores de una “buena condición” del sendero. Estos puntos aparecen representados en la figura 3 en color



verde y se caracterizan por tener un ancho de sendero entre 1 y 1,5 m, profundidad en su línea media inferior a 5 cm y no presenta erosión o un cambio importante en el suelo por el cual se transita.

**Tabla III.** Resultados de estado de los senderos W y Macizo Paine del Parque Nacional Torres del Paine, según los criterios evaluados.

% REPRESENTACIÓN	EVALUACIÓN	ESTADO
3,20%	1	Bueno
14,50%	2	Aceptable
67,70%	3,4,5	Malo
14,50%	6,7	Muy malo

El 14,5 % de los puntos, obtuvo la condición de “aceptable”. En la figura 3 aparecen en color amarillo, e indican lugares donde el ancho promedio no tiene más de 1,5 m, la profundidad en su línea media no es mayor a los 25 cm y se evidencia estrés en el sendero. A pesar de considerarse aceptables, muestran en ocasiones raíces expuestas y/o rocas, dependiendo del ecosistema, alteración del suelo y erosión del mismo, así como una transformación en la cobertura vegetal.

Los puntos que señalan una “mala condición” del sendero representan el 67,7% del total, éstos se observan de color naranja en la figura 3 e incluyen casos en los que el sendero alcanza más de 3 m de ancho.

Si a esto le sumamos profundidades que llegan hasta 44 cm en su línea media, la presencia de raíces expuestas y/o rocas, una alteración evidente del suelo, marcada erosión, así como una pérdida significativa de la cobertura vegetal, se conjugan una serie de impactos de considerable magnitud. Los puntos cuya evaluación indica “muy mala condición” del sendero alcanzaron una representatividad del 14,5%, asociados al color rojo en la figura 3, llegan a presentar anchos de 4 m y hasta 7,5 m, con cárcavas de profundidades mayores a 35 cm en la línea media, y en algunos casos con más de 50 cm, y hasta 73 cm de profundidad. En estos puntos se observaron rocas y/o raíces expuestas, vegetación degradada, muerta y erosión del suelo activa y evidente.

El análisis de la información obtenida en los sesenta y tres puntos de muestreo (tabla III), demostró que los sectores cercanos a los campings y los senderos con mayor visitación en el PNTP se encuentran en general en mal estado. Los impactos observados en el presente estudio incluyeron principalmente: el ensanchamiento de los senderos, la profundidad excesiva de la

huella, la existencia de cárcavas activas, cambio y compactación del suelo, presencia de raíces y rocas independientes del ecosistema, alteración de la vegetación existente, así como fragmentación del hábitat.

En el año 2001 Farrell y Marion estudiaron los senderos de montaña del PNTP, encontrando que los principales impactos eran la erosión de la huella, la humedad y el lodo en los senderos, la presencia de multihuellas, la pérdida de vegetación, el cambio de composición de la vegetación, la compactación del suelo y el ensanchamiento de senderos. Según los autores, estos impactos estaban relacionados con tres factores: el uso, las características ambientales y el manejo.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, han mostrado una relación entre los impactos encontrados con la capacidad de manejo del Parque Nacional Torres del Paine. El estudio ha identificado los siguientes aspectos como relevantes para disminuir el impacto que genera el senderismo: el diseño, construcción y mantención de los senderos; el manejo de los visitantes, la diferenciación en el tipo de uso de los senderos en el área privada (caballos y personas en senderos separados) y la divulgación de buenas prácticas con objeto de mejorar el comportamiento de quienes transitan los senderos del Parque. Todos estos factores se vinculan al manejo del área protegida, entendiendo además que los administradores o gestores tienen un papel fundamental en la planificación y gestión del turismo en entornos naturales (Cole, *et al.*, 1997, Leung y Marion, 2000; Olafsdottir y Runnström, 2013).

Se considera que el diseño de los senderos del PNTP constituye un factor esencial en la extensión y severidad de los impactos encontrados. Tanto los resultados del presente estudio, como los obtenidos por Farrell y Marion (2001) conducen a conclusiones similares, señalando la susceptibilidad de los senderos en el PNTP a la erosión por el tipo de diseño, las altas pendientes y la falta de mantenimiento, lo cual acelera los procesos erosivos.

