

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN EL
SENDERO “TRIWE” DEL PREDIO RUCAMANQUE Y
GENERACIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO DE
VISITANTES.**

Trabajo de Título presentado a La Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de La Universidad de La Frontera. Como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero en Recursos Naturales

NATALY DEL CARMEN JARA FUENTES

TEMUCO-CHILE

2013

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN EL
SENDERO “TRIWE” DEL PREDIO RUCAMANQUE Y
GENERACIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO DE
VISITANTES.**

Trabajo de Título presentado a La Facultad de
Ciencias Agropecuarias y Forestales de La
Universidad de La Frontera. Como parte de
los requisitos para optar al título de Ingeniero
en Recursos Naturales

NATALY DEL CARMEN JARA FUENTES

PROFESOR GUÍA: ALEJANDRO RAMÓN ESPINOSA SEPÚLVEDA

TEMUCO-CHILE

2013

**CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA EN EL SENDERO “TRIWE” DEL
PREDIO RUCAMANQUE Y GENERACIÓN DE UN SISTEMA DE REGISTRO DE
VISITANTES.**

PROFESOR GUÍA :

Alejandro Espinosa Sepúlveda

Ingeniero Forestal, M.Sc.

Depto. de Ciencias Forestales

Universidad de la Frontera

Nota: _____

PROFESOR CO-GUÍA:

Patricio Núñez Marín

Ingeniero Forestal

Depto. de Ciencias Forestales

Universidad de la Frontera

Nota: _____

CALIFICACIÓN PROMEDIO

TRABAJO DE TÍTULO:

A mis padres por su apoyo incondicional, amor y esfuerzo. A mi querida Lichi que desde el cielo me ha acompañado en esta gran etapa de mi vida. A Gustavo por su comprensión, paciencia, amistad y por sobre todo por el amor y dedicación que me ha entregado en estos dos años. A mis hermanos, mi familia y mis amigos por su gran apoyo, infinitas gracias.

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA | 3 |
| 2.1 El concepto de capacidad de carga o capacidad de acogida..... | 3 |
| 2.2 Visitor Impact Management (VIM)..... | 5 |
| 2.3 Límite de Cambio Aceptable (LCA)..... | 7 |
| 2.4 La capacidad de carga turística..... | 9 |
| 2.5 Tourism Optimization Management Model (TOMM)..... | 10 |
| 2.6 Plan de Manejo Predio Rucamanque..... | 10 |
| 2.6.1 Zonificación del predio Rucamanque..... | 11 |
| 2.6.2 Zona Primitiva..... | 12 |
| 2.6.3 Zona de Recuperación..... | 13 |
| 2.6.4 Zona de uso Extensivo..... | 13 |
| 2.6.5 Zona de Uso Intensivo..... | 14 |
| 2.6.6 Zona de Uso Especial..... | 14 |
| 2.7 Base de datos (BD)..... | 15 |
| 2.8 Modelo de entidad relación (MER)..... | 16 |
| 2.9 MySQL..... | 17 |
| 2.10 WYSIWYG web builder..... | 18 |
| 2.11 Web Mapping..... | 19 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS | 20 |
| 3.1 Materiales..... | 20 |
| 3.1.1 Descripción del área de estudio..... | 20 |
| 3.1.2 Antecedentes históricos..... | 21 |
| 3.1.3 Características edáficas..... | 22 |
| 3.1.4 Características vegetacionales..... | 22 |
| 3.1.5 Características climáticas..... | 22 |
| 3.2 Materiales de terreno..... | 22 |
| 3.2.1 Materiales de procesamiento de datos..... | 23 |
| 3.3 Metodología..... | 23 |
| 3.3.1 Metodología determinación de capacidad de carga turística de Cifuentes 1992..... | 23 |
| 3.3.1.1 Consideraciones para la determinación de la Capacidad de Carga..... | 24 |
| 3.3.1.2 Cálculo Capacidad de Carga Física (CCF)..... | 24 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.3.1.3 | Cálculo Capacidad de Carga Real (CCR) | 25 |
| a) | Factor social (FCsoc)..... | 26 |
| b) | Erodabilidad (FCero)..... | 27 |
| c) | Accesibilidad (FCacc) | 28 |
| d) | Precipitación (FCpre) | 29 |
| e) | Brillo solar (FCsol)..... | 30 |
| f) | Cierres temporales (FCtem)..... | 31 |
| g) | Anegamiento (FCane)..... | 31 |
| 3.3.1.4 | Capacidad de Manejo. | 31 |
| 3.3.1.5 | Cálculo Capacidad de Carga Efectiva (CCE)..... | 33 |
| 3.3.2 | Propuesta de registro de visitas al predio. | 33 |
| 4. | RESULTADOS | 43 |
| 4.1 | Consideraciones para la determinación de la Capacidad de Carga | 43 |
| 4.1.1 | Capacidad de Carga Física (CCF)..... | 44 |
| a) | Factor Social (FCsoc) | 45 |
| b) | Factor erodabilidad (FCero)..... | 46 |
| c) | Factor Accesibilidad (FCacc) | 48 |
| d) | Factor Precipitación (FCpre) | 49 |
| e) | Brillo solar (FCsol)..... | 52 |
| f) | Cierres temporales (FCtem)..... | 52 |
| g) | Factor de anegamiento (FC ane)..... | 52 |
| 4.1.2 | Capacidad de Manejo | 53 |
| 4.1.3 | Capacidad de Carga Efectiva..... | 53 |
| 4.1.4 | Resumen resultado final Capacidad de Carga Turística | 54 |
| 4.2 | Propuesta de registro de visitas..... | 56 |
| 5. | DISCUSION DE RESULTADOS | 61 |
| 6. | CONCLUSIONES | 66 |
| 7. | RECOMENDACIONES | 66 |
| 8. | RESUMEN | 68 |
| 9. | SUMARY | 69 |
| 10. | LITERATURA CITADA | 69 |
| 11. | ANEXOS | 76 |

1. INTRODUCCIÓN

El turismo durante décadas ha experimentado un continuo crecimiento y una profunda diversificación, hasta convertirse en uno de los sectores económicos que crecen con mayor rapidez a nivel mundial (OMT, 2012). El aumento considerable del sector turístico significa, no tan sólo dedicarse en un sector de la industria del turismo en particular; sino que este involucra diversas modalidades, las que permiten tener una amplia gama de ofertas, destinos y actividades que sean factibles a realizar.

El desarrollo sustentable del turismo es una oportunidad para que las áreas protegidas y los espacios cercanos a ellas puedan contribuir a la prosperidad y bienestar de las comunidades locales a través de la generación de empleos e ingresos, proporcionando así incentivos para su protección y conservación, agregando valor al patrimonio natural y a los sistemas ecológicos al sensibilizar a la población respecto a su entorno (Crespo de Nogueira, 2007; Subsecretaría de Turismo, 2012). En el año 2010 se crea la nueva ley de turismo N° 20.423 que tiene como objetivo "el desarrollo y la promoción de la actividad turística, por medio de mecanismos destinados a la creación, conservación y aprovechamiento de los recursos y atractivos turísticos nacionales" que junto a su correspondiente reglamento, fija el procedimiento para las concesiones turísticas en Áreas Protegidas del Estado (República de Chile, 2010). Permitir concesiones turísticas en las áreas protegidas ha producido un sinnúmero de necesidades para proteger los objetivos que cada área silvestre tiene definido; en base a lo anterior, aquellos espacios naturales que no posean una planificación adecuada y los resguardos necesarios, pueden desencadenar la degradación de estos mismos.

Una herramienta vital para la protección de las áreas silvestres es la determinación de la Capacidad de Carga Turística enfocada en el nivel de utilización turística que una zona puede tolerar, asegurando una máxima satisfacción a los visitantes y una mínima repercusión negativa sobre los recursos, determinando el número de visitantes que pueden ingresar a estas áreas con el fin de brindar calidad y satisfacción en su estadía (Acevedo, 2011).

Rucamanque se ubica a solo 12 kilómetros de la ciudad de Temuco, (Espinosa *et al.* 2009); este fue adjudicado a la Universidad de La Frontera (UFRO) en el año 1986. Dada la cercanía a la

ciudad los esfuerzos de conservación de este ecosistema enfrentan el riesgo de deterioro producto de la acción humana. Es necesario agregar la escasa representación dentro del SNASPE del ecosistema al interior del predio, convirtiéndolo en una de las pocas áreas donde es posible realizar investigación científica y educación. Muestra de ello es que a partir del año 2002 la Comisión Nacional del Medio Ambiente reconoce el predio Rucamanque como Sitio Prioritario de Conservación de la Biodiversidad en la Región de La Araucanía (Núñez *et al.*,2011). En la actualidad no posee los estudios correspondientes a la capacidad de carga, mencionado en el plan de manejo, donde en la zona de uso extensivo se indica que “deberá establecerse la capacidad de carga en los senderos y demás sectores que utilizan normalmente los visitantes y que se encuentran al interior de esta zona” (Espinosa *et al.* 2009), no obstante no hay un manejo con respecto a los visitantes que ingresan, por lo que se hace difícil cumplir con los objetivos de preservación, por lo cual se hace importante este estudio. Sumándose a lo anterior mencionado la Universidad no cuenta con un registro de visitantes lo que dificulta aún más el manejo de este, y no hay antecedentes de la cantidad de personas que han ingresado durante los años de administración, si bien el plan de manejo indica que al “no contar con el antecedente refiriéndose a la capacidad de carga, se podrá autorizar una capacidad de carga máxima igual al promedio histórico que se tenga registrado para ellos” (Espinosa *et al.* 2009) dicha alusión no es cumplida debido a que como anteriormente se señaló, la Universidad no cuenta con este registro histórico lo que hacen aún más necesario el poder tener disponible un registro de visitantes. Ambas problemáticas serán abordadas en el presente trabajo de título.

Objetivo General

- Determinar la capacidad de carga turística en el sendero “Triwe” del predio Rucamanque y proponer un sistema de registro de los visitantes.

Objetivos específicos

- Establecer la capacidad de carga física en el sendero “Triwe” del predio Rucamanque.
- Establecer la capacidad de carga real en el sendero “Triwe” del predio Rucamanque.
- Establecer la capacidad de carga efectiva en el sendero “Triwe” del predio Rucamanque.
- Diseñar un sistema de registro de visitantes al sendero “Triwe” del predio Rucamanque.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según la Organización Mundial del Turismo (OMT, 1994), “el turismo comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período consecutivo inferior a un año y mayor a un día, con fines de ocio, por negocios o por otros motivos”. Sin embargo el turismo es una actividad socioeconómica relativamente joven, generalizada y con carácter multidisciplinar abarcando una gran variedad de sectores económicos y disciplinas académicas. Por tanto, no existen definiciones conceptuales claras que delimiten la actividad turística y la distinguan de otros sectores (OMT, 2008).

2.1 El concepto de capacidad de carga o capacidad de acogida

La raíz del concepto de **capacidad de carga** o **capacidad de acogida** se encuentra en el campo de la gestión de la vida salvaje. El término se refiere al número de individuos de una determinada especie que pueden vivir en un hábitat dado según el criterio de sostenibilidad, cuando está disponible el refugio, agua y comida (Peran, 2005).

En efecto, este concepto subyace en el más elemental sentido común, establece que si el uso recreativo de un área se incrementa sin límite alguno, en algún punto este nivel de uso causará un impacto o bien sobre la experiencia del propio usuario, sobre el medio o sobre ambos. El problema fundamental es definir cuándo es mucho uso (Stankey & McCool, 1983).

El concepto de capacidad de carga es muy importante en los recursos naturales, sus orígenes se basan tanto en la agricultura como la ganadería y generalmente es definido como “el nivel máximo de uso que un área puede sostener, limitado por factores naturales de resistencia del medio ambiente, tales como alimento, refugio o agua” (Moore, 1987; McCool y Stankey, 1992).

Otros autores definen la capacidad de carga como la capacidad de un sistema de soportar una población de tamaño determinado en relación a su nicho ecológico (espacio, nutrientes, luz, alimentos, refugio, competencia, etc.) (CONAF-AMBAR, 2000).

Según Odum (1986) se refiere principalmente al límite impuesto por los factores de resistencia ambiental más allá del cual no puede crecer la población dependiente de ellos. Jiménez *et al.* (2007) lo define como la cantidad y el tipo de visitantes que pueden ser

acomodados en un área sin consecuencias sociales inaceptables e impactos ambientales negativos.

Según la EEA (1998), la capacidad de carga es definida como “la máxima población que puede soportar indefinidamente un determinado hábitat sin dañar de forma permanente la productividad del ecosistema del que depende esa población”. No obstante, parece ser que los orígenes del concepto se vinculan a la gestión del ganado en los lugares de pasto, procurando mantener el equilibrio entre la vida animal y la vida vegetal.

La evolución de este concepto fomenta el interés académico de diversas disciplinas, siendo la economía, la sociología y, especialmente, la geografía las que se muestran más activas (López y López. 2008). En base a esta evolución se adopta también el término de capacidad de acogida como **sinónimo**. Pero este término es sensiblemente más restringido que el de capacidad de carga, en cuanto que se concentra en una perspectiva de oferta, es decir, la capacidad de acogida está ligada estrechamente con los límites del destino turístico para recibir satisfactoriamente a los turistas, ofreciendo todas las posibilidades a su alcance para su disfrute. Y, en cambio, la capacidad de carga incluye, además, los límites del turista para asimilar las situaciones de aglomeración en el destino turístico, estableciendo su grado de aceptación o rechazo frente a la mayor o menor densidad turística (López y López. 2008).

La Country side Research Advisory Group (1970), de Gran Bretaña, distingue los siguientes aspectos relacionados con la capacidad de acogida (Peran, 2005):

Conceptos asociados a la capacidad de acogida:

- a) Capacidad de acogida física: es el nivel máximo de utilización para el recreo en término de número de personas, de coches y actividades aceptables para los fines asignados a un lugar o a una instalación.
- b) Capacidad de acogida ecológica: es el nivel máximo de utilización para el recreo en término de número de actividades aceptables hasta que el valor ecológico comience a disminuir.

- c) Capacidad de acogida económica: es el nivel máximo de utilización para el recreo en término de número de actividades aceptables en una zona, que se dedica también a otra actividad no recreativa hasta que los daños causados a esta última actividad se consideran inaceptables.
- d) Capacidad de acogida perceptual o social: es el máximo nivel de utilización para el recreo en término de número de actividades por encima del cual el recreo resulta menos agradable desde el punto de vista del participante.
- e) Otros conceptos de capacidad de acogida: Como la capacidad de acogida paisajística o turística.

A partir de la década de 1980, siguiendo a García (2001), se incorporan dos nuevos aspectos a la hora de delimitar la capacidad de carga de un territorio, como son la identificación de niveles de uso aceptables e inaceptables y la búsqueda de la calidad de la experiencia del visitante.

Existen otros conceptos ligados a la capacidad de carga que son utilizados a nivel mundial estos son: Visitor Impact Management (VIM), Límite de Cambio Aceptable (LCA), Capacidad de Carga Turística (CCT) y Tourism Optimization Management Model (TOMM).

