

RESEARCH / INVESTIGACIÓN

Efecto de las actividades antrópicas en la red de caminos Inka, santuario histórico de Machupicchu, Cusco, Perú

Effects of anthropogenic activities on Inka trails network, Machupicchu historical sanctuary, Cusco, Perú

Luz Z. Peña-Candía¹, Yeny R. Baca-Zans², Juan F. Costa³

Resumen: Se evaluaron los efectos de la actividad humana considerando el ancho y profundidad del camino, cantidad de residuos sólidos, presencia de la fauna (aves y mamíferos) y evaluación cualitativa de la vegetación en 35 parcelas en la red de caminos Inka del Santuario Histórico de Machupicchu. La evaluación se realizó entre los años 2008 y 2010 en tres rutas turísticas: 1) Camino Inka Tradicional; 2) Piso de Valle y 3) Salkantay. La profundidad del camino presentó mayor variación en la ruta 3. Los residuos sólidos abandonados fueron: 45.1 Kg, 129.8 Kg y 143.8 Kg para el año 2008, 2009 y 2010, respectivamente. Los residuos de origen plástico fueron los más abundantes. Entre los residuos orgánicos (principalmente heces), los más abundantes fueron producidos por ganado vacuno y equino. En cuanto a la presencia de fauna, en la ruta 1 se registraron 21 especies de aves y 3 especies de mamíferos; en la ruta 2 se registraron 18 especies de aves y 3 especies de mamíferos; y en la ruta 3 se registraron 16 especies de aves y 1 especie de mamíferos. Se registraron especies que se encuentran en la lista de CITES, Apéndice I: Puma concolor y Vultur gryphus, Apéndice II: Lycalopex culpaeus. El puma, P. concolor se encuentra categorizado como casi amenazado (NT) y V. gryphus como en peligro (EN), de acuerdo a la lista de especies amenazadas de fauna en Perú.

Palabras clave: Impactos, variación del camino, flora, fauna, Machupicchu.

Abstract: We evaluate the effects of human activities including width and depth trails, solid wastes, presence/absence of birds and mammal, and vegetation on 35 plots at Inka's trail network to Machupicchu Historical Sanctuary. The evaluations were performed between 2008 and 2010 on three touristic trails: 1) Traditional Inka Trail, 2) Valley trail, and 3) Salkantay trail. The depth trail showed more variation on trail 3. Solid wastes (Kg) recorded were: 45.1, 129.8, and 143.8 for 2008, 2009 and 2010, respectively. Plastic wastes were more abundant. Organic wastes (mainly faeces) were produced by cows and horses. Fauna enlisted were accounted: 1) 21 birds and 3 mammals, 2) 18 birds and 3 mammals, and 3) 16 birds and 1 mammal. According to CITES, Puma concolor and Vultur gryphus are listed in Appendix I, and Lycalopex culpaeus is listed in Appendix II. According to List of Endangered species of Perú, P. concolor is listed as Near Threatened (NT), and V. gryphus is listed as Endangerous (EN).

Keywords: impacts, variation of the trail, flora, fauna, Machupicchu.

(Presentado: 15 de marzo de 2019; Aceptado: 03 de abril de 2019)

¹ Bióloga, Especialista del Santuario Nacional Megantoni, SERNANP. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), Perú. Ipena@sernanp.gob.pe

² Bióloga. Especialista del Parque Arqueológico de Saqsaywaman, Dirección Desconcentrada de Cultura – Cusco (PAS-DDC-C). codeyyenybaca@gmail.com

³ Biólogo. Investigador colaborador del Laboratorio de Entomología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). jfrancosta@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el turismo se ha constituido en una de las actividades económicas que ha generado mayores expectativas, tanto a nivel de los gobiernos locales y regionales, así como en la población en general. Los sistemas económicos en diferentes países en diversos niveles de desarrollo, ponen especial énfasis en la actividad turística (Tinoco, 2003). En Perú, se consideraba que el turismo sería la segunda actividad económica del país para el año 2015, relegando a la pesquería y agricultura como actividades con mayores beneficios económicos (RPP, 2014). Sin embargo, se predice que el turismo será la primera actividad económica del país para el año 2035 (El Comercio, 2013).

El turismo se desarrolla principalmente en escenarios naturales y en el caso de zonas urbanas comprende recursos culturales, cuya vulnerabilidad ante la afluencia masiva de visitantes es muy alta (Van de Meene, 1992). Entre los impactos ambientales más comunes que se han identificado de actividades ligadas al turismo se cuentan eutrofización de lagos y lagunas, alteración de cursos de agua, deforestación de laderas, contaminación acústica, pérdida de identidad del paisaje, basura en bordes de rutas y caminos, extracción indiscriminada de flora local entre otros efectos (Otero & Rivas, 1995).

Las áreas naturales protegidas son parte de las atracciones turísticas más importantes en el Perú, dentro de éstas, el Santuario Histórico de Machupicchu (SHM), alberga atractivos turísticos tanto naturales como culturales. La red de Caminos Inka es un complejo de senderos con un total de 43 Km que conducen a la Ciudadela Inka de Machupicchu. En esta red de caminos se puede apreciar numerosos restos arqueológicos, escenarios de belleza paisajística y amplia

diversidad biológica (Shoobridge, 2004). El SHM fue establecido en 1981 y la UNESCO la declaró Patrimonio Mundial de la Humanidad con la doble categoría de cultural y natural en 1983. Para el SHM, Shoobridge (2004) menciona las principales amenazas entre las que destacan: turismo excesivo, líneas de transmisión de energía, generación de residuos sólidos, incendios forestales, agricultura no sostenible, introducción de especies exóticas y carencia de rutas alternas y estudios de acceso a la Ciudadela Inka.