Los resultados también coinciden con las recomendaciones generadas por Ambar -Euro Chile (2004), quienes definieron la capacidad de carga para el PNTP, en la que se establecen límites de visitación, y se recomienda mejorar los trazados en los senderos en función a las cargas de visitantes, mejorar la gestión y el control en los senderos. Sin embargo, ninguna de estas medidas se implementó en el Parque Nacional Torres del Paine.

El conocimiento de la realidad local, la falta de recursos económicos y humanos, la cantidad de kilómetros de senderos sin planificación, ni manejo adecuado y las grandes proporciones

de senderos expuestas a impactos negativos, demuestran la necesidad de enfocar los esfuerzos priorizando los sectores más afectados, los sectores con ecosistemas más frágiles y aquellos con más altas tasas de visitación. Por lo que la importancia del presente estudio radica, no solo en exponer los impactos encontrados, sino en lograr definir sectores prioritarios de intervención y proponer acciones de manejo viable a corto, mediano y largo plazo a los administradores del área protegida.

### *Senderos visitados por el día*

El análisis permitió identificar los puntos en que las condiciones eran más críticas, por lo que se pudieron definir y priorizar sectores. Cuatro senderos fueron definidos como aquellos con condiciones más complejas, y corresponden a los tramos Camping Chileno – Camping Central; Camping Paine Grande – Camping Grey; Camping Italiano - Británico y Camping Perros – Camping Paso (ver figura 1 para identificar). De los tramos con indicadores que reflejan las condiciones más extremas, tres están relacionados con los sectores de visita diaria, por lo que se han priorizado las acciones de mitigación en estos tramos.

#### a.) Sendero Base Torres

El sendero más popular del PNTP es el sendero Base Torres, que incluye 9 km hasta un mirador desde donde se observan las Torres del Paine, reconocido como el sendero ícono del lugar. La primera mitad del sendero corresponde al tramo entre el Camping Central y Chileno (terreno privado). Es un sector por el que transitan igualmente peatones y caballos en el que se observa un sendero extremadamente ancho con hasta 5 m de amplitud y un promedio de 2 m en los primeros 3 km. En este sendero se crean multihuellas en aquellos sectores con pendiente mayor a 15° y se observan formas de erosión lineal de gran importancia hasta 58 cm, que implica alteración importante en la vegetación y el material del suelo erosionado. Estos sectores mostraron problemáticas relacionadas directamente con el manejo de agua y la erosión causada por el viento, más el impacto generado por caballos que transitan transportando víveres, visitantes y trabajadores, y que utilizan el mismo sendero que los peatones. Según Havel, 2009 los usuarios de bajo impacto (caminantes y ciclistas) pueden soportar pendientes más pronunciadas, mientras que los usuarios de mayor impacto (caballos y vehículos motorizados) deberían tener pendientes más bajas para disminuir su impacto. La falta de planificación se evidencia en la cantidad de multihuellas, generadas tanto



por caballos como por visitantes en los sectores con mayor pendiente y dificultad, que aumentan la degradación al aumentar la fragmentación del hábitat, y puede amenazar hábitats sensibles y generan problemas tanto visuales como de seguridad para los visitantes (Marion *et al* 2006).

En los últimos km del tramo entre camping Torres y mirador Base Torres (terrenos fiscales), tramo que corresponde a una morrena glaciar, se obtuvo el mayor valor de profundidad de huella del análisis, registrando hasta un 1,4 m de profundidad, en un sector donde no es permitido el uso de caballos y en el que el diseño, la pendiente y las condiciones físicas del lugar (zona de morrena) evidencian el impacto que se está generando. La elevada pendiente del sendero conduce a un aumento de la erosión y de la profundidad de la huella, ya que con pendientes altas aumenta la velocidad del agua y el movimiento del suelo, donde los materiales protectores como las rocas o raíces también se eliminan y la escorrentía se canaliza (Farrell y Marion, 2001; Dixon, *et al* 2004).

#### b.) Sendero Paine Grande – Grey

El sendero Paine Grande – Grey es de interés para los visitantes por la existencia de un mirador, desde donde se observa el glaciar Grey. En este sector, se ubica el punto con el mayor valor de ancho máximo de todo el análisis, alcanzando los 7,5 m y puntos que registraron profundidades de entre 30 y 40 cm. Los sectores con mayores profundidades en esta área están vinculados a pendientes de más de 12°.