2.2 Visitor Impact Management (VIM)

La metodología conocida como gestión de impactos de visitantes (VIM en inglés) fue desarrollada a finales de la década de 1980 por la Asociación de Parques Nacionales y Conservación de los Estados Unidos (National Parks and Conservation Association) (Kuss et al. 1990), con el fin de tener una herramienta para evaluar el uso y los impactos causados por el turismo en las unidades que componen el sistema del servicio de parques.

McCool (1994), define al VIM como un proceso iterativo, flexible, de seis procesos en el que los participantes al mismo tiempo pueden considerar las consecuencias de las opciones de zonificación, la aceptabilidad de los diferentes impactos y las implicaciones de la selección de varias tácticas de gestión, todos los cuales han sido identificados como en la decisión de los atributos.

El proceso de evaluación comprende dos etapas:

- 1) En la primera se identifican los impactos generados por el uso turístico.
- 2) En la segunda, la información sobre los impactos se incorpora al proceso de planeación y manejo de áreas específicas.

Las técnicas de evaluación usadas por la VIM son similares a aquellas propuestas por la LAC, pero más orientadas a responder a la percepción de los administradores que al punto de vista de los actores sociales. Esta metodología permite: “Identificar la condición del problema, determinar potenciales factores que inciden en la severidad de los impactos inaceptables y seleccionar posibles estrategias de gestión para mejorar los impactos inaceptables” (Ceballos, 1996).

La metodología VIM consta de un proceso compuesto de ocho pasos que incluyen:

- 1) Revisión de toda la información
- 2) Revisión de los objetivos
- 3) Identificación y selección de los indicadores de impacto
- 4) Selección de estándares para los mismos
- 5) Comparación de éstos con las condiciones existentes
- 6) Identificación de las causas de impacto
- 7) Búsqueda de estrategias de manejo
- 8) Control e implementación del sistema.

Las metodologías más recientes en relación con la gestión de visitantes en sitios de interés natural y cultural se basan en la experiencia del visitante y el proceso de protección de los recursos.

De acuerdo con Pedersen (2002) estas metodologías incluyen pasos básicos tales como determinar estrategias para el logro de metas y objetivos, formular indicadores de desempeño de las metas y objetivos, monitorear el cumplimiento de los estándares y decidir acciones cuando los mismos no son alcanzados.

2.3 Límite de Cambio Aceptable (LCA)

El LCA fue creado por un grupo de investigadores del Servicio Forestal de EE.UU. como una herramienta de manejo y planificación en respuesta a preocupaciones sobre la gestión de los impactos de recreación (Stankey et al. 1985).

Dicho modelo fue generado en los años 70. Sin embargo la primera aplicación del LCA comenzó a mediados de los 80's. Se puede decir que el modelo del LCA es actualmente el más difundido como método de manejo y monitoreo para Áreas Naturales Protegidas. Este método hace mayor énfasis en la planificación más que en los números que provienen de los cálculos de Capacidad de Carga. El enfoque de LCA se concentra en establecer límites medibles a los cambios inducidos por las actividades del hombre en las condiciones naturales y sociales del área y en definir estrategias apropiadas de manejo para mantener y/o restaurar tales condiciones: estableciendo los Límites de Cambio Aceptable (Rodríguez y Ursua, 2012).

El método propone un sistema de pasos para determinar los impactos producidos por las actividades que se desarrollan en un área natural protegida, reconociendo factores ecológicos, paisajísticos y sociales. Propone la identificación de estándares aceptables y accesibles, promueve iniciativas de gestión que puedan salvar estas distancias y determina un tipo de monitoreo y evaluación para comprobar la eficiencia de las iniciativas propuestas (Iroldi, 2000).

Debido a que la metodología es bastante completa, se sigue utilizando para planificar, manejar y controlar el desarrollo turístico. Al considerar las condiciones óptimas en relación con la sostenibilidad de los recursos y del uso recreativo, esta metodología determina el nivel de impacto o el límite de cambio aceptable que puede permitirse en un lugar. Permite establecer los niveles de uso (aumentando o disminuyendo los mismos), y restringe comportamientos que degradan los recursos. Este proceso de manejo integral se basa en cuatro componentes:

Especificación de recursos y condiciones sociales aceptables o disponibles definidas por una serie de parámetros medibles.

Análisis de la relación entre condiciones existentes y aquellas consideradas como aceptables.

Identificación de las acciones de manejo necesarias para alcanzar estas condiciones.

Programa de monitoreo y evaluación de la efectividad de la gestión” (Stankey et al. 1985).

Stankey et al. (1985) presentan nueve pasos para desarrollar los componentes citados, entre ellos podemos señalar:

1. Identificar las preocupaciones y los problemas de la zona.
2. Definir y describir las clases de oportunidad (basado en el concepto de ROS).
3. Seleccionar indicadores de recursos y condiciones sociales.
4. Inventario de los recursos existentes y las condiciones sociales.
5. Especificar estándares para los indicadores de recursos sociales para cada clase de oportunidad.
6. Identificar alternativas de asignación de clase de oportunidad.
7. Identificar acciones de manejo para cada alternativa.
8. Evaluar y seleccionar las alternativas preferidas.
9. Implementar acciones y condiciones del monitor.

Los límites de cambio aceptable (LCA) representan un marco en el que se pueden tomar decisiones sobre el tipo de condiciones que se pueden permitir que se produzcan en un área. La premisa básica del concepto LCA es que el cambio es una consecuencia natural e inevitable del uso recreativo sean estos sociales o ambientales (Stankey *et al.* 1985).

Por su parte, siguiendo la metodología LCA, Ceballos (1996) se basa en el trabajo de Cifuentes (1992) y propone una evaluación de seis pasos que incluye:

- 1) Análisis de los aspectos recreativos y de las políticas de manejo
- 2) Análisis de los objetivos del área
- 3) Análisis de los recursos recreativos actuales

- 4) Definición de las políticas y medidas existentes en relación con el uso de las áreas recreativas
- 5) Identificación de los factores que influyen en los recursos recreativos (evaluación cuantitativa y cualitativa de los recursos tomando en cuenta su fragilidad y vulnerabilidad)
- 6) Determinación de la capacidad de carga de los recursos, de acuerdo con el modelo de Cifuentes (1992)

2.4 La capacidad de carga turística

La capacidad de carga turística ostenta un interés creciente dado que se vincula estrechamente con el desarrollo turístico sostenible o turismo sustentable, siendo un concepto tratado en la literatura académica, especialmente desde un punto de vista teórico, dado que son pocos los estudios empíricos sobre dicho concepto, a su vez, hay distintos postulados sobre la idea de la capacidad de carga turística como herramienta útil en la planificación y gestión del turismo (López y López. 2008).

La Capacidad de Carga Turística es un instrumento que contribuye a la gestión y conservación eficiente del territorio, haciendo que los turistas tengan una experiencia de calidad y puedan satisfacer sus expectativas (Tudela y Giménez 2009).

La capacidad de carga es un modelo matemático que relaciona el uso de un área geográfica dimensionada en senderos, tiempos de operación y recorrido; con variables de manejo, ambientales y físicas; con el personal, infraestructura y equipamientos necesarios para cada actividad, de tal forma que la administración de un área tenga un mapa mental de una actividad y puedan tomar decisiones que no agredan el medio donde se desarrollan las actividades y a la vez puedan mejorar sus resultados administrativos (Durán, 2007).

La determinación de la capacidad de carga no debe ser tomada como un fin en sí misma ni como la solución a los problemas de visitación. Es una herramienta de planificación que sustenta y requiere decisiones de manejo. La capacidad de carga es relativa y dinámica porque depende de variables que según las circunstancias pueden cambiar. Esto obliga a revisiones periódicas en coordinación con el monitoreo de los sitios, como parte de un proceso secuencial y permanente

de planificación, investigación y ajuste del manejo. En general, el desarrollo de metodologías para determinar capacidad de carga turística es relativamente reciente y los casos de estudio son escasos (Amador, *et al.* 1996).

2.5 Tourism Optimization Management Model (TOMM)

El modelo TOMM se originó en Australia y fue desarrollado para un destino turístico icono del país denominado “Isla Canguro”. La gente cercana al destino turístico se dio cuenta de la necesidad de preservar sus recursos naturales para mantener el atractivo de su destino. El recurso natural único de ese país favoreció el trabajo arduo para encontrar un equilibrio entre el desarrollo turístico como económico y la conservación, con el fin de que este recurso natural no sea destruido (Miller y Twining Ward, 2005).

La visión de TOMM es ser centro de excelencia y líder inspirador en la gestión de destino. La idea es crear conciencia a través del aumento de los conocimientos. La distribución continua de información debe inspirar a la gente a contribuir a una formulación común y el logro de visiones.

El modelo TOMM se basa en el sistema LAC desarrollado por Stankey y McCool (1995). TOMM fue diseñado para servir a la gran variedad de actores involucrados con diversos intereses que puede operar a nivel regional. En concreto TOMM ha sido diseñado para monitorear y cuantificar las claves de la economía, marketing, medio ambiente, beneficios socio-culturales e impactos de la actividad turística, ayudando en la evaluación de las nuevas alternativas de gestión de futuro para el desarrollo sostenible y la gestión de la actividad turística. TOMM se está utilizando para ayudar a cambiar la industria del turismo y actividades a fines, por ello, la dependencia de la industria turística en la calidad de la experiencia de la calidad del visitante y la condición de los recursos naturales, culturales y sociales deben hacerse evidente durante el proceso de seguimiento a largo plazo (Manidis, 1997).

2.6 Plan de Manejo Predio Rucamanque

La presente recopilación bibliográfica se obtuvo del plan de manejo del predio Rucamanque 2009; en uno de sus capítulos define la categoría a la que debería pertenecer Rucamanque. Gutiérrez en el año 2006 realizó un estudio orientado a definir la categoría de manejo más

adecuada para el predio Rucamanque, considerándolo como un área silvestre protegida. Como resultado del mismo, se concluyó que el predio Rucamanque le corresponde la categoría de manejo de un Monumento Natural (Categoría III de la UICN).

De lo anterior se puede desprender que el predio Rucamanque posee excepcionales características para cumplir con los Objetivos Primarios de Conservación, es decir:

- 1) Preservación de especies y diversidad genética
- 2) Protección de rasgos específicos naturales y culturales
- 3) Turismo y Recreación

El Plan General de Manejo del Predio Rucamanque tiene como objetivo general *“garantizar la preservación de los ecosistemas presentes en el predio Rucamanque, ubicado en la Comuna de Temuco, Región de La Araucanía. Preservar la vegetación de Rucamanque permitirá, utilizando el enfoque de filtro grueso, asegurar la presencia en el tiempo de los demás componentes del ecosistema.”* y como objetivo de manejo serán enfocados a los correspondientes a un área silvestre de la categoría Monumento Natural. El asumir esta categoría de conservación para Rucamanque implica los siguientes objetivos primarios:

Preservar el ecosistema del predio Rucamanque como muestra de algunos ambientes naturales existentes en el Valle Central de la Región de La Araucanía,

Preservar rasgos escénicos asociados a la presencia de ecosistemas boscosos en un sector del cordón montañoso Huimpil – Nielol orientado hacia la ciudad de Temuco.

Acoger actividades de carácter formativo en el ámbito de la Educación Superior. El carácter de relictos de vegetación permite la investigación en el área de las ciencias biológicas tanto a estudiantes como académicos de las distintas casas de estudios presentes en la ciudad de Temuco.

2.6.1 Zonificación del predio Rucamanque: La etapa de zonificación del Predio Rucamanque consistió en identificar zonas homogéneas de vegetación que presentan determinadas características y cumplen ciertas funciones. Estas características y funciones permiten

incorporar éstas áreas en zonas que cumplen uno o varios de los objetivos de manejo del Predio (Espinosa *et al.* 2009). Para la realización de la zonificación se utilizó variables tanto primarias como secundarias.

Las Zonas de Manejo identificadas al interior del predio Rucamanque corresponden a: Zona Primitiva, Zona de Recuperación, Zona de Uso Extensivo, Zona de Uso Intensivo y Zona de Uso Especial.

2.6.2 Zona Primitiva: Se definió a todos aquellos sectores en estado natural que han sido poco alterados por la acción humana. La particularidad de esta zona es que conserva porciones o elementos representativos de un ecosistema, especies de flora y/o fauna. El objetivo general de esta zona es destinar espacios para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural. La superficie correspondiente a esta zona es de 367,61 ha.

- Objetivos específicos
- a) Garantizar la protección de los bosques de Olivillo y de Roble-Laurel-Lingue que se encuentran al interior del predio Rucamanque y de su fauna asociada. Especial énfasis se le debe otorgar a las especies de flora y fauna con problemas de conservación.
- b) Brindar oportunidades para el desarrollo de actividades de investigación, monitoreo y formación profesional en ambientes naturales inalterados, especialmente como apoyo a los objetivos de manejo de Rucamanque.
- c) Permitir un uso restringido, no concentrado en el espacio ni en el tiempo, por parte de visitantes, con el fin que puedan desarrollar otras actividades de uso público, como la interpretación y educación ambiental.

2.6.3 Zona de Recuperación: Esta zona se considera como transitoria en el tiempo y se declara como tal mientras dure el proceso de recuperación que se pretende alcanzar. Corresponde a aquellos sectores del predio Rucamanque en donde la vegetación y/o fauna y/o suelo sufrieron procesos de alteración antrópica, además de áreas donde es posible encontrar vegetación y/o fauna exótica. Esta zona permite restaurar o rehabilitar espacios naturales degradados. El objetivo general de esta zona es destinar espacios para la conservación, preservación, protección e investigación del patrimonio natural. A esta zona le corresponde una superficie de 27,01 ha.

- Objetivos específicos
 - a) Restaurar y/o rehabilitar los sectores que han sido alterados significativamente por el hombre en el pasado, propendiendo a restablecer, en la medida de lo posible, un sistema cuya composición, estructura y funcionamiento sean lo más similar al ecosistema original.
 - b) Proteger especies de flora y fauna, y hábitats amenazados.

2.6.4 Zona de uso Extensivo: Esta zona agrupa áreas, que si bien mantienen un bajo grado de alteración, son compatibles con el uso público para actividades de recreación, investigación o educación de manera controlada. El objetivo general de esta zona es destinar espacios para el uso público, mediante el desarrollo de actividades de recreación, ecoturismo y la interpretación y educación ambiental. Esta zona comprende una superficie de 33,26 ha.

- Objetivos específicos

Permitir el uso público extensivo de los recursos naturales que posee el predio por parte de los visitantes (es decir, un uso no consuntivo y no concentrado ni en el tiempo ni en el espacio), con el objeto de desarrollar actividades de recreación, ecoturismo y la interpretación y educación ambiental.

Es importante señalar que en sus normas de uso se debe establecer la medición de la capacidad de carga turística de los senderos y demás sectores que utilizan normalmente los visitantes y que se encuentren en el interior de esta zona. Mientras no se cuente con este antecedente, se podrá autorizar la capacidad máxima igual al promedio histórico que se tenga registrado para ellos.

2.6.5 Zona de Uso Intensivo: Esta zona está destinada a concentrar el uso por parte del público dentro del predio. Corresponden generalmente a áreas alteradas que poseen atractivos escénicos, lo cual no va en desmedro de las expectativas del visitante. Aquí es posible encontrar servicios higiénicos y lugares de uso público. El objetivo general de esta zona es destinar espacios para el uso público, mediante el desarrollo de actividades de recreación, ecoturismo y la interpretación y educación ambiental. A esta zona le corresponde una superficie de 3,87 ha.