El uso de indicadores permite tomar medidas preventivas y/o correctivas ante los impactos que pueden ser producidos en espacios naturales, antes que estos daños sean irreversibles. Asimismo, permite monitorear estos indicadores y la variación que éstos sufren a corto, mediano y largo plazo debido a las actividades humanas (Stankey et al., 1985). En este contexto, se plantearon como objetivos: 1) evaluar la variación en el camino (ancho y profundidad), 2) determinar la cantidad de residuos sólidos abandonados (orgánicos e inorgánicos), y 3) determinar la presencia de aves y mamíferos en la red de Caminos Inka del SHM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección del área de evaluación

Se establecieron 35 parcelas de evaluación en tres rutas existentes en la red de Caminos Inka en el SHM: 1) Camino Inka tradicional, 2) Piso de valle, y 3) Salkantay. Estas parcelas se establecieron considerando la accesibilidad en las rutas de evaluación. Se instalaron 18 parcelas en la ruta tradicional, 9 en la ruta de piso de valle y 8 en la ruta Salkantay (Tabla 1).

Tabla N° 1. Ubicación de las parcelas de evaluación.

Ruta	Parcela	Nombre de la parcela	UTM Este	UTM Norte	Altitud (m)
Tradicional	1	Yahuarhuacca	783217	8537272	2690
	2	Mescay	779702	8535344	2653
	3	Tarayoc	778418	8534190	2726
	4	J'atunchaka	776968	8532830	2879
	5	Yuncachimpa	775139	8532656	3276
	6	Bosque de "uncas"	774497	8533334	3520
	7	Llulluchapampa	773485	8534036	3912
	8	Warmihuañusca-Pacaymayo Alto	771695	8535194	3842
	9	Cochapata	770482	8536436	3937
	10	Yanacochoa	769693	8536514	3710

	11	Conchamarca-Chaquicocha	768950	8536778	3545
	12	Chaquicocha-Phuyupatamarca	768416	8537380	3631
	13	Tunel Phuyupatamarca-Wiñaywayna	766733	8539260	3184
	14	Torre Intipata	766502	8540403	2862
	15	Torre Wiñaywayna	766790	8540552	2836
	16	Bosque Cascarilla	766812	8541880	2647
	17	Cincuenta gradas	767363	8542490	2508
	18	Pachamama Ciudadela	766838	8542666	2647
Piso de valle	19	Q'ente	776724	8536963	2480
	20	Torontoy	776106	8538479	2444
	21	Pampacahua	775104	8539277	2356
	22	Pacaymayo Bajo	773488	8539972	2345
	23	Bosque Pisonay	772346	8541373	2318
	24	Tunel Km.102	770403	8541838	2255
	25	Chachabamba –Torre	769535	8540736	2260
	26	1° Choza - 2° Choza	768178	8540590	2280
	27	Catarata Wiñaywayna	767122	8540042	2590
Salkantay	28	Salkantaypampa	764037	8520640	4162
	29	Pampa Japonesa	765196	8522439	4764
	30	Abra Inkachiriasca	766845	8522019	4529
	31	Sisaypampa	771488	8524069	4067
	32	Pampakahuana Bajo	774076	8525150	3827
	33	Churumayo	775503	8527035	3607
	34	Paucarcancha	776145	8529181	3342
	35	Wayllabamba	776218	8530653	3100

Selección de parámetros

Los parámetros para medición se eligieron en base a los Límites Aceptables de Cambio (LAC por sus siglas en inglés, Stankey et al., 1985), que permite establecer parámetros prioritarios de evaluación y la afectación a los principales factores bióticos y abióticos en áreas con actividad turística.

a) Variación del ancho y profundidad del camino

Este indicador muestra el efecto directo del desplazamiento de los turistas dentro de la red de Caminos Inka así como pobladores y animales de carga que realizan el traslado de materiales, equipos, enseres y servicios que son utilizados en actividades relacionadas al turismo. Asimismo, se atribuye la variación del ancho y profundidad del camino a consecuencia de acciones naturales como el viento y lluvia.

b) Cantidad de residuos sólidos abandonados

La cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos abandonados escapan al control y recojo realizado por las entida-

des competentes que cumplen esta función. Los residuos abandonados fueron registrados dentro de las parcelas de evaluación. Este indicador muestra un efecto negativo de las actividades humanas.

c) Vegetación

La vegetación se ve afectada por las actividades humanas, principalmente cuando se produce la ocupación del área por objetos extraños (residuos sólidos: orgánicos, inorgánicos). Se realizó la caracterización de la vegetación y se determinó la conformación florística de las parcelas de evaluación.

d) Fauna

La actividad turística, debido al tránsito fluido de personas y animales exóticos domesticados, así como las prácticas ilegales (caza, colecta) pueden causar la disminución de poblaciones de diferentes especies, ya sea por muerte, migración o extracción. Durante la evaluación se consideró la presencia de aves y mamíferos ya que muestran

variación en la frecuencia de avistamientos de especies, así como nuevos registros de especies para las parcelas de evaluación.