#### c.) Sendero Paine Grande – Británico

Finalmente, el sendero que conduce desde el Camping Paine Grande hasta el mirador Británico, visitado por el día, también registró sectores con ensanchamientos del sendero de más de 4 m y profundidades mayores a 30 cm en cárcavas, con una pendiente media de 13°. Se ha demostrado en otros estudios (Dixon *et al.*, 2004; Tacon y Firmani, 2004; Marion *et al.*, 2006) que a mayor inclinación, mayor necesidad de controlar y generar un manejo adecuado de agua, además de que se crea mayor dificultad y malestar para los visitantes, y por ende mayor probabilidad de generación de multihuellas y fragmentación del hábitat.

La alta visitación de estos sectores y los impactos encontrados en ellos, demuestran que las condiciones de los senderos están también determinados por el tipo y frecuencia de uso (Olafsdottir y Runnström, 2013). Estos tres sectores con visitación por el día, presentan senderos que llevan a visitantes en un territorio que evidencia diferentes tipos de impacto, con un sendero sin diseño adecuado y sin manejo o control de visitantes.

Se han indicado las problemáticas e impactos causados por el desarrollo del turismo, dentro de las cuales se encuentra el deterioro de los senderos y los impactos que las malas prácticas en el senderismo pueden causar sobre los recursos naturales, incentivando la búsqueda de soluciones efectivas y acordes a la realidad local, con la finalidad de integrarlas a los objetivos de gestión del Parque Nacional Torres del Paine y relevando la importancia de conservar el área protegida.

### *Manejo*

Gracias a la evidencia del impacto causado por el uso y manejo de los senderos de montaña cercanos a los campings en el PNTP, ha sido necesario proponer e implementar acciones acordes que permitan mitigar los impactos encontrados (tabla IV).

Las propuestas generadas en respuesta a las problemáticas e impactos encontrados en el estudio, sirven como guía para los administradores del área, la tabla IV define los principales componentes, los conflictos o impactos asociados y propuestas de medidas a corto, mediano y largo plazo.

Se reconoce que el diseño, la construcción y la mantención efectiva ayudan a minimizar los impactos y reducir los riesgos de los visitantes (Tacon y Firmani, 2004), por ello se propone un programa de diseño, construcción y mantención de senderos para el PNTP y la RCP, donde se contemple la posibilidad de re-diseño de algunos sectores del recorrido, priorizados por la severidad de los impactos observados, la fragilidad de los ecosistemas y/o la intensidad de uso de los senderos. El diseño debe tener características particulares y coherentes con la realidad local (ancho, pendiente, infraestructura complementaria) según el nivel de uso, el tipo de visitantes y el ambiente donde se ubican. Este programa define acciones a corto, mediano y largo plazo en base a estándares internacionales de diseño y construcción de senderos y requiere de una mantención efectiva.

Además se evidencia la falta de personal capacitado y falta de materiales para la mantención de senderos, por lo que se propone capacitar periódicamente al equipo técnico del PNTP con conocimiento y herramientas para mantener los senderos e infraestructura complementaria. Se recomienda designar a personal de CONAF con dedicación total o parcial para las labores de mantención.

La falta de un diseño adecuado del sendero, provoca que el número de visitantes y su

**Tabla IV.** Propuesta de ejes y acciones de manejo para minimizar los impactos en senderos para el Parque Nacional Torres del Paine y la Reserva Cerro Paine.