- Objetivos específicos
- a) Permitir el uso público intensivo, por parte de los visitantes, de los recursos naturales que posee el predio (es decir, un uso no consuntivo que puede estar concentrado en el tiempo y en el espacio), con el objeto de desarrollar actividades de recreación, ecoturismo y la interpretación y educación ambiental.
- b) Restringir el ingreso libre de público, y el impacto que estos causan, a una superficie reducida del predio.

2.6.6 Zona de Uso Especial: A diferencia de las restantes zonas de manejo, la presente zona no tiene conexión directa con los objetivos de manejo del predio, pero es necesaria su definición con el fin de permitir el emplazamiento de las instalaciones y servicios requeridos para el manejo del predio. Estas incluyen infraestructura tales como bodegas, oficinas administrativas, residencia para el personal, entre otras. El objetivo general de esta zona es proveer espacios para la administración del predio.

- Objetivos específicos
- a) Permitir la construcción de las instalaciones, infraestructura y equipamiento necesario para el manejo y administración del predio Rucamanque.
- b) Circunscribir una zona para la instalación de módulos demostrativos con fines de investigación y educación.

2.7 Base de datos (BD)

La toma de decisiones exige una visión general de todos los aspectos relacionados (Ramakrishnan, 2007), esto nos lleva a la necesidad implícita de almacenar la información de manera histórica antes de poder tomar decisiones a partir de ella.

Las bases de datos son imprescindibles para el almacenamiento histórico de la información, la tendencia hacia el almacenamiento de datos se complementa además con el creciente desarrollo tecnológico y de softwares de base de datos capaces de controlar grandes cantidades de datos. Una base de datos (BD) es un conjunto estructurado de datos pertenecientes al mismo contexto (Camps, 2002). En la actualidad las BD se implementan en formato digital por medio de sistemas de gestión de bases de datos (SGBD) que además de la propia colección de los datos interrelacionados implementan un conjunto de programas y técnicas para almacenar y recuperar la información de una manera óptima escondiendo la complejidad tras estas operaciones.

El objetivo principal de un SGBD es proporcionar un entorno que sea a la vez conveniente y eficiente para ser utilizado al momento de extraer y almacenar información de la BD. Esto proporciona a los usuarios una visión abstracta de los datos, es decir, el sistema oculta los detalles del cómo se almacenan y mantienen los datos internamente en la computadora. Hoy en día existen particularmente un gran número de SGBD, probablemente el más conocido sea Microsoft Access ya que posee un enfoque hacia el trabajo con base de datos locales utilizadas para tareas de oficina. Los SGBD normalmente permiten a los usuarios almacenar, recuperar y actualizar información con base en peticiones.

El procesamiento de BD ha sido siempre un tema importante en el estudio de los sistemas de información, su propósito principal es ayudar a las personas a dar un seguimiento a las cosas (Kroenke, 2003). La información en cuestión puede ser cualquier cosa que sea de importancia para el individuo u organización; en otras palabras, todo lo que sea necesario para auxiliarle en el proceso general de su administración (Date, 2001).

2.8 Modelo de entidad relación (MER)

El modelo entidad relación (MER) es un diagrama que permite representar las entidades, relaciones y propiedades relevantes que se implementarán en una base de datos. Se basa en una percepción de un mundo real. Este modelo se desarrolló para facilitar el diseño de bases de datos permitiendo especificar un esquema empresarial. Este esquema representa la estructura lógica general de la base de datos. Los conceptos básicos para este modelo son: entidades, relaciones y atributos (Taboada y Cotas. 2005).

Se puede definir como **Entidad** a cualquier objeto, real o abstracto, que existe en un contexto determinado o puede llegar a existir y del cual deseamos guardar información. Los **Atributos** son características o propiedades asociadas a la entidad que toman valor en una instancia particular como por ejemplo: nombre, cédula, teléfono, finalmente se entiende por **Relación** a la asociación entre dos o más entidades (Storti G, *et al.* 2007). La asociación típica que se da en los SGBD al momento de implementar un modelo MER es que entidad se representa por medio de una tabla, los atributos como campos o columnas de la tabla y la relación como la forma en que las tablas se asocian.

Para cada tabla se puede definir uno o más de sus atributos como clave primaria (representadas por un símbolo de llave), la clave primaria identifica de forma única cada fila, por esta razón se utiliza además para relacionar entre si varias tablas. Por ejemplo en la imagen se observan 2 tablas, la tabla facultad y la tabla carrera, se observa además que la tabla carrera mantiene una referencia de la tabla facultad (representada por un punto rojo) la cual corresponde a la clave primaria de la tabla facultad y que citada en la tabla carrera es llamada clave foránea (Silberschatz, A. et al., 2002).

Esta relación que se establece entre ambas tablas permite mantener una consistencia entre los datos, evitar almacenar información repetida y separar lógicamente los datos a ser almacenados.

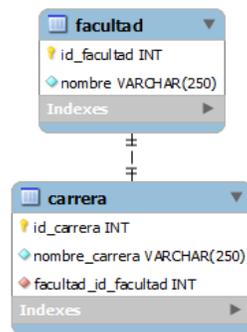


Figura N°1: Ejemplo relación entre tablas

Fuente: Elaboración propia

2.9 MySQL

MySQL es el SGBD gratuito y de código abierto más popular del mundo, entre otras razones dado que posee un alto desempeño, confiabilidad, seguridad, escalabilidad y reducción de costos. MySQL corresponde al motor sobre el cual se implementa el modelo de datos (García, A., 2004). El término código abierto significa que todo el mundo puede acceder a un código fuente, es decir, al código de programación de MySQL, en este caso todas las personas pueden contribuir para incluir elementos, reparar problemas, realizar mejoras o sugerir optimizaciones (García, A. et al., 2009).

MySQL es un sistema de administración de base de datos relacional. Se trata de un motor capaz de almacenar una enorme cantidad de datos de gran variedad y de distribuirlos para cubrir las necesidades de cualquier tipo de organización, desde pequeños establecimientos comerciales a grandes empresas y organismos administrativos (Gilfillan, I. 2003).

Para poder utilizar MySQL es necesario instalar una Herramienta Gráfica para que las tareas de gestión se simplifiquen (Gilfillan, I. 2003). Las herramientas gráficas más conocidas son: MySQL query browser (utilizada para ingresar y extraer información) y MySQL workbench.

Por su parte MySQL Workbench 5.2 es una aplicación para el diseño y documentación de bases de datos. Es una herramienta visual de diseño de bases de datos que integra desarrollo de software, administración de base de datos, diseño, creación y mantenimiento para el sistema de

base de datos MySQL, este programa crea diagramas de entidad relación, crea tablas, hace relaciones, manipula datos y conexiones y finalmente genera la estructura física a partir del diagrama en un motor MySQL (Mendoza, 2011).

Las consultas de los datos existentes se realizan directamente a la base de datos implementada en MySQL a través de un lenguaje de consultas estándar llamado SQL (Standar Query Language) (Muñoz et al. 2002). Sin embargo, en el contexto de este trabajo se utiliza sólo el software WYSIWYG web builder el cual de forma interna autogenera las consultas necesarias en base a una serie de configuraciones y especificaciones que se le asignan de forma gráfica durante el proceso de creación del sitio web.

2.10 WYSIWYG web builder

Si bien es posible trabajar con una base de datos MySQL utilizando las herramientas gráficas que posee, en la mayoría de los casos es preferible controlar la escritura y lectura de datos directamente desde una interfaz web. La razón de esto es evidente dado que una interfaz web es totalmente accesible desde un equipo conectado a la red y no requiere de ningún conocimiento previo antes de utilizarla (Skarlatidou, A. & Haklay, M., 2006).

Aunque la creación de un sitio o formulario web hace uso de algunos lenguajes de marcado y lenguajes de programación tales con HTML, hoy en día no es absolutamente necesario conocer dichos lenguajes. Esto gracias a la amplia gama de alternativas que nos permiten dibujar un formulario web de forma gráfica, simplemente arrastrando elementos y asignándoles las funcionalidades que deseamos (Descy, 1999).

Uno de estos softwares es WYSIWYG web Builder; WYSIWYG es el acrónimo de “What you see is what you get” que en español significa “Lo que vez es lo que obtienes” lo que hace referencia a la capacidad del software de dibujar el sitio web arrastrando elementos gráficos y configurando la función de estos gráficamente. La característica principal por la cual se utilizará en el presente trabajo es por la capacidad de creación de formularios de manera simple (WYSIWYG Web Builder, 2012).

Además WYSIWYG web builder permite extender sus funcionalidades instalando extensiones desde su web oficial ¹, capacidad que también será utilizada para generar listados de elementos y representación de ficheros GPX mediante un web mapping basado en Google maps.

2.11 Web Mapping

El concepto de Web Mapping hace referencia a la capacidad de representar y observar cartografía diferentes formatos para visualizar los datos cartográficos directamente desde un navegador web, uno de los formatos más conocidos es KML (Keyhole Markup Language) que es ampliamente utilizado por Google Earth y Google Maps. Los ficheros .KML suelen distribuirse como ficheros comprimidos .KMZ y transformados a otros formatos privativos tales como SHP (ESRI Shapefile) con la finalidad de trabajarlos adecuadamente en softwares como ArcGIS (González B, 2012).

No obstante, y a pesar que KML es un formato ampliamente utilizado, el formato estándar con el cual un GPS captura sus datos es GPX (GPS eXchange Format). Todos estos formatos de ficheros típicos de los sistemas de información geográficos sólo almacenan información de datos espaciales por lo que requieren adicionalmente cargar una imagen satelital o un mapa para poder ser comprendidos rápidamente. En el mundo de las aplicaciones SIG tradicionales esta información de imágenes se cargan desde ficheros raster o simplemente desde fotografías aéreas georreferenciadas, pero en el mundo web las imágenes satelitales se obtienen desde proveedores limitados tales como Google Maps, Bing Maps u Open Street Map. Todos estos proveedores ofrecen diferentes métodos para integrar los mapas en un sitio web y cargar capas adicionales como Polígonos o líneas (González, 2012).

¹ <http://www.wysiwygwebbuilder.com>

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales

3.1.1 Descripción del área de estudio: El área de estudio se lleva a cabo en el predio Rucamanque, que traducido a la lengua Mapudungun significa “Morada de Cóndor”, constituyendo un relicto del ecosistema boscoso que cubrió anteriormente la depresión intermedia de la IX región. Se sitúa a 12 kilómetros al Noroeste de la ciudad de Temuco en la región de La Araucanía; consta de una superficie de 435,1 hectáreas, ubicado en el cordón montañoso Huimpíl-Ñielol y perteneciente a la Universidad de La Frontera (Figura 2) (Espinosa *et al.* 2009).

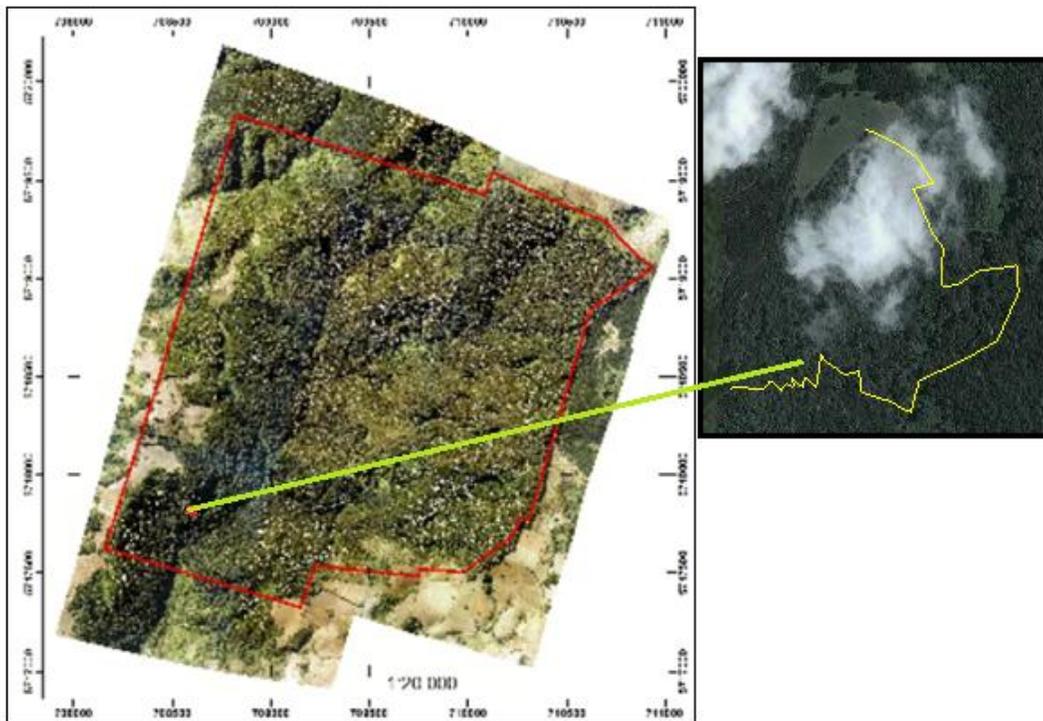


Figura N°2: Mosaico de Fotografías aéreas Predio Rucamanque (1997) (Espinosa *et al.* 2009) y detalle del sendero en imagen de Google Earth.

En específico el área de estudio se ubica en el sendero principal del predio llamado Triwe (Salas, 2001).

Como elemento central de análisis, se utilizó la Zona de Uso Extensivo definida en el Plan de Manejo del Predio Rucamanque, cuyos antecedentes generales se entregan en el capítulo N° 3 de Revisión Bibliográfica.

3.1.2 Antecedentes históricos: El bosque de Rucamanque es un remanente de la vegetación nativa original del Valle Central en el Centro-Sur de Chile, cuya conservación tuvo inicialmente el objetivo de proteger la fuente de agua potable de la ciudad de Temuco. Se construyó allí una captación de cursos de agua y, para proteger las vertientes, se expropiaron las “montañas” colindantes. De esto deriva un segundo nombre: “Bocatoma de Chivilcán”, esto último por el estero del mismo nombre que allí nace y que riega las vegas al norte del Cementerio Municipal de Temuco (Magofke 1985, Ramírez et al. 1989a).

Con el aumento de la población, fue reemplazado como fuente de agua potable por pozos de agua subterránea. Por ello, perdió importancia y el Estado de Chile que era su propietario, llamó a licitación a comienzos de 1986. Esto alertó miembros de la Sociedad de Vida Silvestre, especialmente del Club de Vida Silvestre Rucapangui de la Universidad de la Frontera, que trataron de evitar que cayera en manos particulares, quienes con afán de lucro podrían destruirlo. Se realizaron intensas gestiones en las que participaron diversas instituciones y personas, como la Corporación Nacional Forestal (CONAF, IX Región), la Sociedad de Amigos del Árbol, la Universidad de la Frontera, la Pontificia Universidad Católica sede Temuco (hoy Universidad Católica de Temuco), el Instituto de Ecología de Chile, entre otros. Finalmente, el predio quedó en poder de la Universidad de la Frontera, destinado a investigación y docencia, quedando pendiente el compromiso de obtener el status de Santuario de la Naturaleza (Ramírez et al, 1989b; Salas, 2001).