Procedimiento

La colecta de datos de las tres rutas, se realizó entre los años 2008 y 2010, en los meses de junio, julio y agosto, realizando la evaluación de cada ruta en los mismos meses.

a) Variación del ancho y profundidad del camino

Se instalaron transectos de 50 m cada uno, 18 transectos en la ruta 1, 9 transectos en la ruta 2 y 8 transectos en la ruta 3. En cada uno de estos transectos se midió el ancho y la profundidad del camino en puntos distanciados cada 10 m (0 – 10 – 20 – 30 – 40 – 50 m, en total 6 mediciones por transecto, cada punto fue señalado por estacas durante los tres años de evaluación). En el caso de profundidad del suelo, se midió en los lados izquierdo y derecho y zona central del camino, utilizando una regla como guía de nivel para medir la profundidad en la parte central del camino.

En el caso de la variación del ancho y profundidad del camino, se realizaron comparaciones entre las evaluaciones del ancho y profundidad del camino por ruta de evaluación en las 35 parcelas (promedios por parcela).

b) Cantidad de residuos sólidos abandonados

Haciendo uso de los 35 transectos instalados y distribuidos en las tres rutas de evaluación, se realizó una proyección de 10m hacia ambos lados del transecto (50m x 20m, 10m a cada lado del camino), donde se realizó la búsqueda exhaustiva de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos para posteriormente, luego de ser acopiados, realizar su segregación y pesado, considerando la masa de cada tipo de residuo.

Se determinó la cantidad de residuos sólidos abandonados en las 35 parcelas de evaluación. Se determinó la variación del peso total de residuos sólidos abandonados (incluyendo residuos inorgánicos y orgánicos) a través del periodo

de evaluación. Asimismo, se realizó una comparación de la evaluación entre el total del peso de residuos sólidos abandonados en las rutas con el total de peso de residuos sólidos que son evacuados de las rutas de la red de Caminos Inka.

c) Vegetación

En las 35 parcelas de evaluación se identificaron las especies y se determinó visualmente la abundancia de las especies más representativas. En los casos requeridos se realizaron capturas fotográficas para su identificación en gabinete.

d) Fauna

Las técnicas de observación directa son más apropiadas para el estudio de mamíferos terrestres de tamaño grande y de mamíferos pequeños (arbóreos o terrestres), catalogando en lo posible la mayor cantidad de especímenes (Emmons, 1999). Para determinar la presencia de algunas especies de aves y mamíferos, se optó por la utilización de la metodología de observación directa (observación del individuo) e indirecta (registro de indicios: huellas, excretas, pelos, otros).

En el caso de la fauna, se realizaron listas de especies por parcela de evaluación, asimismo se realizó la revisión del estado de conservación de las mismas en las listas de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (CITES, 2015) y el “Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas”, Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI (El Peruano, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ancho del camino

El ancho del camino en la ruta tradicional es mayor que en las otras dos rutas durante los tres años de evaluación (Tabla 2).

Tabla N° 2. Ancho del camino en cm (promedio ± error estándar).

Ruta de evaluación	Año de evaluación		
	2008	2009	2010
Camino Inka Tradicional	159.3 ± 8.2	162.8 ± 8.2	160.0 ± 7.1
Piso de valle	101.2 ± 11.8	103.1 ± 12.1	95.9 ± 12.2
Salkantay	105.5 ± 9.1	107.8 ± 9.1	102.2 ± 11.2

La ruta 1 presentó el mayor ancho de camino debido a que la ruta Piscacucho-Wayllabamba- Pacaymayo Alto- Phuyupatamarca- Wiñaywayna- Machupicchu, es la ruta donde el tránsito de personas es fluido y se da en mayor número (turistas, personal de apoyo, guías de turismo); asimismo, se observa el ingreso de mayor número de grupos organizados y sumado a esto, los grupos organizados que ingresan por la ruta 3 (Salkantay) desde el sector de Wayllabamba siguen la misma ruta que los que ingresaron por la ruta 1 (Camino Inka Tradicional). Alfaro (2004) reportó que el ancho del camino es más afectado en la ruta 1 (tramo Piscacucho-Wayllabamba) llegando a un incremento de hasta 60 cm. Esta ampliación en el ancho del camino se debe a que los visitantes por evitar algunos obstáculos tales como gradas altas, inician su caminata por un costado del camino, a esto se suma que los porteadores durante su recorrido, ceden el paso a los turistas y guías colocándose a ambos lados del camino.

En la ruta 1 la variación del ancho del camino puede relacionarse con la cantidad de personas que registraron su ingreso, es así que en el 2008 ingresaron 148405 personas y el ancho del camino fue de 159.3 cm ± 8.2, en el 2009 ingresaron 151322 personas y el ancho de camino registrado fue 162.8 cm ± 8.2, disminuyendo hasta 160 cm ± 7.12 en el año 2010, año en el que ingresaron 135604 personas. En general, aparentemente no hubo diferencias notorias en la variación de ancho del camino en la ruta 1 entre los tres años, pero las parcelas 11 y 14 presentaron diferencias más notorias. La parcela 11 (Conchamarca- Chaquicocha) se encuentra ubicada entre los complejos de Conchamarca y Sayacmarca siendo ésta de alto tránsito de turistas y guías, y la parcela 14, Torre Intipata es recorrida también constantemente por el personal de EGEMSA (Empresa Generadora de Electricidad de Machupicchu S. A.) para el mantenimiento de las torres de alta tensión ubicadas en la zona.