Componente	Conflicto/ Impacto	Medidas correctivas		
		Corto	Mediano	Largo
<b>Diseño, construcción y mantenimiento de senderos</b>	Mal estado de senderos	Programa de senderos (diseño, construcción y mantenimiento).	Ejecución del programa Senderos de visita diaria.	Ejecución del programa. Otros senderos de montaña.
<b>Capacitación técnica - diseño y mantenimiento senderos</b>	Falta de capital humano	Creación de programa de capacitación de senderos	Desarrollar capacitaciones a personal	Mantener capacitaciones a personal
<b>Manejo de turistas en senderos</b>	Aumento de turistas y comportamiento inadecuado	Conocer / Definir el manejo de visitantes Información a turistas.	Manejar y controlar visitantes en senderos de acuerdo a cargas aceptables de visitantes	Control y monitoreo de visitantes en senderos.
<b>Seguridad de los Turistas</b>	La falta de mantención: riesgo y seguridad de visitantes	Eliminar infraestructura dañada o que signifique riesgos innecesarios.	Revisión y mantención permanente de estado de infraestructura en senderos	
<b>Comportamiento inadecuado de visitantes y locales en senderos</b>	Disminuye la calidad de la experiencia de visitantes y contribuye en la erosión de senderos	Información a visitantes previa y a la llegada al PNTP Programa de educación y capacitación para trabajadores.	Información a visitantes previa y a la llegada al PNTP Restricciones claras y concretas.	Información a visitantes previa y a la llegada al PNTP Restricciones claras y concretas.
<b>Diferenciar uso de peatones y caballos</b>	Uso compartido entre senderistas y caballos	Definir y diseñar senderos diferenciados (visitantes y caballos). Regular uso de caballos.	Ejecutar e implementar senderos diferenciados.	Mantener y monitorear senderos diferenciados

comportamiento contribuyan al deterioro de los recursos naturales. Es por ello que se deben tomar medidas para gestionar de mejor forma a los turistas, especialmente en los sectores de mayor visitación (sectores de visita diaria), ya que por medio de un manejo adecuado de visitantes se pueden disminuir los impactos y mejorar la calidad de experiencia de los mismos



(Leung y Marion, 2000, Cessford y Burns, 2008; Monz y D'Antonio, 2009). Al mismo tiempo, se establece que, el impacto está vinculado con el mal comportamiento de visitantes y trabajadores en el sendero, teóricamente, por falta de conocimiento acerca de los impactos que provocan en el entorno. Según Cole *et al.*, 1997, con buenos programas de educación para visitantes se les puede persuadir para disminuir sus impactos a través de un comportamiento adecuado en las áreas protegidas. Por tanto, se propone implantar programas educativos específicos: uno de educación y capacitación para trabajadores locales y otro de educación sobre buenas prácticas en los senderos para visitantes, impartido previamente a su llegada o una vez en interior del parque.

Finalmente, en el área privada se recomienda diferenciar los senderos por el tipo de uso que se les da, es decir un sendero exclusivo para el tránsito de caballos y otro para peatones. El paso de equinos genera mayor impacto que el de senderistas (principalmente, mayor ancho de sendero, mayor profundidad de huella y mayor compactación), además de los riesgos que significa el encuentro con visitantes en la misma vía. Se debe evitar el tránsito simultáneo de peatones y caballos por el mismo sendero, preferiblemente asignando senderos complementarios, pero puede conseguirse también estableciendo horarios diferenciados de circulación. En todo caso, es necesario desarrollar normativa que regule el tránsito de dichos animales.

## Conclusiones

El presente estudio demuestra que más del 80% de los senderos de montaña en las proximidades a campings se encuentran en “mal estado” (67,7%) o “muy mal estado” (14,5%), evidenciándose una degradación significativa. La pérdida de la vegetación, los cambios significativos en la cobertura vegetal y en el suelo, la erosión marcada y el estrés evidente, la exposición de raíces y rocas sueltas, la fragmentación del hábitat por presencia de multihuellas y el ensanchamiento de los senderos, factores que han demostrado que la actividad turística genera un impacto negativo sobre los senderos del PNTP y RCP.

La existencia de pendientes excesivas (con mayor a 13°), y la falta de diseño en los senderos de montaña del PNTP y RCP han dado lugar a senderos muy anchos, profundos, incrementando la probabilidad de generación de multihuellas. Estas condiciones favorecen los procesos de erosión, acelerados por factores externos como el agua y el viento cuya acción es notable en esta latitud.

Las fuertes pendientes representan zonas de mayor dificultad para las actividades de caminata, expuestas a riesgos y disminuyen de la calidad de la experiencia de los visitantes.

En este contexto, se han generado una serie de propuestas y acciones de manejo específicas, entre las que destacan: la necesidad de un diseño y mantención adecuado de los senderos, formar y capacitar al capital humano vinculado, concienciar tanto a locales como a los turistas de montaña sobre el impacto que provocan en el medio natural sus acciones, buscando mejorar así el manejo de los visitantes.