En el año 2003 fue declarado por CONAMA como Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad. En el año 2008 la Universidad de la Frontera, a través del Fondo de Protección Ambiental (FPA) de CONAMA, inició un proyecto para diseñar un Plan de Manejo Integral para la conservación de la biodiversidad de este relicto (UFRO, 2009).

3.1.3 Características edáficas: Los suelos que se presentan en el predio poseen Clase de uso VII, lo que quiere decir que son de Aptitud Preferentemente Forestal, presentando principales limitantes de pendiente. El suelo corresponde a un Ultisol, caracterizado por la existencia de ceniza volcánicas antiguas y presencia de arcilla en los horizontes inferiores (Salas, 2001).

3.1.4 Características vegetacionales: Según la clasificación realizada por Gajardo (1994), el predio Rucamanque pertenece a la formación Bosque de la Frontera, la cual forma parte de la denominada subregión de los Bosque Caducifolios del Llano, correspondiente a una formación boscosa abierta que se distribuye en los suelos planos y de lomajes suaves al sur de la Región del Bio-Bio. Según Ramírez et al. (1989) las comunidades presentes corresponden al Bosque de Olivillo, Bosque de Roble – Laurel – Lingue, Matorral de Maqui , Matorral de Quila, Matorral de Coligue, Matorral de Zarzamora, Pradera Seca y Pradera Húmeda. Las comunidades vegetales más importantes es la asociación Nothofago-Perseetum linguae, parcialmente caducifolia con abundancia de especies leñosas.

3.1.5 Características climáticas: El clima es templado-húmedo, con una precipitación media anual de 1.400 mm y 12 °C de temperatura (Alvear *et al.*, 2007). Las lluvias se distribuyen principalmente en invierno, dejando uno o dos meses de sequía en el verano (Hajek & Di Castri, 1975). Esta mediterraneidad del clima se corresponde con una vegetación original boscosa, predominantemente caducifolia. Sin embargo, en el fondo más húmedo de las quebradas, esta suele ser perennifolia (Di Castri, 1968).

3.2 Materiales de terreno

Los materiales requeridos para la obtención de datos serán:

- GPS Garmin GPSMAP 60 CSx
- Cámara fotográfica
- Huincha de distancia
- Clinómetro marca SUUNTO
- Brújula

3.2.1 Materiales de procesamiento de datos: Para el procesamiento de datos se utilizará el software ArcGIS 9.3.1 que creará los mapas que delimitan el sendero Triwe con sus respectivos puntos de análisis y mediciones.

Con respecto a la propuesta de registro de visitantes se utilizará el software MySQL Workbench 5.2 donde se creará un modelo de entidad relación y el software WYSIWYG web builder 8 que permitirá ejecutar el modelo entidad relación creando los formularios de registros de visita.

3.3 Metodología

Para lograr los objetivos propuestos en el presente trabajo de título, de las metodologías revisadas en el capítulo de revisión bibliográfica como lo son la metodología de la Capacidad de Carga Turística, TOMM, VIM y LCA, se decidió optar por la metodología de Cifuentes (1992), dicha metodología fue seleccionada ya que entrega resultados concretos y cifras exactas de la cantidad de visitantes que pueden ingresar al sendero, proporcionando una solución más concreta a la problemática expuesta en el trabajo de título.

3.3.1 Metodología determinación de capacidad de carga turística de Cifuentes 1992: El proceso de cálculo de la Capacidad de Carga Turística (CCT) por el método de Cifuentes se divide en tres niveles consecutivos, que se caracterizan por ser cada uno un factor de corrección del anterior:

- Capacidad de carga física (CCF).
- Capacidad de carga real (CCR).
- Capacidad de carga efectiva (CCE).

En donde los tres niveles de Capacidad de Carga se relacionan entre sí, obteniendo lo siguiente:

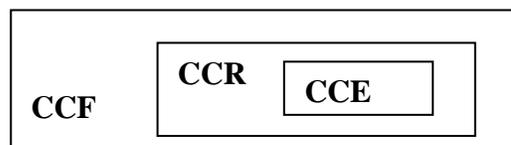


Figura N°3: Esquema general de los niveles de CCT.

Fuente: Cifuentes (1992).

$$CCF > CCR \geq CCE \quad (3.1)$$

La CCF será siempre mayor que la CCR y la CCR será mayor o igual que la CCE.

3.3.1.1 Consideraciones para la determinación de la Capacidad de Carga: Según Cifuentes para determinar la capacidad de carga se deben tener presente las siguientes consideraciones:

1. El flujo de visitantes en un solo sentido del sendero.
2. Una persona requiere normalmente de 1m^2 de espacio para moverse libremente. En el caso de senderos se traduce en 1 m lineal.
3. Tiempo necesario para una visita al sendero Triwe.
4. Horario de visita tanto estival como invernal.
5. Los metros del sendero completo.
6. La superficie total del sendero.

3.3.1.2 Cálculo Capacidad de Carga Física (CCF): La CCF es el límite máximo de visitas que se pueden hacer al sitio durante un día. Está dada por la relación entre factores de visita (horario y tiempo de visita), el espacio disponible y la necesidad de espacio por visitante.

Para el cálculo de CCF se utilizó la siguiente fórmula:

$$CCF = \frac{s}{sp} * NV \quad (3.2)$$

Donde:

s= superficie disponible, en metros lineales.

sp= superficie usada por persona (1 m de sendero)

NV= número de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona en un día, equivalente a:

$$NV = \frac{HV}{Tv} \quad (3.3)$$

Donde:

Hv= horario de visita

Tv= tiempo necesario para visitar cada sendero.

Para determinar algunos valores necesarios para determinar la CCF se procedió a realizar una entrevista (anexo N°1) en terreno a Don Luciano Figueroa, cuidador del predio, algunas de estas preguntas fueron incorporadas a un cuestionario de Capacidad de Manejo (anexos N°6). Se destaca que para la obtención de ciertos datos en terreno se creó un formulario que sirvió de guía para obtener información importantes en la determinación de la capacidad de carga (anexo n°2).

3.3.1.3 Cálculo Capacidad de Carga Real (CCR): En este cálculo la Capacidad de Carga Física es sometida a una serie de factores de corrección, estos factores son definidos dependiendo de las características propias del área de estudio. Los factores de corrección se obtienen considerando variables ambientales, físicas, ecológicas, de manejo y sociales. La fórmula general para determinar la CCR es la siguiente:

$$CCR = CCF(FC_1 * FC_2 * FC_3 * FC_4 * FC_5 * \dots * FC_x) \quad (3.4)$$

Donde FC es el factor de corrección de la variable X.

Dado que el sendero tiene características particulares, es necesario determinar los factores de corrección específicos para este.

Cuadro N°1: Factores de corrección (FC_x) considerados para el sendero Triwe

| Factores De corrección (FC _x) | Observaciones |
|---|---|
| Factor social (FC _{soc}) | ✓ Entrevista al administrador, comité asesor y cuidador del predio Rucamanque |
| Factor erodabilidad (FC _{ero}) | ✓ Evaluados en terreno y en oficina |
| Factor accesibilidad (FC _{acc}) | ✓ Evaluados en terreno |
| Factor precipitación (FC _{pre}) | ✓ Obtención de registros y análisis de datos en oficina |
| Factor Brillo solar (FC _{sol}) | ✗ Sin antecedentes |
| Cierres temporales(FC _{ctem}) | ✗ Sin antecedentes |
| Factor anegamiento (FC _{ane}) | ✓ Evaluados en terreno |

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos proporcionados por el Administrador, comité asesor y cuidador del predio Rucamanque.

Es importante señalar que el Factor de Corrección (FC) se calcula de la siguiente forma:

$$FC_x = 1 - \frac{MI_x}{Mtx} \quad (3.5)$$

Donde:

FC_x= Factor de corrección de la variable x

MI_x= Magnitud limitante de la variable x

Mtx = Magnitud total de la variable x

A continuación se detallan en específico cada uno de los Factores de Corrección:

a) Factor social (FC_{soc})

Considerando aspectos referentes a la calidad de visitación, se plantea la necesidad de manejar la visitación por grupos. Para un mejor control del flujo de visitantes y, a la vez, para asegurar la satisfacción de estos, se propone que la visitación sea manejada bajo supuestos como por ejemplo:

- Grupo máximo de 10 personas en el sendero Triwe
- Distancia entre grupos dentro del sendero en base a tres supuestos
 - 1) Pesimista: distancia entre los grupos de 200 metros
 - 2) Realista: distancia entre los grupos de 400 metros
 - 3) Optimista: distancia entre los grupos de 600 metros

Debido a que la distancia entre grupos es de 200 m, 400 m y 600 m y que cada persona ocupa 1m de sendero, entonces cada grupo requiere 210m, 410 y 610 respectivamente en el Sendero completo.

El número de grupos (NG) que puede estar simultáneamente en cada sendero se calcula así:

$$NG = \frac{\text{Largo total del sendero}}{\text{Distancia requerida por cada grupo}} \quad (3.6)$$

Para calcular el factor de corrección social es necesario primero identificar cuántas personas (P) pueden estar simultáneamente dentro de cada sendero.

Esto se hace a través de:

$$P = NG \times \text{número de personas por grupo} \quad (3.7)$$

Para calcular el Factor de Corrección Social (FCsoc) necesitamos identificar la magnitud limitante (ml) que, en este caso, es aquella porción del sendero que no puede ser ocupada porque hay que mantener una distancia mínima entre grupos. Por esto, dado que cada persona ocupa 1 m del sendero, la magnitud limitante es igual a:

$$ml(\text{completo}) = \text{metrostotales} - P \quad (3.8)$$

b) Erodabilidad (FCero)

Para calcular este factor se debe tener presente textura del suelo del sendero como también la pendiente, además de determinar los sectores que presentan evidencias de erosión.

La metodología de Cifuentes establece algunos criterios para determinar el grado de erodabilidad los cuales se identifican en el siguiente cuadro:

Cuadro N°2: Criterio de erodabilidad

| Grado de erodabilidad | Pendiente |
|-----------------------|-----------|
| Baja | <10% |
| Media | 10%-20% |
| Alta | >20% |

Fuente: metodología de Cifuentes (1992).

El Factor de Corrección de erodabilidad FCero es calculado de la siguiente manera:

$$FC = 1 - \frac{mpe}{mt} \quad (3.9)$$

Donde:

mpe = metros de sendero con problemas de erodabilidad

mt = metros totales de sendero

Para cumplir con los criterios de determinar el factor erodabilidad, primero se realizó un análisis de la textura predominante del suelo, para efectuar dicho análisis se procedió a extraer un trozo de suelo que se sometió a un estudio en base a un manual edafológico que en una de sus secciones muestra un manual para determinar la textura del suelo (anexo N°2) (Casanova et.al 2004) estipulando finalmente la textura predominante a lo largo del sendero.

Un segundo análisis fue realizar un Modelo Digital de Elevación (MDE) por medio del Software ArcGIS 9.3.1, dicho análisis permitió analizar las pendientes que se presentan a lo largo del sendero, con el fin de determinar las distancias con pendientes baja, media y alta.

En terreno se determinó registrar mediciones de tramos con presencia de erosión, y en base a una imagen entregada por Google Earth se trata de calcular aproximadamente de forma visual, sin metodologías asociadas la densidad arbórea con que cuenta el sendero

c) Accesibilidad (FCacc)

Mide el grado de dificultad que podrían tener los visitantes para desplazarse por el sendero debido a la pendiente que se presenta. En este factor se toman los mismos grados de pendiente considerados en el Factor de Erodabilidad. Para este se establecieron las siguientes categorías:

Cuadro N°3: Criterios para determinar el grado de accesibilidad

| Dificultad | Pendiente |
|----------------------------|-----------|
| Ningún grado de dificultad | <10% |
| Media dificultad | 10%-20% |
| Alta dificultad | >20% |

Fuente: Metodología Cifuentes (1992)

Los tramos que poseen un grado de dificultad medio o alto son los únicos considerados significativos al momento de establecer restricciones de uso. Puesto que un grado alto representa una dificultad mayor que un grado medio, se incorpora un factor de ponderación de 1 para el grado medio de dificultad y 1,5 para el alto. El criterio es similar al de la erodabilidad.

Sin embargo como en este caso no existen pendientes medias y pendientes altas superiores al 20% este postulado no es utilizado en la actualidad, pero si a futuro, por lo cual se procede a utilizar la misma metodología de Cifuentes pero en la cual no considera el factor de ponderación de dificultad, se puede recurrir a dicha eliminación cuando ocurren estos casos, ya que en la misma metodología Cifuentes calcula la accesibilidad de un sendero y no considera dichas ponderaciones.

El factor de accesibilidad se calcula de la siguiente forma:

$$FCaa = 1 - \frac{ma+mm}{mt} \quad (3.10)$$

Donde:

ma = metros de sendero con dificultad alta

mm = metros de sendero con dificultad media

mt = metros totales de sendero

d) Precipitación (FCpre)

Es un factor que impide la visitación normal, por cuanto la gran mayoría de los visitantes no están dispuestos a hacer caminatas bajo lluvia, en donde son considerados los meses de mayor precipitación y su distribución a lo largo del año.

$$FCpre = 1 - \frac{hl}{ht} \quad (3.11)$$

Donde:

hl: horas limitantes

ht: horas totales

Para establecer las horas limitantes, se determinaron el total de las precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Maquehue para el año 2012.

Es importante mencionar que en este factor es imprescindible determinar la tendencia de las precipitaciones, para esto se realizó un gráfico que identifico dicha tendencia durante los años 2007 a 2012; es trascendental destacar que sólo para este cálculo se optó por incorporar información de la estación meteorológica de Pueblo Nuevo junto a la de Maquehue, con el objetivo de otorgar un mejor análisis tendencial de las precipitaciones.

Para el análisis de precipitaciones se pretendía utilizar cuatro estaciones meteorológicas, pero debido a la falta de registros que la Dirección General de Aguas contaba para estas se optó por analizar sólo la estación de Maquehue quien contaba con información completa.

La información obtenida de la estación meteorológica de Pueblo nuevo fue otorgada por la Dirección General de Aguas (anexo N°4) y la información obtenida de la estación meteorológica de Maquehue fue por medio de la página web www.tutiempo.net donde se pueden obtener los datos de las estaciones meteorológicas de todo el país, para este caso la información requerida entrega datos diarios y mensuales de las precipitaciones ocurridas en Temuco entre los años 2007 y 2012 (anexo N°5).

Continuando con el análisis se determinó el total de milímetros registrados durante el año 2012 para la estación meteorológica de Maquehue, realizando una sumatoria de los registros mensuales registrados, posteriormente en base a la tendencia de precipitaciones se analizaron los meses en que más llueve, calculando el promedio de horas en que precipita con el fin de calcular las horas limitantes.