En la ruta 2 el ancho del camino entre los tres años de evaluación tiene un rango de variación de ± 3 cm, y el número de personas que ingresaron fue de 13 243, 12 465 y 11 665 en los años 2008, 2009 y 2010 respectivamente. Además en el año 2009, el personal del INC (ahora Dirección Desconcen-

trada de Cultura Cusco/DDC-C) realizó trabajos de mantenimiento de su Puesto de Control en el sector de Pacaymayo Bajo, motivo por el cual aumentó el tránsito de personas en esta ruta, registrándose en el 2009 el ancho del camino con un valor más alto de 162.8 cm ± 8.2, y cabe resaltar que esta actividad está relacionada directamente con el turismo en el SHM, ya que el Puesto de Control de la DDC-C sirve para realizar el registro, monitoreo y control de la actividad turística. La variación del ancho del camino dentro de las parcelas prácticamente se mantuvo constante, desde la parcela 19 hasta la parcela 24, en tanto que en la parcela 25 a la parcela 27, el ancho del camino fue disminuyendo. En la parcela 26, fue la única que presentó diferencias notorias, puesto que en este sector se realizaron labores de reforestación por el personal del SERNANP en el 2009 y se observó una disminución significativa del ancho del camino.

En la ruta 3 la variación del ancho del camino en los tres años de evaluación va desde 107.8 cm ± 9.1 en el 2009 como valor máximo y 102.2 cm ± 11.2 en el 2010 como valor mínimo, la diferencia de 5 cm refleja que existe una variación en el ancho del camino por efecto del tránsito de personas. En lo que se refiere a la medición del ancho de cada parcela en todo el camino, el ancho se mantuvo constante en las parcelas 28, 29 y 32, se observó un incremento en la parcela 30, a diferencia de las parcelas 31, 33-35 donde hubo una disminución en sus medidas. Las parcelas que mostraron diferencias marcadas fueron las parcelas 33 y 34. La parcela 34 (Paucarcancha) y la parcela 33 (Churumayu) disminuyeron en el ancho del camino debido a un fenómeno climático que dio a inicios del 2010, donde las lluvias se intensificaron y hubo pequeños deslizamientos de tierra, posteriormente los caminos en estos sectores fueron restaurados.

Profundidad del camino

La profundidad del camino en la ruta Salkantay es mayor que en las otras dos rutas durante los tres años de evaluación. La variación de la profundidad del camino entre los tres años de estudio no tuvo un incremento o disminución notables (Tabla 3).

Tabla 3. Profundidad del camino en cm (promedio ± error estándar).

Ruta de evaluación	Año de evaluación		
	2008	2009	2010
Camino Inka Tradicional	3.23 ± 0.42	3.56 ± 0.25	3.64 ± 0.14
Piso de valle	3.34 ± 0.42	3.33 ± 0.45	3.60 ± 0.46
Salkantay	3.75 ± 0.42	4.14 ± 0.42	4.22 ± 0.41

La medición de la profundidad del camino no sufrió gran aumento en comparación con lo reportado por Alfaro (2004) puesto que estas variaciones no sobrepasaron los 5 cm en la mayoría de las parcelas. En la ruta 1 y ruta 3, se observó un aumento sucesivo en la profundidad del suelo, no se aprecia una variación notoria. La parcela 7 ubicada en el sector de Llulluchapampa, es parte del recorrido que realiza el ganado auquénido de una de las posesionarias del sector. La parcela 8 (ubicada en el sector de Warmihuañusca - Pacaymayo alto) y la parcela 10 (en el sector de Yanacocha), presentan pendiente pronunciada; asimismo, por el camino recorre agua de filtración, y, finalmente, la parcela 15 en el sector de Torre Wiñaywayna, por estar cerca al puesto de la DDC-C, se encuentra en constante mantenimiento.

Por otro lado, en la ruta 2, la variación de la profundidad del camino no muestra diferencia significativa en los tres años de evaluación. Las parcelas 19 a la 26 aumentaron en profundidad, mientras que la única parcela que disminuyó en profundidad fue la parcela 27.

Para la ruta 3, la profundidad es mayor frente a las otras

dos rutas en los tres años de evaluación, esto como consecuencia del arrastre de suelo por las constantes precipitaciones pluviales y por la descompactación del suelo producto de las actividades agrícolas. En esta ruta se observa que la estructura de los taludes está siendo afectada por la pérdida de la cobertura vegetal e introducción de especies exóticas que destruyen los recursos de protección de los suelos (Cárdenas et al., 2004) provocando erosión. Las parcelas 29-32 mostraron incremento en casi un centímetro por año de evaluación. Las parcelas 28, 33-35 incrementaron la profundidad en los años 2008 y 2009, posteriormente disminuyeron en la evaluación del año 2010.

Residuos sólidos abandonados

SERNANP realiza el registro de los residuos sólidos generados como producto de la actividad turística (residuos de las empresas turísticas) en la red de Caminos Inka. Por otro lado, los residuos que escapan a este control (residuos sólidos abandonados), representan un bajo porcentaje en comparación con el total de residuos sólidos registrados (Tabla 4).

Tabla N° 4. Residuos sólidos en Kg. (gestionados vs. abandonados).