Debido al papel fundamental que juegan los administradores en la planificación y gestión de los senderos, se han propuesto senderos en los que priorizar inversiones para su re-diseño, construcción y mantención. Estos senderos tienen un deterioro importante y están ubicados en los sectores de mayor visitación, esto son: sendero Base Torres, sendero Paine Grande - Grey y sendero Paine Grande - Británico.

El estudio de los impactos encontrados, permite ampliar el conocimiento de las problemáticas relacionadas con el senderismo en este parque nacional, pero la realidad observada es un reflejo de lo que está sucediendo o puede suceder en otras áreas protegidas de Chile, en las que los recursos destinados al diseño, construcción adecuada y mantención de senderos no son tomados con la consideración que merecen.

## Agradecimientos

Este estudio fue realizado en el marco del Proyecto Innova Corfo de Bienes Públicos para la Competitividad “Sistema de Manejo Turístico en Áreas Protegidas de Chile: caso piloto Parque Nacional Torres del Paine” código 14BPC4-28654.

Se agradece la colaboración en la ejecución del proyecto a guardaparques y profesionales de CONAF Magallanes y a voluntarios y trabajadores de Reserva Cerro Paine y AMA Torres del Paine.

## Literatura citada

- AMBAR-Euro Chile. 2004. *Desarrollo e implementación de un sistema de gestión del uso público en los parques Torres del Paine y Bernardo O'Higgins, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena.*
- Budowsky, G. 1976. *Tourism and environmental conservation: conflict, coexistence, or symbiosis?*. Environmental Conservation 3 (1): 27-31.
- Cessford, G. y Burns, R. 2008. *Monitoring visitor numbers in New Zealand National Parks and Protected Areas.* Science & Technical Publishing, Department of Conservation. Series 293 New Zealand.
- Cole, D.N., Watson, A.E., Hall, T.E. y Spildie, D.R. 1997. *High Use Destinations in Wilderness: Social and Biophysical Impacts.* Visitor Responses, Management Options. Research Paper INT-RP-496. Ogden, UT: USDA Forest Service, Intermountain Research Station.
- De la Maza, C., Cerda, C., Cruz, G., Mancilla, G., Fuentes, J.P., Estades, C., Medrano, F., Aliste, E., Ángel, P. y Vielma A. 2014. *Manual para aplicar indicadores de sustentabilidad en áreas Protegidas. Ámbito Biofísico.* Proyecto CORFO 11BPC-9952 Indicadores de Sustentabilidad para el apoyo de negocios de turismo sustentable en Áreas Protegidas. Descarga en: [http://www.turismoasp.cl/files/manual\\_ambito\\_biofisico\\_final.pdf](http://www.turismoasp.cl/files/manual_ambito_biofisico_final.pdf)
- Dixon, G., Hawes, M. y McPherson, G. 2004. *Monitoring and modeling walking track impacts in the Tasmanian Wilderness World Heritage Area, Australia.* Journal of Environmental Management 71: 305-320.
- Farrell, T. y Marion, J.L. 2001. *Trail impact and trail impact management related to visitation at Torres del Paine National Park, Chile.* Leisure/Loisir (1-2): 31-59.
- Havel, R. 2009. *Sustainable Trail development. A guide to designing and constructing native-surface trails.* Trails Planner for Town of Castle Rock, Park & Recreation Department. Colorado, USA. 73 pp.
- Knapp AR y Ducey, JM. 2009. *A cost effective and efficient way to assess trail conditions: a new sampling approach.* In: Proceedings of the 2009 George Wright Society Conference: Wilderness and Recreation Management, Portland, OR, pp 213-218
- Lechner, L. 2016. *Planificación, Construcción y Operación de Senderos en Áreas Protegidas.* Consultado: 22-03-2018. En:



<https://es.scribd.com/document/331147730/Planificacion-Construccion-y-Operacion-de-Senderos-en-Areas-Protegidas>

Leung, Y.F. y Marion, J.L. 1999. *Assessing trail conditions in protected areas: An application of a problem-assessment method in Great Smoky Mountains National Park, USA*. Environmental Conservation 26: 270–279.