Para determinar las horas totales se procedió a multiplicar el horario en que el cuidador trabaja que en este caso se supone que son 10 horas por día por los 349 días del año (restando los días feriados).

e) Brillo solar (FCsol)

Este Factor de corrección no es considerado, por lo que se le concede a este factor el valor 1. Esto se consideró debido a que en base a observaciones en terreno se pudo apreciar que casi el 100% del sendero se encuentra bajo dosel de la vegetación arbórea.

f) Cierres temporales (FCtem)

Este factor no es considerado ya que el predio Rucamanque y en específico el sendero Triwe puede ser recorrido de Lunes a Domingo, a su vez no existen registros de cierres históricos. Para este caso el factor de corrección otorgado es 1.

g) Anegamiento (FCane)

Este factor de corrección se lo consideran únicamente para aquellos sectores en los que el agua tiende a estancarse y el pisoteo tiende a incrementar los daños en el sendero. Con base en ello la fórmula para obtener el cálculo de anegamiento es la siguiente:

$$FCane = 1 - \frac{ma}{mt} \quad (3.12)$$

Donde:

ma = Metros del Sendero con problemas de anegamiento.

mt = Metros totales del Sendero.

El anegamiento se determinó en base a mediciones realizadas en terreno, calculando por medio de huincha de distancia los metros que sufren anegación.

3.3.1.4 Capacidad de Manejo: En la medición de la capacidad de manejo (CM), intervienen variables como respaldo jurídico, políticas, equipamiento, dotación de personal, financiamiento, infraestructura y facilidades o instalaciones disponibles (Cifuentes, 1992).

La capacidad de manejo óptima es definida como el mejor estado o condiciones que la administración de un área protegida debe tener para desarrollar sus actividades y alcanzar sus objetivos.

Para realizar una aproximación de la capacidad de manejo, serán consideradas las variables: personal, infraestructura y equipamientos. Para evaluar dichas variables se deberá contestar tres tablas modificadas de la metodología de Cifuentes (1992) (anexos N°7, N°8 y N°9). Estas fueron respondidas por el profesor Alejandro Espinosa Sepúlveda como representante del comité asesor del predio, además de un cuestionario con 21 preguntas respondidas por dicho representante (anexo N°6).

Las variables utilizadas se seleccionaron debido a su facilidad de análisis y medición y porque se cuenta con información requerida para estas.

Cantidad: relación porcentual entre la cantidad existente y la cantidad óptima, a juicio de la administración del área protegida y el comité asesor del predio Rucamanque.

Estado: se entiende por las condiciones de conservación y uso de cada componente, como su mantenimiento, limpieza y seguridad, permitiendo el uso adecuado y seguro de la instalación, facilidad o equipo.

Localización: se entiende como la ubicación y distribución espacial apropiada de los componentes en el área, así como la facilidad de acceso a los mismos.

Funcionalidad: este criterio es el resultado de una combinación de los dos anteriores (estado y localización), es decir, la utilidad práctica que determinado componente tiene tanto para el personal como para los visitantes.

Si bien estos criterios no representan la totalidad de las opciones para la valoración y determinación de la capacidad de manejo del área estudiada, aportan elementos de juicio suficientes para realizar una buena aproximación.

Cada criterio recibió un valor, calificado según la siguiente escala:

Cuadro N° 4: Criterios para establecer la Capacidad de Manejo

| % | Valor | Calificación |
|-------|-------|----------------------------|
| <=35 | 0 | Insatisfactorio |
| 36-50 | 1 | Poco satisfactorio |
| 51-75 | 2 | Medianamente Satisfactorio |
| 76-89 | 3 | Satisfactorio |
| >=90 | 4 | Muy Satisfactorio |

Fuente: Metodología Cifuentes (1992)

Finalmente, la capacidad de manejo se establece a partir del promedio de los factores de las tres variables, expresado en porcentaje, de la siguiente manera:

$$CM = \frac{Inf+Equip+Pers}{3} \times 100 \quad (3.13)$$

Adicionalmente como información complementaria, se determinó realizar un cuestionario (anexo n°6) que fue respondido por un representante del comité asesor en este caso el profesor Alejandro Espinosa Sepúlveda. Dicho cuestionario servirá para contar con información que pueda otorgar una visión más amplia de las fortalezas o debilidades que el predio cuenta en la actualidad.

3.3.1.5 Cálculo Capacidad de Carga Efectiva (CCE): La Capacidad de Carga Efectiva (CCE) representa el número máximo de visitas que se puede permitir, en este caso, en el predio Rucamanque sendero Triwe.

La CCE se obtiene comparando la CCR con la capacidad de manejo (CM) de la administración del área protegida. Es necesario conocer la capacidad de manejo mínima indispensable y determinar a qué porcentaje de ella corresponde la CM existente. La CCE será ese porcentaje de la CCR. La fórmula general de cálculo es la siguiente:

$$CCE = CCR \times CM \quad (3.14)$$

Donde:

CCR = Capacidad de Carga Real

CM = Capacidad de Manejo

3.3.2 Propuesta de registro de visitas al predio: Para el cumplimiento del objetivo número 4 correspondiente a la propuesta de registro de visitantes, se debe tener presente que para solucionar la problemática de la falta de un registro de vistas, ya sea de tipo manual o virtual, es necesario crear un registro de forma urgente para la Universidad que complemente los otros objetivos específicos ligados a este trabajo de título.

En el presente trabajo se ha decidido generar el registro de forma virtual, es decir, mediante el desarrollo de un formulario web que pueda ser accesible desde cualquier computadora conectada a la red y que recoja la información para su posterior análisis en una base de datos centralizada.

Para cumplir con la realización de este registro es necesario definir los datos que almacenarán el sistema y sus relaciones mediante el desarrollo de un modelo entidad-relación (MER) en el que se deben considerar todas las variables a utilizar.

La definición de los datos que necesitamos almacenar es sólo el comienzo, mucho más importante que el mero número de variables es el hecho de que estas variables estén interrelacionadas. Las relaciones y las variables pueden ser expresadas y representadas en un modelo MER, la forma más simple de realizar esto es expresar el modelo MER en un software que tenga la capacidad de sincronizarse posteriormente con el SGBD de manera que genere las tablas y relaciones necesarias sólo en base al diagrama. Uno de los softwares que ofrece esta capacidad es *MySQL Workbench 5.2* el que será utilizado para crear el modelo y definir las relaciones entre los campos de datos que necesitamos almacenar.

Posterior a la definición del MER se cargará dicho modelo en un SGBD lo que implementará la base de datos de forma transparente. MySQL será por tanto el motor que trabajará con la información. Además se generará un sitio web con el formulario o interfaz gráfica capaz de conectarse al SGBD para trabajar con la información. Todo lo relativo a la creación de la interfaz web se realizará utilizando el software gráfico WYSIWYG Web Builder mediante el arrastre de elementos gráficos.

Entendido el proceso que se utilizará para la implementación del formulario digital a continuación se detallan las relaciones que existen entre las tablas que pertenecen a la base de datos a implementar, ésta contiene la información de las visitas planificadas o ya realizadas al predio.

Para crear dicho modelo se deben considerar las siguientes entidades o tablas:

- Visitante
- El tipo de visitante
- Facultad
- Carrera

- Nivel educacional

Los siguientes atributos o campos:

- Nombre
- Run
- Correo
- Carrera
- Facultad
- Año ingreso
- Nivel educacional
- Día de visita
- Motivo de la visita
- Coordenadas con formato .gpx

Y las siguientes relaciones

- Tipo de visitante – Visitante
- Facultad – Carrera
- Carrera – Visitante
- Profesión – Visitante

MySQL Workbench 5.2 es un software que es entendible por la mayoría del público, posee una interfaz simple y alta usabilidad con él se puede crear, arrastrar y relacionar las tablas y las variables que uno quiera utilizar, este proceso de arrastre genera el diagrama de la base de datos. Además se sincroniza este modelo con el SGBD.

El segundo paso a realizar es utilizar el programa WYSIWYG Web Builder 8. Este programa nos permite utilizar el modelo anteriormente realizado por el programa *MySQL Workbench 5.2* y construir el diseño de formularios.

Para crear el formulario se debe tener presente que el sistema será utilizado por 3 tipos de usuarios:

- Alumno UFRO
- Docente UFRO
- Externos

Estos serán usuarios constantes del sistema, es decir serán quienes alimentarán el sistema con datos. Mientras que un cuarto tipo de usuario representará quienes administrarán la base de datos creada. A este usuario se le denomina *administración*, teniendo un acceso especial al formulario de registro de visitas, ya que podrá además acceder a la base de datos completa que se obtiene y poder descargarla. Para poder ingresar a este acceso será necesario tener un nombre de usuario y una password, la cual será entregada al momento de recibir el programa por completo.

A su vez se debe tener presente que los datos que se consideran necesarios para pedir a los tres primeros usuarios serán los siguientes:

i) Usuario alumno UFRO

- Nombre
- Run
- Correo
- Carrera
- Año ingreso
- Día de visita

- Motivo de la visita
- Coordenadas en formato .gpx
- ii) *Usuario docente UFRO***
 - Nombre
 - Run
 - Facultad
 - Día de visita
 - Motivo de visita
 - Coordenadas en formato .gpx
- iii) *Usuario externo***
 - Nombre
 - Run
 - Correo
 - Nivel educacional
 - Día de visita
 - Duración de visita
 - Coordenadas en formato .gpx

Para la realización del formulario de registros del predio Rucamanque se mencionó en el capítulo metodológico que el primer paso necesario para crear dicho formulario era la creación del Modelo Entidad Relación. En este modelo se distinguieron variables útiles para solicitar a los visitantes, teniendo como resultado el siguiente modelo, el cual representa la estructura a implementar en la base de datos a utilizar:

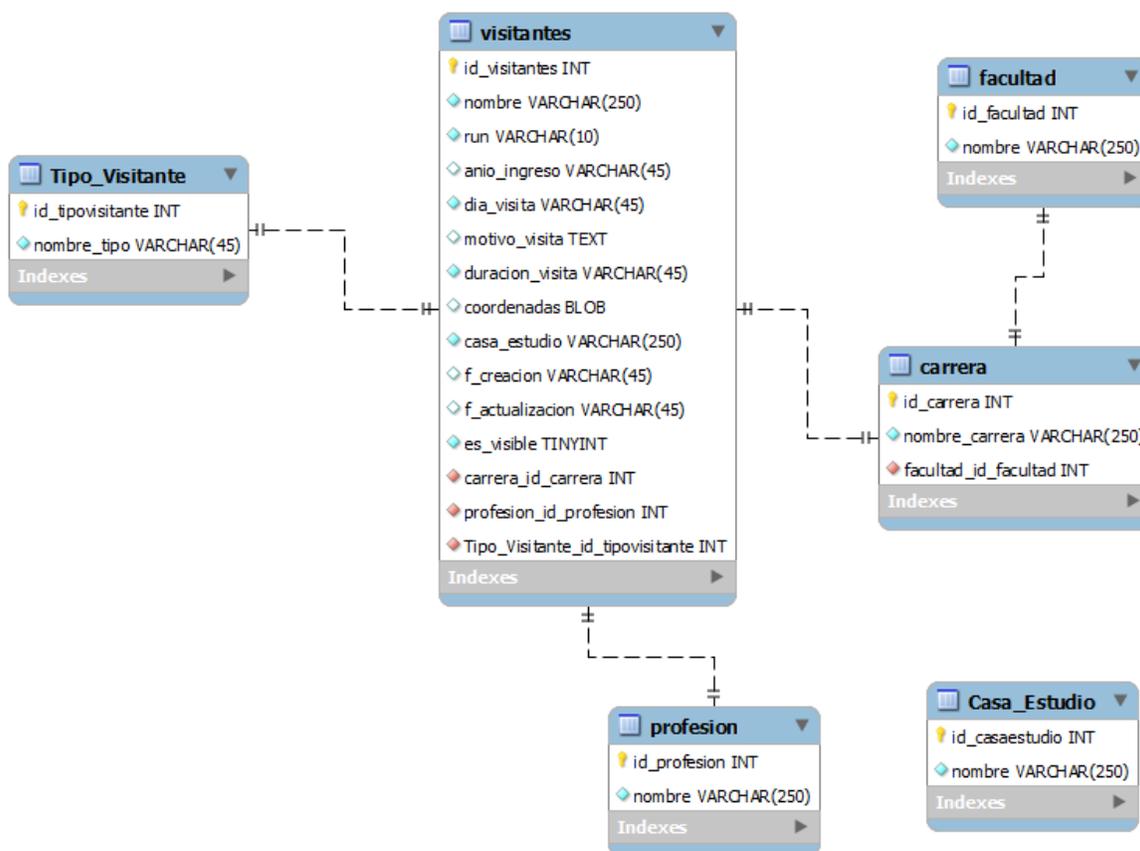


Figura N° 4: Modelo entidad relación (MER)

Fuente: Elaboración propia (A partir del software MySQL Workbench 5.2)

Una vez que fue creado el modelo MER se procedió a sincronizar el modelo y posteriormente a utilizar el programa WYSIWYG Web Builder el cual nos permitió utilizar la base de datos generada a partir del modelo y construir el diseño de formularios también por medio del arrastre y configuración de elementos gráficos.

La imagen muestra el proceso de construcción del formulario en línea en donde se observa en la parte izquierda el panel con los elementos gráficos que son arrastrados hacia la derecha y pasan a formar parte de la interfaz del formulario web.

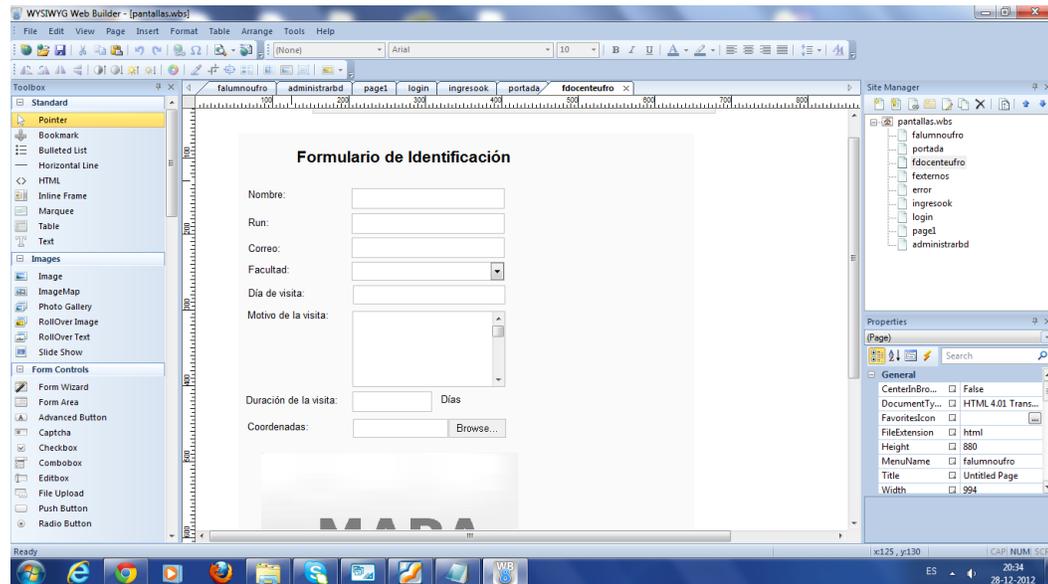


Figura N°5: Proceso de formulación construcción formulario

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el proceso de construcción del formulario web es bastante simple.