Ruta de evaluación	Año de evaluación					
	2008		2009		2010	
	RRSS Gestionados	RRSS Abandonados	RRSS Gestionados	RRSS Abandonados	RRSS Gestionados	RRSS Abandonados
Ruta 1	7700.000	32.306	6800.000	55.166	7500.000	57.045
Ruta 2	7800.000	1.916	7200.000	22.238	7500.000	13.040
Ruta 3	8300.000	10.920	6800.000	52.400	9000.000	73.709
TOTAL	23800.000	45.142	20800.000	129.804	24000.000	143.794

El peso de los residuos sólidos abandonados no es elevado pero el impacto visual que generan en el paisaje es considerable, puesto que la mayor cantidad de residuos sólidos son de origen inorgánico tales como

botellas descartables, bolsas plásticas, envoltorios de golosinas y galletas, y otros residuos de origen orgánico tales como papel, heces de ganado, entre otros (Tabla 5).

Tabla N° 5. Residuos sólidos abandonados (en Kg.) registrados por su naturaleza.

Origen	Tipo	Ruta 1			Ruta 2			Ruta 3		
		2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
Inorgánico	Plástico	1.336	4.416	1.700	0.309	1.148	0.011	0.223	0.946	0.564
	Tela	0.107	1.294	0.000	0.010	0.050	0.000	0.031	0.372	0.049
	Vidrio	0.227	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019

	Otros	0.415	0.038	0.000	0.087	0.201	0.000	0.098	0.720	1.681
	Vacuno	12.682	34.560	33.700	1.025	11.124	8.824	4.649	27.070	38.895
	Equino	16.053	8.756	9.770	0.316	9.700	4.190	5.286	18.714	32.182
	Llama	0.117	4.600	11.500	0.000	0.000	0.000	0.091	2.600	0.000
Orgánico	Oveja	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.443	0.576	0.240
	Perro	1.039	0.163	0.130	0.036	0.000	0.000	0.055	0.000	0.000
	Cerdo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.100	0.064
	Humano	0.023	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.100	0.000
	Ave silvestre	0.013	0.000	0.000	0.080	0.004	0.004	0.032	0.200	0.000
	Papel	0.293	0.539	0.245	0.040	0.011	0.011	0.012	0.002	0.015
TOTAL		32.306	55.166	57.045	1.916	22.238	13.040	10.920	52.400	73.709

Caracterización vegetal de las parcelas

En la Tabla 6 se presenta una caracterización general de la vegetación en las parcelas de evaluación.

Tabla N° 6. Caracterización de las parcelas de evaluación.

Parcela(s)	Caracterización de la vegetación
1	Bosque arbustivo matorral con: Berberis sp, Senna birostris, Lovivia sp., Opuntia ficus-indica, Opuntia flocosa.
2	Bosque ribereño de: Caesalpinia espinosa, Alnus acuminata, Mauria ovovata, Dodonaea viscosa.
3, 4	Bosque matorral: Dodonaea viscosa, Mintostachis setosa, Barnadesia horrida, Acalipha sp., Tecoma sambucifolia, Inga sp.
5	Bosque ribereño con: Berberis sp, B. horrida, Baccharis sp., Acalipha sp., Salvia sp., Mintostachis sp.
6	Bosque de Myrcianthes oreophila (bosque de uncas).
7, 9 y 10	Pajonal con Baccharis peruviana, Erica sp, Alchemila sp., Stipa ichu.
8	Matorral con especies de malváceas, rosáceas, asteráceas, poáceas, scrophulariáceas.
11-18	Bosque y matorral con Chusquea sp., Buddleja coriacea, Cyathea sp., Ericaceas, Polylepsis, Escallonia, Weinmania, A. acuminata, Speromeles lanuginosa, Mellinis multiflora.
19	Bosque matorral con dominio de Dodonaea viscosa, con especies circundantes Caesalpinia spinosa, Spartium jumceum, Baccharis latifolia, Stipa sp.
20	Bosque ribereño, vegetación circundante: C. spinosa, Furcraea andina, Oreocallis grandiflora, D. viscosa, Berberis sp., Rubus sp., Mauria ferruginea.
21	Bosque ribereño de Clusia con vegetación circundante de Oreopanax sp., melastomatáceas.
22	Bosque matorral con D. viscosa, área reforestada con Podocarpus glomeratus.
23	Bosque matorral con Erytrina falcata con presencia abundante de Myrcine latifolia.
24	Bosque matorral, con presencia de reforestación.
25	Bosque matorral con abundantes helechos en el sotobosque.
26, 27	Bosque con presencia de Alnus acuminata, suelo cubierto con Mellinis multiflora.
28-31	Pajonal (Stipa ichu, principalmente).
32, 33	Bosque ribereño matorral con Gynopsis, Oreopanax, Rubus, Speromeles, Syphocamphyllus, Berberis, Barnadesia, Ambrosia, Baccharis peruviana.
34	Bosque ribereño con: Berberis, Myrcine, Speromeles, Cytharexillum, Myrcianthes, Clethra, Sambucus, Oreopanax, Baccharis, Mauria, Piper, Vallea, Alnus.
35	Bosque matorral con: Mauria, Acalipha, Fuchsia, Escallonia, Barnadesia, Opuntia, Echinopsis, Lovivia, Trichocercus.