Leung, YF, y Marion, JL. 2000. *Recreation impacts and management in wilderness: A state-of-knowledge review*. In: Cole, David N.; McCool, Stephen F.; Borrie, William T.; O'Loughlin, Jennifer, comps. 2000. Wilderness science in a time of change conference-Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 23-48.

Marion, J.L. y Leung, Y.F. 2001. *Trail resource impacts and an examination of alternative assessment techniques*. Journal of Park and Recreation Administration 19 (3): 17–37.

Marion, J.L., Leung, Y.F. y Nepal, S.K. 2006. *Monitoring trail conditions: New methodological considerations*. George Wright Forum 23(2): 36–49.

Marion, J.L. y Olive, N. 2006. *Assessing and understanding trail degradation: results from Big South Fork National River and Recreational Area*. Patuxent Wildlife research Center. Cooperative Park Studies, Virginia Tech Field Unit.

Monz, C. y D'Antonio, A. 2009. *An assessment of recreation impacts in Alpine and Subalpine areas of Grand Teton National Park. Preliminary Findings*. University of Wyoming National Park Service Research Center. Annual Report: Vol 32. Article 6.

Monz, C., Cole, D., Leung, Y.F. y Marion, J.L. 2010. *Sustaining visitor use in Protected Areas: Future opportunities in recreation ecology research based on the USA experience*. Environmental management 45: 551 -562.

O'Loughlin, J, comps. 2000. Wilderness science in a time of change conference-Volume 5: Wilderness ecosystems, threats, and management; 1999 May 23–27; Missoula, MT. Proceedings RMRS-P-15-VOL-5. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 23-48.

Olafsdottir, R. y Runnström, M. 2013. *Assessing hiking trails condition on two popular tourist destinations in the Icelandic highlands*. Journal of outdoor recreation y tourism. 3-4: 57-67.

- Pisano, E. 1974. *Estudio Ecológico de la Región Continental Sur del Área Andina Patagónica. 2da Contribución a la Fitogeografía de la Zona del Parque Nacional Torres del Paine*. Anales del Instituto de la Patagonia. 5: 54-104.
- Tacon, A. y Firmani, C. 2004. *Manual de senderos y uso público*. Programa de fomento para la conservación de Tierras Privadas de la Décima Región. CIPMA - FMAM.
- Subsecretaría de Turismo. 2017. *Guía de Senderos, diseño, construcción y mantención en Áreas Protegidas*. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- Vela - Ruiz, G. 2017. *Desafíos de manejar el turismo en el Parque Nacional Torres del Paine*. Pags 113 - 135. En: Vela-Ruiz, G y Repetto, F. (Eds). *Guía de Conocimiento y Buenas Prácticas para el Turismo en el Parque Nacional Torres del Paine*. Ediciones CEQUA. Punta Arenas, Chile, 140 pp.

**Cita:**

Torres Mendoza J., F. Repetto-Giavelli, F. Quezada Sanhueza, M. Sánchez Contreras, B. González González y G. Vela-Ruiz Figueroa\*. 2018. Evaluación de senderos de montaña y medidas de manejo para mitigar impactos en el Parque Nacional Torres del Paine, Chile. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2018. Vol. 4 (2): 7-28. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2018.04.04.02.0001>