Una de las contribuciones más importantes que incorpora el formulario de registro es la capacidad de previsualizar en un mapa los datos capturados directamente vía un GPS tradicional sin necesidad de realizar ningún tipo de transformación sobre los mismos. Esta habilidad que posee el formulario de registro es posible gracias a la librería Leaflet² disponible gratuitamente en Internet e integrada fácilmente sobre el sitio utilizando el software WYSIWYG Web Builder con algunas referencias html indicadas en el sitio de la librería. Esta librería permite implementar el concepto de webmapping descrito en la sección 3.11.

Leaflet realiza una abstracción de los diferentes proveedores de servicios de mapas en línea generando una forma en común de trabajar con cualquiera de estos lo que permite cambiar

²<http://leafletjs.com/>

el proveedor de las imágenes satelitales en el futuro entre otras características. Para el contexto de este trabajo la funcionalidad más importante que se aprovecha de esta librería es su capacidad para interpretar ficheros GPX directamente sin necesidad de transformarlos previamente. Esta habilidad permite que los visitantes del predio capturen su recorrido con un GPS tradicional y una vez finalizado este puedan subir la información directamente al formulario de registro visualizando así el recorrido generado antes de enviar los datos completos de la visita. Tanto el visitante del predio como los administradores de este podrán beneficiarse de la posibilidad de mantener registros históricos georreferenciados de los recorridos con mayores visitas.



Figura N°6: Visualización de fichero GPX en Google maps (Web Mapping)

Fuente: Elaboración propia

Tanto el fichero del recorrido como toda la información proporcionada por el visitante puede ser proporcionada antes o después de la visita, o incluso completados o modificados posteriormente en el futuro. El formulario enviará un correo al visitante al momento de ingresar la primera información sobre la visita, el correo indicará al usuario la posibilidad de editar el formulario en el futuro adjuntando un enlace para que este pueda editar los datos.

Para la generación de este correo al visitante se utiliza una cuenta Gmail tradicional la cual ha sido configurada mediante el software WYSIWYG Web Builder y la librería PHPMailer3 integrada al procesador del formulario dentro de WYSIWYG Web Builder. Si bien el correo enviado al visitante le indica un enlace para que este pueda editar o completar la información, este no es el único que puede realizar dichas modificaciones. El administrador de la base de datos

³<http://sourceforge.net/projects/phpmailer/>

también puede editar dicha información con cualquiera de los visitantes que han ingresado información en la base de datos en cualquier momento y estado de completitud de esta. Por esta razón podemos afirmar que la base de datos se construye de forma incremental y dinámica.

Para el trabajo interno de creación, lectura y modificación de los datos en la base de datos el formulario realiza consultas vía el lenguaje estándar de consultas a las bases de datos SQL descrito en 2.8. Estas consultas básicamente realizan cruces entre las tablas descritas en el MER de manera de obtener información íntegra y evitar redundancias. La mayor parte de las consultas realizadas a la base de datos también han sido autogeneradas gráficamente desde el software WYSIWYG Web Builder con algunas pequeñas modificaciones, esto se trata de una de las características más interesantes y potentes del software dado que es capaz de generar listas con auto paginación, inserciones y obtención de la información sin necesidad de conocer los complejos lenguajes detrás de la implementación.

A partir de la revisión de la información ingresada por los visitantes, fundamentalmente los datos estáticos, el sistema puede generar una descarga de estos como una hoja de cálculo o plantilla tipo Excel. El proceso se logra utilizando el software WYSIWYG Web Builder el cual se integra con la librería Simple Excel 4. De alguna forma, las potencialidades derivadas del análisis de los datos históricos obtenidos a partir de los registros del formulario se consideran trabajo futuro, los datos solicitados a los visitantes han sido seleccionados con la finalidad de que puedan servir en análisis futuros para la toma de decisiones.

1. Nombre del visitante
2. Tipo de visitante
3. Nombre de facultad a la que pertenece el nombre de carrera
4. Correo
5. Año de ingreso

⁴<http://faisalman.github.com/simple-excel-php/>

6. Día de visita (programada o realizada)
7. Motivo de la visita
8. Duración de la visita
9. Ruta descarga del fichero GPX asociado
10. Fecha de creación del registro
11. Fecha de actualización del registro
12. Es activo o desactivado

La mayoría de estos campos se explica por sí solo, a excepción de los últimos 3. Los campos fecha básicamente registran la fecha de creación inicial del registro y la última fecha en la cual el registro se modificó (pensando que se introduce información complementaria como el fichero GPX posterior a la realización de la visita), todas estas referencias temporales se basan en el reloj configurado en el servidor que se utilice para instalar el formulario.

En cierta manera el punto número 12 (es activo o desactivado) puede parecer extraño, sin embargo la idea detrás de este estado es simple. Entre las operaciones básicas que realiza cualquier sitio de registro de información aparece la operación de eliminación, borrar información particularmente para este formulario no es una buena decisión puesto que al realizar un borrador de un cierto registro de un visitante se pierde información histórica que puede ser útil en el futuro. Por esta razón en lugar de borrar directamente la información el sistema simplemente la registra como desactivada o no disponible de manera que aun así sigue estando disponible para análisis estadísticos futuros.

4. RESULTADOS

4.1 Consideraciones para la determinación de la Capacidad de Carga

Para determinar la capacidad de carga se utilizaron los datos que fueron obtenidos en terreno, donde se realizaron preguntas tanto al cuidador, como a un representante del comité asesor. También se determinó hacer mediciones del sendero registrando información necesaria.

Los resultados son los siguientes:

1) Tiempo necesario para una visita al sendero Triwe.

En base a las entrevistas realizadas, se estimó que el tiempo necesario para que una persona visite el sendero Triwe es de aproximadamente 2,5 horas considerando tanto a niños, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad. Es importante señalar que si bien existieron ponderaciones diferentes para niños, adulto y jóvenes se procedió a utilizar el tiempo más alto necesario para visitar el predio.

2) Horario de visita tanto estival como invernal

Se estimó por medio de encuestas que el horario óptimo en horario estival e invernal son los siguientes:

Horario estival: 09:00-19:00 horas.

Horario Invernal: 10:00-15:00 hrs

Se determinó que el **horario estival** comienza desde el mes de Diciembre hasta fines de abril y que el **horario invernal** comienza desde el mes de Mayo hasta fines del mes de Noviembre.

3) Los metros del sendero completo.

Los metros del sendero fueron medidos en terreno por medio de GPS, determinando una longitud de 1,4 km de largo y un ancho promedio de 2,5 metros.

4.1.1 Capacidad de Carga Física (CCF)

La superficie disponible, en metros lineales del sendero Triwe es de 1.400 mts (medida por un gps) suponiendo que la superficie usada por persona es de 1 m lineal del sendero.

Para el cálculo de veces que el sitio puede ser visitado por la misma persona en un día, se calculó el promedio entre las horas luz en horario estival e invernal, además del tiempo necesario para recorrer el sendero correspondiente a 2,5 horas.

Cuadro N°5: Resultados CCF por mes.

| Meses | Horario de visita | Horas de sendero | Número de veces que el sendero puede ser visitado | Capacidad de Carga Física |
|-----------------|-------------------|------------------|---|---------------------------|
| Enero | 10 | 2,5 | 4 | 14.000 |
| Febrero | 10 | 2,5 | 4 | 14.000 |
| Marzo | 10 | 2,5 | 4 | 14.000 |
| Abril | 10 | 2,5 | 4 | 14.000 |
| Mayo | 5 | 2,5 | 2 | 7.000 |
| Junio | 5 | 2,5 | 2 | 7.000 |
| Julio | 5 | 2,5 | 2 | 7.000 |
| Agosto | 5 | 2,5 | 2 | 7.000 |
| Septiembre | 5 | 2,5 | 2 | 7.000 |
| Octubre | 5 | 2,5 | 2 | 7.000 |
| Noviembre | 5 | 2,5 | 2 | 7.000 |
| Diciembre | 10 | 2,5 | 4 | 14.000 |
| Promedio | 7,08 | 2,5 | 2,8 | 9916,6 |

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtuvo que el horario de visita es de 10 y 5 horas para época estival e invernal respectivamente; el tiempo necesario para recorrer el sendero es de 2,5 horas por lo cual el sendero puede ser visitado 4 veces al día para época estival y 2 veces al día para temporada invernal. Realizado el cálculo de capacidad de carga física se obtiene que para época estival se

obtiene un total de 14.000 visitas por día y en el caso de la época invernal un total de 7.000 visitas por día. En promedio anualmente se pueden recibir 9.917 visitas por día.

Cálculo de Capacidad de Carga Real (CCR)

a) Factor Social (FCsoc)

Considerando que:

- Cada grupo debe estar conformado por un máximo 10 personas en el Sendero Triwe y la distancia para evitar posibles interferencias entre grupos según las entrevistas realizadas al representante del comité asesor y cuidador deben ser:
 - 200 metros en el escenario pesimista
 - 400 metros en el escenario realista
 - 600 metros en el escenario optimista.
- Además que cada persona ocupa 1m de sendero, entonces cada grupo requiere 210m, 410 m y 610 m, respectivamente en el Sendero completo.

El siguiente cuadro muestra el número de grupos, el número de personas y la magnitud limitante de acuerdo a los tres supuestos que se obtuvieron en este cálculo:

Cuadro N°6: Número de grupos, número de personas y magnitud limitante, para cada uno de los supuestos

| Supuestos | Número de Grupo (NG) | Número de personas (P) | Magnitud limitante (ml) |
|-----------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| Pesimista | 6,7 | 67 | 1.333 |
| Realista | 3,4 | 34 | 1.366 |
| Optimista | 2,2 | 22 | 1.378 |

Fuente: elaboración propia.

Finalmente los resultados para el Factor de corrección social, bajo los tres supuestos se muestran a continuación:

Cuadro N° 7: Factor social para cada uno de los supuestos

| | |
|---------------|-------|
| Factor social | |
| Pesimista | 0,047 |
| Realista | 0.024 |
| Optimista | 0,015 |

Fuente: elaboración propia.

b) Factor erodabilidad (FCero)

Para determinar la textura predominante se procedió a extraer una muestra de suelo la que fue analizada por medio de un manual para determinar la textura del suelo (anexo N°2) arrojando como resultado que la textura que predomina es Franco arcilloso y por tanto no hay una diferencia en los tipos de suelo a lo largo del sendero.

Por su parte el modelo digital de elevación (MDE) determinó que el sendero Triwe contiene un 78% de pendientes superiores al 20% correspondientes a un tramo de 1169 metros aproximadamente y un 22% de pendientes inferiores al 10%, por su parte se registraron un 34,8% de pendientes medias entre el rango de 10%-20% durante el trayecto.

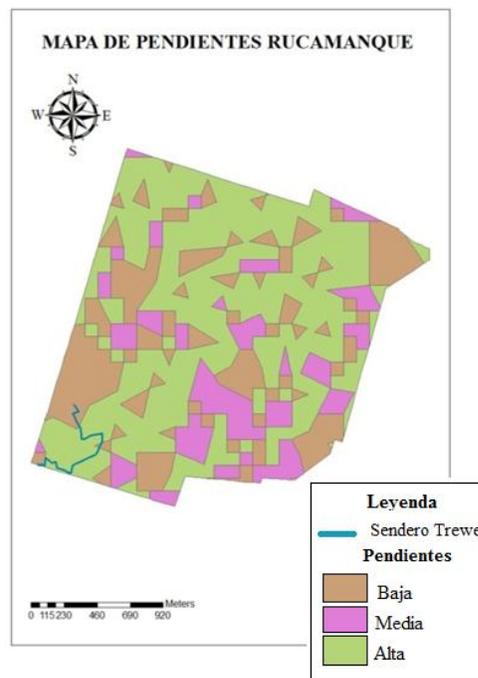


Figura N°7: Modelo digital de elevación (MDE)

Fuente: elaboración propia con modelo digital de elevación

Adicionalmente se consideró utilizar un perfil del sendero, para tener una visión más clara del lugar en estudio y sus respectivas pendientes, corroborando que el sendero sólo cuenta con pendientes altas y bajas. Se debe mencionar que Google Earth en sus opciones nos entrega perfiles de terreno los cuales fueron utilizados para este caso.

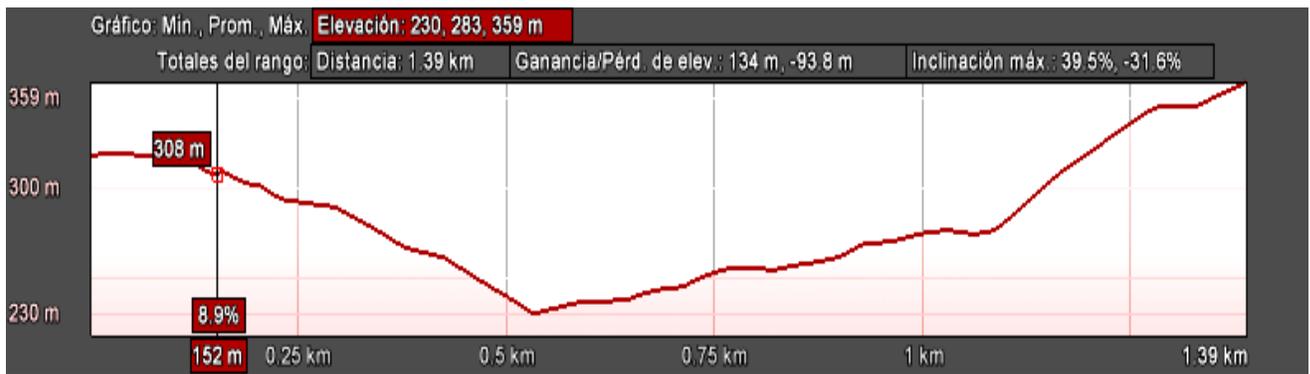


Figura N°8: Perfil sendero Triwe

Fuente: Google Earth, a partir de una ruta creada por elaboración propia.

El Modelo Digital de Elevación proporcionó información que determinó que el sendero Triwe contiene en su gran mayoría pendientes superiores al 20%.

Sin embargo se pudo observar que en interior el sendero no posee erosión, esto se pudo percibir debido a que consta de una capa vegetal gruesa y sin indicios erosivos; lo anterior se debe a que la cobertura arbórea es muy densa impidiendo que las precipitaciones caigan abruptamente y con velocidades que erosionen el suelo, por lo que favorece a que el sendero no se deteriore. Para corroborar lo dicho, se procedió a realizar un análisis visual de la densidad arbórea por medio de la imagen que nos proporciona Google Earth.