En la ruta 1 la vegetación está constituida por bosques arbustivos (parcelas 1 y 14) y matorrales ribereños (parcelas 2 - 5, 8, 17 y 18), pajonales (parcelas 9 y 10), bosques altoandinos (*Polylepis* sp., parcela 13) y bosques nublados (parcelas 11-12 y 16). Los bosques ribereños se encuentran asociados a la cuenca del río Vilcanota/Urubamba y la cuenca del río Kusichaka (desde la localidad de Piscacucho, Km. 82 de la vía férrea siguiendo hacia la localidad de Wayllabamba por la margen izquierda del río Vilcanota/Urubamba). La presencia de pajonal en esta ruta se debe al incremento de la altitud y disminución de otras especies vegetales hacia el sector de Lulluchapampa (3912m) y cercanías del Abra Warmiwañusca (4200m) donde se establecieron parcelas de monitoreo siendo *Festuca dichoclada* y *S. ichu* las especies dominantes. Después de los sectores Pacaymayo Alto y Abra Runkurakay (3800m), la vegetación tiende a ser más boscosa y se puede observar la presencia de bosques nublados. Entre las parcelas 12 y 18 se encuentran los sectores de Phuyupatamarca y Wiñaywayna. En la zona de Wiñay Wayna, la presencia de infraestructuras para servicios y otras instalaciones han propiciado que la flora se muestre fuertemente alterada, en especial por la habilitación de áreas para campamentos con el consiguiente movimiento del suelo y la remoción de la vegetación.

La ruta 2 típicamente presenta formaciones vegetales de tipo matorral y arbustivo ribereños (ubicadas a orillas del río Vilcanota/Urubamba) presentando especies tales como *S. junceum*, *C. spinosa*, *F. andina* (parcelas 19 y 20). Continuando por el cauce del río Vilcanota se instalaron parcelas en los bosques ribereños y bosques de matorral con abundancia de *Clusia* sp., *E. falcata* y especies de reforestación (parcelas 21-25). Pasando el sector de Chachabamba, se ubicaron las parcelas 26 y 27 que presentaron a *A. acuminata* como la especie arbórea dominante.

La ruta 3 presenta al inicio parcelas con vegetación de tipo pajonal (debido a la altitud del nevado Salkantay, abra Inka-chiriaska, 5200m) donde las parcelas 28 hasta la parcela 32 presentaron este tipo de vegetación dominante. Descendiendo hacia la localidad de Paukarancha para continuar hacia la localidad de Wayllabamba (en la margen derecha del río Kusichaka) las parcelas 33 hasta la parcela 35 están conformadas por vegetación de tipo arbustivo ribereño.

El SHM posee gran diversidad de formaciones vegetales debido a la diferencia altitudinal y climática dentro de su ámbito (Galiano, 2000; Galiano y Tupayachi, 2002; Shoo-bridge, 2004). Asimismo, debido a estas diferencias altitudinales, estas formaciones vegetales se pueden diferenciar por la presencia de ecotonos entre ellas (Baca-Zans, 2008). La caracterización actual de las parcelas de evaluación coincide con los resultados obtenidos por Peña-Candía (2008) que realizó la caracterización de la vegetación en parte del Camino Inka Tradicional siendo aparentemente uniforme a lo largo del cauce del río Kusichaka y río Wayllabamba mostrando principalmente bosques ribereños y matorrales.

Fauna

En la ruta 1 se avistaron 21 especies de aves distribuidas en 19 géneros, haciendo un total de 81 individuos en los tres años de evaluación. Asimismo, se avistaron 3 especies de 3 géneros diferentes de mamíferos, haciendo un total de 10 avistamientos en los tres años de evaluación (Tabla 7). Se resalta que entre las especies avistadas se registraron dos que se encuentran en la lista CITES de especies amenazadas (CITES, 2015): *Lycalopex culpaeus* (Apéndice I) y *Puma concolor* (Apéndice II). *Zonotrichia capensis* es la especie presente acostumbrada a la presencia humana ya que se alimenta de restos de comida y debido a sus hábitos oportunistas de alimentación es fácilmente observada. En cuanto a mamíferos, se observaron *Mazama americana*, *P. concolor* y *L. culpaeus*. La mayoría de mamíferos del Camino Inka vienen emigrando a diferentes lugares debido al turismo que altera su hábitat natural (Aparicio y Huamán, 2009).

En la ruta 2 se avistaron 18 especies de aves contenidas en 18 géneros, haciendo un total de 46 individuos durante los tres años de evaluación. Asimismo, se avistaron 3 mamíferos, haciendo un total de 3 avistamientos.

En la ruta 3 se avistaron 16 géneros y 16 especies de aves, haciendo un total de 84 individuos en los tres años de evaluación. Asimismo, se avistó una especie de mamífero durante los tres años de evaluación.

Tabla N° 7. Fauna registrada en la red de Caminos Inka.