*Sometido: 17 de Junio de 2018*

*Revisado: 2 de Julio de 2018*

*Aceptado: 15 de Agosto de 2018*

*Editora asociada: Dra. Andrea Geiger Villalpando*

*Idioma Inglés Abstract: Ms.C. Diana Dorantes*

*Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández*

Anexos

Análisis de puntos muestreados sobre la condición de los senderos

Tramo	Ambiente	Ancho máximo (cm)	Profundidad (cm)	Presencia Raíz expuesta	Presencia rocas expuestas	Presencia Multihuella	evaluación punto	condición punto	
Serón - Coirón	1	Matorral pre-andino	80	1	0	0	1	Bueno	
	2	Matorral pre-andino	110	50	0	0	2	Aceptable	
	3	Matorral pre-andino	100	11	0	0	1	Bueno	
	4	Matorral	102	27	1	1	0	4	Malo
Coirón - Dickson	5	Matorral	35	14	0	0	2	Aceptable	
	6	Bosque	82	42	1	1	0	5	Malo
	7	Bosque	65	9	1	1	0	4	Malo
	8	Matorral	120	13	1	1	0	3	Malo
	9	Matorral	90	15	0	0	0	2	Aceptable
Dickson - Perros	10	Bosque	140	18,5	0	1	0	2	Aceptable
	11	Bosque	110	44	1	1	0	4	Malo
	12	Bosque	100	33	1	1	0	4	Malo
	13	Matorral - Bosque	70	24	1	0	0	3	Malo
Perros - Paso	14	Bosque	240	73	1	1	1	6	Muy malo
	15	Bosque	160	40	1	1	0	5	Malo
	16	Bosque	190	51	1	1	0	5	Malo
	17	Bosque	190	70	1	1	0	5	Malo
Paso - Guardas	18	Bosque	155	74	1	1	0	5	Malo
	19	Bosque	168	7	1	1	0	3	Malo
	20	Bosque	205	23	1	1	0	4	Malo
Guardas - Grey	21	Bosque	160	59	1	1	0	5	Malo
	22	Bosque	130	50	1	1	0	5	Malo
	23	Bosque	220	36	1	1	0	5	Malo
	24	Bosque	133	18	1	1	0	4	Malo
Paine Grande - Grey	25	Bosque	400	14,3	1	1	1	6	Muy malo
	26	Bosque	160	11	1	1	0	4	Malo
	27	Bosque quemado	230	16	1	0	0	3	Malo
	28	Bosque quemado	80/125	8,5/27	1	1	1	4	Malo
	29	Bosque	167	12	1	0	0	3	Malo
Paine Grande - Grey	30	Bosque quemado	250	23	1	1	1	5	Malo
	31	Bosque quemado	207	31	1	1	1	6	Muy malo
	32	Bosque quemado/matorral	750	38	0	1	1	6	Muy malo

Continúa...

Tramo	Ambiente	Ancho máximo (cm)	Profundidad (cm)	Presencia Raíz expuesta	Presencia rocas expuestas	Presencia Multihuela	evaluación punto	condición punto
Paine Grande - Italiano	33 Bosque quemado	183	29	1	1	0	5	Malo
Italiano - Paine Grande	34 Bosque	190	18	1	1	0	4	Malo
	35 Matorral	153	34	1	0	0	4	Malo
	36 Bosque	85	9	1	1	0	4	Malo
Italiano - Británico	37 Bosque	496	19,5	0	1	0	4	Malo
	38 Bosque	200	31	1	1	0	5	Malo
	39 Bosque	460	32	1	1	0	6	Muy malo
Italiano - Francés	40 Matorral	87	47	1	1	1	6	Muy malo
	41 Matorral	57	11	1	1	0	4	Malo
Francés - Cuernos	42 Matorral alto	198	27	1	1	1	6	Muy malo
	43 Matorral alto	140	25	1	1	1	4	Malo
	44 Matorral/bosque	190	26	1	1	0	5	Malo
Torres - Serón	45 Herbáceas	1000	0	0	1	0	3	Malo
	46 Matorral	500	9	0	1	1	4	Malo
	47 Matorral	74	20	0	1	0	3	Malo
Torres - Cuernos	48 Matorral	214	0	0	1	0	2	Aceptable
	49 Matorral	135	21	0	1	0	2	Aceptable
	50 Matorral	140	68	1	0	1	4	Malo
Chileno - Camp. Torres	51 Bosque	241	14	0	1	0	3	Malo
	52 Bosque	172	23	1	0	0	3	Malo
	53 Bosque	340	24	1	1	0	5	Malo
Camp. Torres - M- Base Torres	54 Bosque	200	37	1	1	0	5	Malo
	55 Roca	164	140	1	1	0	5	Malo
Chileno - Central	56 Matorral	285	27	0	1	0	4	Malo
	57 Matorral	250	58	1	1	1	6	Muy malo
	58 Matorral	560	53	1	1	1	7	Muy malo
Serón - Coirón	59 Herbáceas	56	6	0	0	1	3	Malo
	60 Herbáceas	70	5	0	0	1	2	Aceptable
	61 Herbáceas	57	3	0	0	1	2	Aceptable
Serón - Central	62 Matorral alto	50	10	0	0	1	3	Malo
	63 Bosque	64	7	0	0	0	2	Aceptable