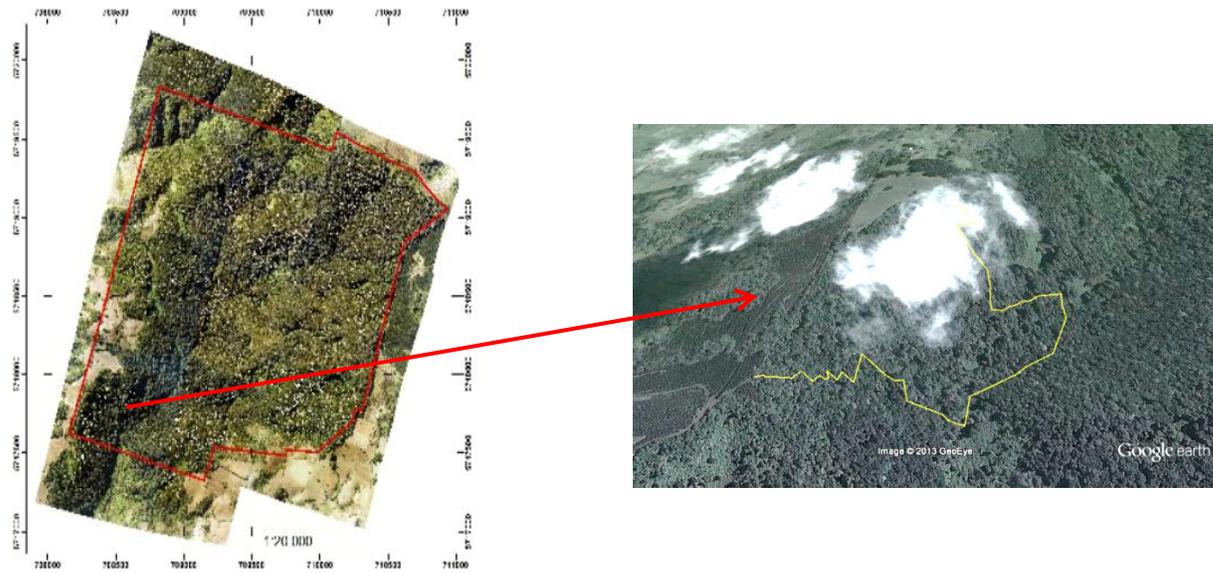


Figura N°9: Imagen Sendero Triwe, densidad arbórea.

Fuente: Fotografía aérea Predio Rucamanque (1997) (UFRO, 2009) e Imagen obtenida por Google Earth.

En base al análisis visual se determinó que el sendero Triwe cuenta con una cobertura vegetal densa, se estima que esta supera el 90% por lo cual se supone que es esta variable la que impide la erosión del suelo.

Lo antes señalado atribuye a que se le otorgue a este factor de corrección de erodabilidad el valor 1.

c) Factor Accesibilidad (FCacc)

En este estudio fue considerada la variable pendiente establecidas para FC_{ero} , de acuerdo a los criterios definidos en el cuadro N° 3.

En este factor se consideraron los tramos que poseen un grado de dificultad ya sean alto o medios, sin embargo es necesario destacar que según el Modelo de Elevación Digital, el sendero no posee tramos con pendientes medias (rango entre 10%-20%), por lo cual se consideraron sólo las pendientes altas superiores al 20% ya que estas son significativas para establecer restricciones de uso.

Al no existir pendientes medias se determinó no incorporar los factores de dificultad mencionados en la revisión bibliográfica. Obteniendo como resultado lo siguiente:

$$FCaa = 1 - \frac{1032}{1400} = 0,26 \quad (4.1)$$

d) Factor Precipitación (FCpre)

En base a las estaciones que contaban con la información, se crearon dos gráficos con el fin de obtener una tendencia de los meses donde precipita con mayor frecuencia, obteniendo lo siguiente:

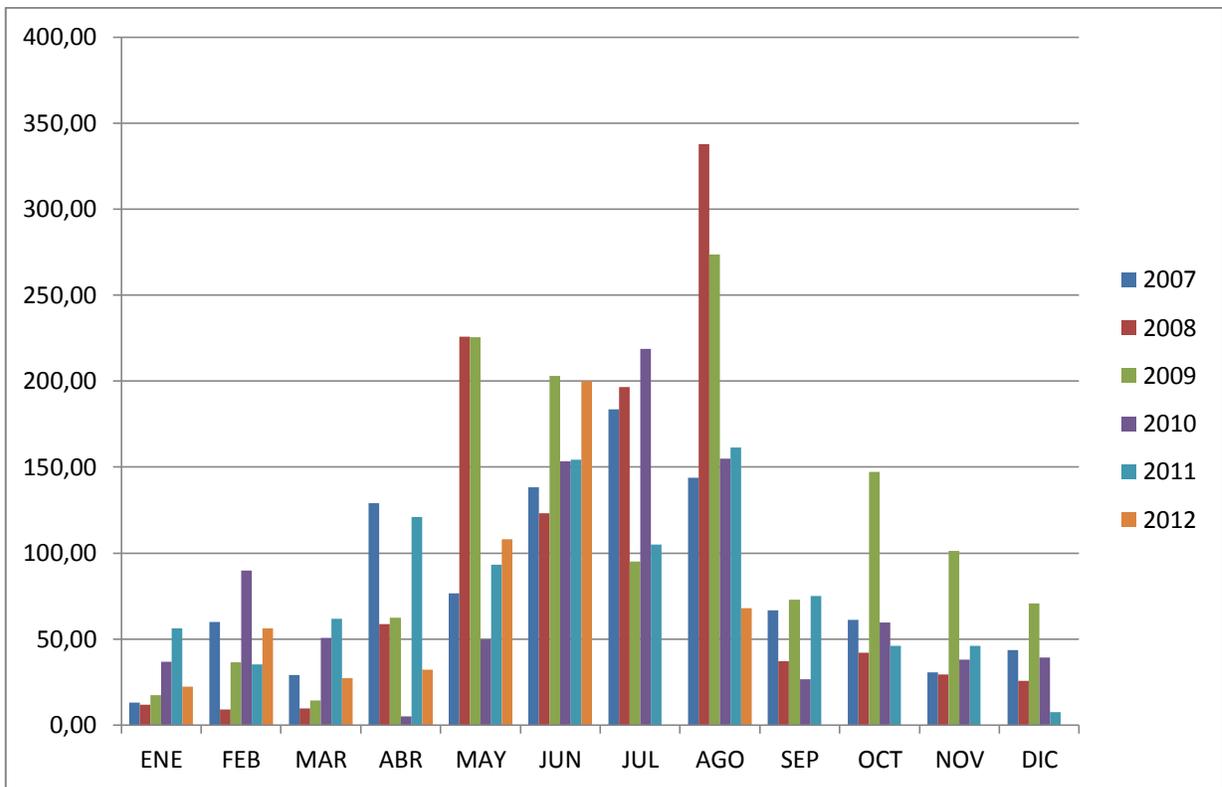


Figura N° 10: Estación meteorológica Pueblo Nuevo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos por la DGA.

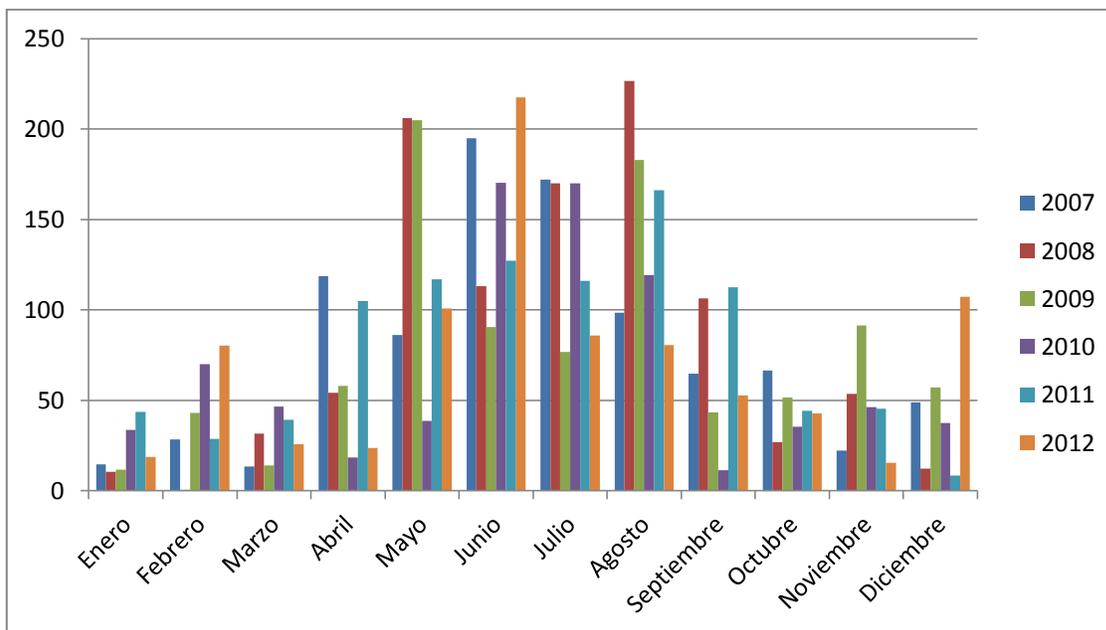


Figura N° 11: Estación meteorológica Maquehue

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos por la página web www.tutiempo.net

Los resultados presentados, demuestran que la tendencia de las precipitaciones es con mayor frecuencia entre los meses de Mayo y Agosto, y los menos lluviosos desde el mes de Septiembre al mes de Abril.

La determinación total de milímetros registrados durante el año 2012 sólo para la estación meteorológica de Maquehue arrojó como resultado lo siguiente:

Milímetros anuales registrados en el año 2012= 851,92 mm

El siguiente cuadro muestra los meses con mayor precipitación en el año 2012 a partir de la tendencia de frecuencia que se presentó en los gráficos N°1 y N°2

Cuadro N°8: Precipitaciones registradas con mayor frecuencia en el año 2012.

| Mayo | Junio | Julio | Agosto |
|--------|--------|-------|--------|
| 100,84 | 217,68 | 85,85 | 80,76 |

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos por la página web www.tutiempo.net

El cuadro corresponde a un 57% de los 851,92mm anuales caídos, registrados en el año 2012.

Además se calculó que en promedio llueve 2,3 horas al día, este cálculo se realizó dividiendo el total de precipitaciones caídas en el año 2012 por los 365 días del año. Manteniendo el supuesto que durante los meses de Mayo a Agosto llueve el doble que los meses restantes en base a las tendencias obtenidas en los gráficos N°1 y N°2, se determinó que llueve 4,6 horas al día entre Mayo y Agosto.

Para finalizar con el cálculo de las horas limitantes se determinó que se consideraran los cuatro meses más lluviosos (Mayo a Agosto), dando como resultando lo siguiente:

Horas de lluvia= 4,6 horas

*Precipitación en los 4 meses = 4,6horas por día * 123días*

Precipitación horas limitantes = 565,8 horas limitantes

Para determinar las horas totales que el predio Rucamanque atiende al público se realizó el siguiente cálculo:

Horas de atención al público bajo el supuesto de que el cuidador trabaja 10 horas al día durante 349 días:

Horas totales=10*349= 3490 horas totales

Cálculo final del factor de corrección:

$$FC_{prec} = 1 - \frac{565,8 \text{ horas limitantes}}{3490 \text{ horas totales}} = \mathbf{0,84} \quad (4.2)$$

En el factor de precipitación fue importante determinar la tendencia de precipitaciones caídas, para este caso fue importante hacer un análisis de cinco años, debido a que otorga información más completa de las tendencias históricas. Para ello fueron analizadas 2 estaciones meteorológicas, sin embargo para este análisis se pretendía incorporar una mayor cantidad de estaciones.

La información solicitada a la Dirección General de Aguas (DGA) fue de cuatro estaciones meteorológicas incorporándose a las de Maquehue y Pueblo Nuevo las estaciones de Chol-Chol y Temuco Centro, sin embargo aunque se obtuvo dicha información, estas últimas no pudieron ser utilizadas debido a que la DGA no contaba con la información completa, por lo anterior se pretende que a futuro la información trate de completarse con otras estadísticas que se presenten en otras instituciones para hacer un análisis más cauteloso y exhaustivo del factor de precipitación.

e) Brillo solar (FCsol).

Este factor no fue considerado debido a que el sendero Triwe se encuentra bajo dosel por ende para este caso se le otorgó un factor de corrección 1, esta aseveración se determinó en base a observaciones realizadas en terreno.

f) Cierres temporales (FCtem)

El predio Rucamanque funciona de Lunes a Domingo, esto se debe a que no existe un horario de visita bien definido y en la actualidad el flujo de los visitantes no es constante; a su vez en base a las entrevistas realizadas al administrador como al comité asesor se confirmó de que no existe este tipo de registros. Es por esto que se le dio un factor de corrección 1.

g) Factor de anegamiento (FC ane)

Para este factor en terreno se midieron los sectores que sufrían anegamiento determinando que existen dos tramos cercanos a cursos de aguas que en época invernal se inundan, arrojando como resultado que 8,26 metros de anegamiento. Por lo anteriormente antes dicho se determina que:

$$FC_{ane} = 1 - \frac{8,26 \text{ mts}}{1400 \text{ mts}} = 0,99 \quad (4.3)$$

Cálculo final de la Capacidad de Carga Real

El siguiente cuadro presenta los resultados finales con respecto al cálculo final de la capacidad de carga real en base a los tres supuestos mencionados en el capítulo 3.

$$CCR = CCF(FC_1 * FC_2 * FC_3 * FC_4 * FC_5 * \dots * FC_x) \quad (4.4)$$

Cuadro N°9: Resultados de la capacidad de carga real bajo los tres supuestos.

| Capacidad de Carga Real | Visitas diarias | Visitas anuales |
|-------------------------|-----------------|---------------------------|
| Pesimista | 100 visitas/día | 34.900 visitas/año |
| Optimista | 51 visitas/día | 17.799 visitas/año |
| Realista | 32 visitas/día | 11.168 visitas/año |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Capacidad de Manejo

Para este cálculo se realizó una aproximación de la capacidad de manejo del predio, fueron consideradas las variables: personal, infraestructura y equipamientos, para concretar dicho cálculo de debió realizar una entrevista a un representante del comité asesor quien debió contestar los cuadros del anexo N°7, N°8 y N°9, además de una encuesta complementaria ver anexo N°6.

Al obtener la información requerida se procedió a realizar el cálculo de capacidad de manejo obteniendo como resultado lo siguiente:

Cuadro N°10. Resultados de la Capacidad de Manejo

| Variable | Valor | % |
|-----------------|-------|----|
| Infraestructura | 0,22 | 22 |
| Equipo | 0,25 | 25 |
| Personal | 0,09 | 9 |
| Promedio | 0,56 | 56 |

Fuente: Elaboración propia

Cálculo final de Capacidad de Manejo

$$CM = \frac{0,22+0,25+0,09}{3} * 100 = \mathbf{18,66} \quad (4.5)$$

4.1.3 Capacidad de Carga Efectiva

Finalizando se determinó la capacidad de carga física obteniendo como resultado lo siguiente:

Cuadro N° 11. Resultados de Capacidad efectiva.

| Supuestos | Capacidad de carga real | Capacidad de manejo | Capacidad de carga efectiva diaria | Capacidad de carga efectiva anual |
|-----------|-------------------------|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Pesimista | 100 | 18,66% | 19 | 6631 |
| Realista | 51 | 18,66% | 10 | 3490 |
| Optimista | 32 | 18,66% | 6 | 2094 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Resumen resultado final Capacidad de Carga Turística**Cuadro N°12: Resultado finales Capacidad de Carga**

| Capacidad de Carga | Sendero Triwe |
|--|------------------|
| CAPACIDAD DE CARGA FISICA (CCF) | 9916visitas /día |
| CAPACIDAD DE CARGA REAL (CCR) | |
| Factores de corrección | |
| Factor Social (FCsoc) | |
| Pesimista | 0,047 |
| Realista | 0,024 |
| Optimista | 0,015 |
| Factor de corrección Accesibilidad (FCacc) | 0,26 |
| Factor de corrección precipitación (FCpre) | 0,84 |
| Factor de corrección anegamiento (FCane) | 0,99 |
| CCR pesimista | 100 visitas/día |
| CCR realista | 51 visitas/día |
| CCR optimista | 32 visitas/día |
| CAPACIDAD DE CARGA EFECTIVA (CCE) | |
| CCE Pesimista | 19 visitas/día |
| CCE Realista | 10 visitas/día |
| CCE Optimista | 6 visitas/día |

| CAPACIDAD DE CARGA DE MANEJO (CCM) | |
|------------------------------------|--------|
| Infraestructura | 0,22 |
| Equipo | 0,25 |
| Personal | 0,09 |
| Promedio | 0,56 |
| CCM | 18,66% |

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro anterior en resumen los cálculos de capacidad de carga tanto física, real como efectiva. En el cálculo de la capacidad de carga física se pudo determinar un valor de 9.917 vistas por día, mientras que para la capacidad de carga real se obtiene lo siguiente:

Para el cálculo del Factor de corrección social se obtuvo bajo los supuestos de pesimista, realista y optimista las siguientes ponderaciones respectivamente: **0,047; 0,024; 0,015**.