Taxón	N°	Especie	N° de Avistamientos								
			Ruta 1			Ruta 2			Ruta 3		
			2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
A V E S	1	<i>Ampelion rubrocristata</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	2	<i>Anairetes parulus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	3	<i>Anisognathus igniventris</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	<i>Aratinga mitrata</i>	0	0	0	10	0	0	0	0	0
	5	<i>Atlapetes canigenis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	1
	6	<i>Atlapetes tricolor</i>	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	7	<i>Boissonneaua matthewsii</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	8	<i>Caprimulgus longirostris</i>	2	1	2	0	0	0	0	0	0
	9	<i>Carduelis magellanica</i>	5	0	5	0	0	0	0	0	0
	10	<i>Catamenia inornata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	11	<i>Cinclodes sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	12	<i>Cloephaga melanophera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	13	<i>Columba fasciata</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	14	<i>Diglossa cyanea</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	15	<i>Diglossa sp</i>	0	0	0	0	0	0	2	11	5
	16	<i>Elaenia albiceps</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	17	<i>Elaenia pallatangae</i>	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	18	<i>Falco sparverius</i>	1	3	1	0	0	0	0	1	1
	19	<i>Falcobaenus megalopterus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	20	<i>Frygilus punensis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	21	<i>Frygilus unicolor</i>	0	0	0	0	0	0	2	6	1
	22	<i>Geotrygon frenata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	23	<i>Hemispingus atropileus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	24	<i>Hemispingus superciliaris</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	25	<i>Iridosornis jelskii</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	26	<i>Lurocalis rufiventris</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	27	<i>Merganetta armata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	28	<i>Metalonura sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	29	<i>Mionectes striaticollis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	30	<i>Momotus aequatorialis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	31	<i>Mucigula flavinvia</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	32	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	33	<i>Myoborus melanocephalus</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	34	<i>Ochothoeca leucophrys</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	35	<i>Pachyramphus versicolor</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	36	<i>Patagona gigas</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	37	<i>Penelope montagnii</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	0
	38	<i>Psarocolius angustifrons</i>	0	0	0	0	3	2	0	0	0
	39	<i>Rupicola peruviana</i>	0	0	0	0	1	3	0	0	0
	40	<i>Sayornis nigricans</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	41	<i>Serpophaga cinérea</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	42	<i>Tigrisoma fasciatum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	43	<i>Tinamus sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1
	44	<i>Turdus chiguanco</i>	4	1	4	0	0	0	2	3	3

45	Upucerthia jelskii	0	0	0	0	0	0	1	0	0
46	Vanellus resplendens	0	0	0	0	0	0	0	0	6
47	Vultur gryphus	0	0	0	0	0	0	0	0	1
48	Zenaida auriculata	0	0	0	1	2	3	0	0	0
49	Zonotrichia capensis	8	5	8	0	0	0	8	11	6
TOTAL DE INDIVIDUOS		33	16	32	20	14	12	17	37	30
N° DE ESPECIES		16	10	15	11	10	07	07	09	14
MAMIFEROS	Mazama americana	4	0	4	0	0	0	0	0	0
	Lycalopex culpaeus (He)	0	2	0	0	0	0	0	0	1
	Puma concolor (Hu)	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	Didelphis marsupialis (Ca)	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Nasua nasua	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Odocoileus virginianus	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	TOTAL DE INDIVIDUOS	5	2	5	2	1	0	0	0	1
N° DE ESPECIES		2	1	2	2	1	0	0	0	1

He = Heces, Hu = Huellas, Ca = Cadáver.

El SHM posee una riqueza faunística muy apreciable y reconocida (Shoobridge, 2004). El registro de especies animales es pequeño en comparación con las especies reportadas para el SHM siendo el oso de anteojos la especie emblemática que no ha sido observada (directa o indirectamente) en ninguna de las tres rutas de evaluación. Es apreciable que el incesante movimiento de turistas en la red de Caminos Inka produce migración de las especies poco “acostumbradas” a la presencia del hombre en sus hábitats. La presencia de algunas especies de mamíferos en la red de Caminos Inka fue reportada previamente por Jarufe (2003) donde reporta mamíferos en el sector de Wiñay Wayña tales como: *Nasua nasua*, *Didelphis albiventris*, *Odocoileus virginianus*, *Mustela frenata*, *Tremarctos ornatus*. En el grupo de los roedores reportó a *Akodon torques*, *Microryzomys minutus* y *Myotis nigricans* y un vampiro, *Desmodus rotundus*, y menciona la posible presencia de *Mazama chunyi*, *Lontra longicaudis* y *P. concolor*. El zorro andino, *L. culpaeus*, y el puma americano, *P. concolor*, no fueron reportados por Jarufe (2003). Estas especies fueron reportadas en la actualización del Plan Maestro del SHM (SERNANP, 2015).

CONCLUSIONES

Dentro de las conclusiones específicas podemos mencionar:

1. Existe una variación del ancho y profundidad de la vía en la red de caminos Inka en el SHM pero no presentaron diferencias notorias.
2. El porcentaje de residuos sólidos remanentes presentes en las rutas evaluadas es mínimo (0.465 % del total de residuos generados por las agencias de viajes y que son disueltas por el SERNANP), siendo de naturaleza orgánica e inorgánica. El número de piezas abandonadas en el camino produce un impacto visual negativo en el paisaje. La presencia de residuos sólidos básicamente se origina por el manejo inadecuado de éstos por parte de las agencias de viajes y turismo; asimismo, por la falta de concientización al personal de apoyo, quienes son los principales actores para la contaminación por residuos sólidos. Por otro lado, la presencia de residuos orgánicos (deyecciones), se da principalmente por la presencia de acémilas y ganado vacuno en los primeros tramos de las tres rutas de la red de Caminos Inka.
3. Las especies de fauna registrada (aves y mamíferos) fue bajo en comparación con las especies reportadas para el SHM. Además, se reportan para esta evaluación especies que se encuentran en alguno de los Apéndices del CITES: *L. culpaeus* (I), *V. gryphus* (I) y *P. concolor* (II). De acuerdo a la lista de especies silvestres de fauna amenazadas en Perú, *V. gryphus* y *P. concolor* se encuentra en peligro de extinción.

4. El turismo produce impactos sociales, culturales y biológicos además que afecta otros recursos naturales como el suelo y el agua. El deterioro de los recursos naturales, renovables y no renovables, es una de las consecuencias directas más significativas del impacto del turismo. Los sitios generalmente preferidos para esta actividad (costas, ríos, lagos y montañas) son ecosistemas frágiles con una gran variedad de especies, cuyo uso intensivo y no sustentable puede producir pérdidas irreversibles. Esto es así debido a que están sometidos a un alto flujo de visitantes, y en el caso del SHM, por ser un atractivo natural y cultural, es más evidente.

5. Con respecto a los efectos negativos, la migración de las especies animales puede verse más afectada, y se debe considerar que se registraron especies consideradas dentro de categorías de conservación internacional; por consiguiente, deben intensificarse las labores de preservación y conservación de los hábitats de estas especies puesto que la actividad turística podría representar una amenaza constante para su permanencia en el SHM. Por otro lado, el turismo en todas sus formas también genera impactos positivos sobre la economía de los lugares aptos para esta actividad generando puestos de trabajo y mejora en la infraestructura de acogida para los servicios relacionados a esta actividad.

AGRADECIMIENTOS

El SHM (SERNANP) proporcionó el financiamiento y los requerimientos logísticos para la realización del estudio. Efraín Suclli Montañés identificó las especies de flora. Se agradece a los guardaparques del SHM por su trabajo en la colecta de datos en las diferentes rutas y parcelas de evaluación.

REFERENCIAS

Alfaro, G. (2004). Estudio Sobre las Condiciones Paisajísticas, Ambientales y Sociales en Camino Inka. Informe,

Santuario Histórico de Machupicchu, Instituto Nacional de Recursos Naturales (SHM-INRENA). Cusco. 135 pág.

Aparicio, C. & Huamán, D. (2009). Impacto Ambiental de los Campamentos Primarios de la Red de Caminos Inka del Santuario Histórico de Machupicchu. Tesis para optar el título profesional de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

Baca-Zans, Y. R. (2008). Evaluación de los Ecotonos de los sectores Lulluchapampa y Warmihuañusca– Santuario Histórico de Machupicchu – Cusco. Seminario de Investigación. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (FCB-UNSAAC). Cusco, 73 pág.

Cárdenas, J., Carlotto, V., Flores, T. & Cano, V. (2004). Impacto en el sistema medioambiental en el Camino Inka Tradicional y Ciudadela Inka de Machupicchu. XIII Congreso Peruano de Geología, Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú. 4 pág.

CITES. (2015). Apéndices I, II y III, en vigor a partir del 5 de febrero de 2015. Publicado (sin fecha) en <https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2015/S-Appendices-2015-02-15.pdf>. Accedido el 15 de Marzo de 2016.

- El Peruano, Diario Oficial. (2014).** Decreto Supremo que aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas, Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. Año XXXI, N° 2813, Pág. 520497-520504. Publicado el Martes 8 de abril de 2014.
- El Comercio. (2013).** Canatur: El turismo será la primera actividad económica del país en 2035. Publicado el 27 de Septiembre de 2013 en <http://elcomercio.pe/economia/peru/canatur-turismo-primera-actividad-economica-pais-2035-noticia-1636701>. Consultado el 15 de Marzo de 2016.
- Emmons, L. F. (1999).** Neotropical Rainforest Mammals, A Field Guide. Second edition. The University of Chicago Press. 307 pp.
- Galiano, W. (2000).** Situación Ecológica-Ambiental del Santuario Histórico de Machu Picchu: Una aproximación. Programa Machu Picchu. Centro Bartolomé de las Casas. Cusco, 105 pp.
- Galiano, W. & Tupayachi, A. (2002).** Ampliación del Inventario de Biodiversidad Botánica del Santuario Histórico de Machu Picchu. Programa Machu Picchu. 356 pp.
- Otero, A. & H. Rivas. (1995).** Estándares para la sustentabilidad ambiental del sector turismo. Ambiente y Desarrollo, 61: 14-18.
- Peña-Candia, L. Z. (2008).** Evaluación de las áreas de cultivo en la margen izquierda del río Kusichaka – Santuario Histórico de Machupicchu – Cusco. Seminario de Investigación. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (FCB-UNSAAC). Cusco, 67 pág.
- RPP Noticias. (2014).** El turismo se perfila a ser la segunda actividad económica del Perú. Publicado el 26 de Diciembre de 2014 en <http://rpp.pe/lima/actualidad/el-turismo-se-perfila-a-ser-la-segunda-actividad-economica-del-peru-noticia-754046>. Consultado el 15 de Marzo de 2016.
- SERNANP, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2015).** Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu 2015-2019. 346 pp. Lima, Perú.
- Shoobridge, D. (2004).** Perfil de Área Protegida – Perú, Santuario Histórico de Machupicchu. Parks Watch: Strengthening Parks to Safeguard Biodiversity. 61 pp.
- Stankey, G. H., D. N. Colé, R. C. Lucas, M. E. Petersen & Frissell, S. S. (1985).** The Limits of Acceptable Change (LAC): System for Wilderness Planning. United States Department of Agriculture Forest Service - General Technical Report INT-176, 35 p.
- Tinoco G., O. (2003).** Los impactos del turismo en el Perú. Producción y Gestión, 6 (1): 47-60.
- Van de Meene R., D. (1992). Equipamiento y servicios para el turismo ecológico en el Amazonas brasileño. Revista Estudios y Perspectivas en Turismo. Volumen 1, N° 2. En: <http://www.ciet.org.ar>