Para El factor de corrección de accesibilidad se obtuvo un valor de 0,26.

Para el Factor de corrección de precipitación se obtuvo un valor de 0,84 y finalmente para el Factor de corrección de precipitación se obtuvo el valor de 0.99.

Por lo siguiente para el cálculo de capacidad de carga real en el supuesto pesimista se obtiene un valor de 100 vistas por día; para el supuesto realista un valor de 51 visitas por día y para el supuesto optimista un valor de 32 visitas por día.

En el cálculo de capacidad de carga efectiva bajo los tres supuesto se obtiene como resultado los siguientes valores: 19 vistas por día para el supuesto pesimista, 10 visitas por día para el supuesto realista y 6 visitas por día para el supuesto optimista.

En el cálculo de la capacidad de manejo se obtiene como resultado para la variable infraestructura un total de 0,22; para equipamiento un valor de 0,25; para personal un 0,09 y en promedio un total de 0,56. De lo anterior se calculó en base a la fórmula de capacidad de manejo el porcentaje de manejo del predio determinando que en total se maneja un 18,66% el predio Rucamanque.

La capacidad de carga turística calculada con la metodología de Cifuentes ha determinado que el ingreso de visitantes al sendero Triwe no supera en el caso realista las 6 personas, lo que quizás es un número muy bajo para el sendero, dicho resultado se debió comparar con resultados anteriores y por la inexistencia de este no se pudo realizar.

4.2 Propuesta de registro de visitas

El diseño de formularios consistió en crear en base a las herramientas disponibles en el programa cuadros, caracteres, botones, campos de texto y todos los elementos necesarios para la realización de dicho formulario.

Registro de visitas al predio Rucamanque



[Administración](#)

Figura N°12: Imagen menú principal formularios

Fuente: Elaboración propia

En la pantalla inicial se observa el acceso a los formularios de cada tipo de visitante, además existe un enlace llamado “Administración” el cual da acceso directamente a la administración de la base de datos, solicitando un usuario y contraseña antes de visualizar la información.

El resultado visual de cada uno de los formularios se observa en las siguientes figuras.

Formulario de Identificación

Nombre:

Run:

Correo:

Carrera:

Año ingreso:

Día de visita:

Motivo de la visita:

Duración de la visita: Días

Coordenadas:



Google Powered by [Leaflet](#)
Map Data - [Terms of Use](#)

Figura N°13: Formulario para el registro de visitas realizadas por alumnos UFRO.

Fuente: Elaboración propia

El formulario muestra el resultado de la interfaz gráfica de los registros de estudiantes, siendo uno de los tres formularios creados para la base de datos.

Formulario de Identificación

Nombre:

Run:

Correo:

Facultad:

Día de visita:

Motivo de la visita:

Duración de la visita: Días

Coordenadas:



Figura N°14: Formulario para el registro de visitas realizadas por funcionarios UFRO.

Fuente: Elaboración propia

El formulario muestra el resultado de la interfaz gráfica de los registros de docentes, siendo uno de los tres formularios creados para la base de datos.

Formulario de Identificación

Nombre:

Run:

Correo:

Nivel Educativo:

Día de visita:

Motivo de la visita:

Duración de la visita: Días

Coordenadas:



Figura N°15: Formulario para el registro de visitas realizadas por personas externas a la universidad.

Fuente: Elaboración propia

El formulario muestra el resultado de la interfaz gráfica de los registros externos a la Universidad, siendo uno de los tres formularios creados para la base de datos.

Para la construcción de este formulario se identificaron los datos necesarios que se solicitan al visitante, en cualquier caso, los datos solicitados a los tres tipos de visitantes son visiblemente distintos. Para el caso de los alumnos de la propia universidad el sistema sugiere una lista de carreras dictadas por la universidad, esta información fue recopilada desde la propia página web de la UFRO creando una hoja de cálculo Excel con dicha información (ver anexo N°10).

Luego de que el visitante registra los datos en el formulario este enviará un correo al visitante junto a un enlace para que este pueda completar o modificar la información en el futuro. El correo desde una cuenta Gmail.



Figura N°16: Correo solicitud de complementar datos GPX

Fuente: Elaboración propia

Para la generación del Web Mapping que se observa en cada formulario se utilizó el proveedor Google Maps según el procedimiento descrito en la sección 3.3.2; además se puede observar que sobre el mapa con las imágenes satelitales de Google Maps se agregó una capa de información adicional la cual representa la delimitación del predio Rucamanque correspondientemente georreferenciado.

Luego de seleccionar “Administración” se muestran los datos registrados de todas las visitas en una lista paginada, desde cada uno de los registros que se muestran en la lista es posible descargar los ficheros GPX asociados a cada registro (si existe uno) y además es acceder a modificar los datos del registro.

Base de datos registro de visitantes Logout

< 1 of 1 >

| id | run | nombre | correo | duracion_visita | f_creacion | f_actualizacion | ruta_archivo_coordenadas |
|----|--------------|---------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|---------------------------|
| 1 | 17.179.007-9 | Nataly Jara Fuentes | nataly.jara.fuentes@gmail.com | 2 | 2013-01-01 23:10:19 | 2013-01-01 23:10:19 | Bajar GPX |
| 2 | 17.179.007-9 | Nataly Jara Fuentes | nataly.jara.fuentes@gmail.com | 2 | 2013-01-02 13:39:05 | 2013-01-02 13:39:05 | |

[Descargar BD Completa](#)

Figura N°17: Visualización tabla de datos registrados y descarga de la base de datos completa

Fuente: Elaboración propia

La sección de administración es privada, desde allí es posible también descargar la base de datos completa que incluye todos los datos visualizados en la lista previa, a excepción de los propios ficheros GPX para los cuales sólo es posible mostrar un enlace a la descarga del fichero.

La implementación completa de los formularios de registro en la web ofrece múltiples ventajas tales como el acceso desde múltiples dispositivos y lugares geográficos así como también el control centralizado de la base de datos. La posibilidad de previsualizar los ficheros GPX directamente en el navegador web antes de subir la información mediante su representación como Web Mapping es sin duda también una ventaja que permite registrar los datos con mayor exactitud en post de un mejor análisis histórico de estos que por supuesto busca finalmente la mejora en la toma de decisiones.

5. DISCUSION DE RESULTADOS

De la metodología aplicada

El concepto de capacidad de carga aún no es muy claro, algunos autores definen que la capacidad de carga consiste en saber cuándo comienza la congestión y los estrangulamientos en el desarrollo turístico y otros lo definen como un concepto más apropiado para establecer y evitar problemas de degradación en un destino turístico, por lo cual el concepto no tiene una definición particular sino que varía dependiendo del autor.

La metodología para determinar la capacidad de carga turística de Cifuentes (1992) es muy cuestionada por diversos autores que intentan implementar esta metodología con el afán de optimizar el uso de los recursos, siendo muchas veces modificadas ante la realidad del área en específico.

Cifuentes (1992) determina valores concretos en base a números sobre la cantidad de visitantes que pueden ingresar a un área y no discute factores de gestión en esta, por lo cual es una metodología concreta que si bien no es una solución final para un área en específico apunta a comenzar a identificar posibles soluciones creando una visión de lo que se construye en el área en cuestión.

En el caso de este trabajo de título la metodología de Cifuentes sufrió algunas modificaciones acordes con la realidad del predio Rucamanque, cabe destacar que fue complejo determinar la cantidad de visitantes del sendero Triwe ya que existe poca información que permita determinar un resultado para este modelo, por lo cual se debió acudir a diversas fuentes de información que aproximen la realidad actual en que se encuentra el predio.

Plan de manejo del predio Rucamanque

A partir de la zonificación del predio, se utilizó la zona de uso extensivo para calcular la capacidad de carga.

Dicha zona se destaca por destinar espacios para el uso público mediante desarrollo de actividades de recreación, ecoturismo, la interpretación y educación ambiental. Dentro de sus normas señala que es importante realizar los estudios de capacidad de carga y si no se cuenta con este antecedente será utilizado los datos históricos de visitación registrados en el sendero. Sin embargo esta norma no es cumplida debido a que no existe ni la determinación de la capacidad de carga, ni los datos históricos, por lo se crea un vacío de información y una inconsistencia de gestión y manejo del área en cuestión, por ello la creación del formulario de registros fue imprescindible para poder contar con estos registros, que si bien no son históricos, proporciona información a corto y largo plazo y que en la actualidad serán importantes para determinar la capacidad de carga en los senderos con que cuenta el predio.

Capacidad de carga física

Por lo que se mencionó en capítulos anteriores este cálculo es el menos adecuado de las capacidades de cargas, lo que puede responder a que este valor se ve sesgado ya que sólo considera el tiempo en que se demora una persona en realizar el sendero en relación con el horario de atención y los metros totales de este.

La inexistencia de un horario bien establecido puede producir una serie de inconvenientes ya que el único encargado de cuidar diariamente es Don Luciano Figueroa que si bien cumple el trabajo de cuidador, no tiene un completo manejo del predio ya que las visitas sean académicos, estudiantes u otros llegan a cualquier horario y muchas veces esto repercute en el quehacer diario, traduciéndose a imprevistos o bien un cambio en las actividades que el cuidador tiene contempladas para el día.

Capacidad de carga Real (CCR)

Por su parte los resultados de la capacidad de carga real, son valores corregidos a través de distintos factores, que corresponden a valores óptimos de visitas diarias que el sendero puede soportar para mantener su belleza escénica.

Es importante complementar a dichos factores una mayor cantidad de variables para tener presentes, como por ejemplo, en el factor de corrección de erodabilidad de Cifuentes, sólo se estima los valores de pendientes y texturas del suelo, en dicho cálculo se debe destacar que si se hubiese trabajado con curvas de nivel con una distancia más pequeña como por ejemplo 1 metro el resultado obtenido podría tener variaciones en lo que respecta a sus pendientes considerando los tres tipos de pendientes (Baja, Media y Alta) .

En el caso de este trabajo se debió incorporar la variable de densidad arbórea, que en base a una imagen obtenida por Google Earth se procedió visualmente a calcular la densidad, este análisis visual de densidad es muy simple, y se pretendía en sus inicios crear fotoparcels áreas que arrojaran resultados más precisos, por lo anteriormente señalado es necesario que a futuro este análisis sea hecho rigurosamente para determinar el valor exacto de densidad.

Capacidad de Manejo

La variable que presento el menor porcentaje óptimo es el personal con un 9%, seguido por la infraestructura con un 22% y el equipamiento con un 25%.

En este caso, para realizar una aproximación de la capacidad de manejo del Predio, fueron consideradas las variables: personal, infraestructura y equipamientos.

En lo que respecta a infraestructura y equipamiento no se puede dejar pasar en alto las ponderaciones que el propio representante del comité asesor entregó como información (anexos N°7, N°8 y N°9), concluyendo que el predio contiene sólo elementos básicos que no satisfacen en su totalidad las necesidades para las personas que viven en el lugar como para aquellas que visitan el predio por diversos motivos. Por ello es necesario que la Universidad entregue un mayor financiamiento para el predio con el fin de realizar mejoras y complementar la infraestructura y equipamiento, siendo esto muy necesaria para el trabajo que los estudiantes, académicos y personas ligadas al área puedan utilizar para el trabajo en terreno.

La capacidad de manejo óptima es definida como el mejor estado o condiciones que la administración de un área protegida debe tener para desarrollar sus actividades y alcanzar sus objetivos. Por lo dicho anteriormente es importante suponer que un mejoramiento en las variables de medición pueden mejorar los porcentajes óptimos.

Al análisis de capacidad de manejo se incorporó como información complementaria un cuestionario que fue respondido por el académico Alejandro Espinosa Sepúlveda, Ingeniero Forestal de la Universidad. Dicho cuestionario que comprende un total de 21 preguntas logró determinar que el predio no cuenta con capacitaciones formales para enfrentar cualquier eventualidad que se produzca, tampoco poseen herramientas de gestión que controle el flujo de visitantes, ni simulacros en casos de emergencias y sólo cuentan con un plan específico para control, siendo este, el Manual de Protección del Predio Rucamanque ante incendios forestales, por lo cual se determina que Rucamanque tiene una deficiencia en lo que respecta a planes de emergencia como aludes, terremotos, control de plagas, entre otros.

También se logró determinar que sólo se cuenta con una herramienta de comunicación que es manejado por el cuidador, por lo que es imprescindible que se incorpore mejores tecnologías de comunicación ante cualquier evento negativo.

Los cálculos obtenidos en la capacidad de manejo demuestran que esta no supera el 56% lo que hace que el predio Rucamanque sea medianamente satisfactorio en lo que respecta a manejo.

Capacidad de carga efectiva.

Para poder hacer una comparación es necesario tener información del pasado, pero para este estudio no se pudo hacer dicha comparación ya que no existen registros, siendo este el primero en crearse por lo cual la determinación de la capacidad de carga turística en esta ocasión toma un valor importante como estudio.

Propuesta de formulario de registros

La propuesta de registro de visitantes es un trabajo complementario a la determinación de la capacidad de carga.

Dado que no se cuenta con información histórica, dicha propuesta toma una vital importancia; la principal expectativa de esta propuesta es que sea implementada en la página web de la Universidad, con el fin de poder registrar datos de las visitas al predio y así proporcionar estadísticas que puedan ser analizadas.

Ciertamente, el flujo de información que se genera desde que el visitante registra la primera información relacionada con la visita hasta que se completen totalmente los datos solicitados no implica de ninguna manera previa aprobación de estos por parte de un académico calificado. La modificación de este flujo de información se considera trabajo futuro siempre y cuando surja la necesidad de hacerlo, de momento un académico con capacidades de administración de la base de datos podrá desactivar ciertos registros que considere incorrectos de manera de evitar considerarlos para temas estadísticos.

6. CONCLUSIONES

Es posible calcular la capacidad de carga efectiva del sendero en base a la metodología propuesta, sin embargo se determina que los resultados arrojados indican que se deben realizar cambios en la metodología.

Para aumentar la exactitud de la metodología de Cifuentes se debe agregar el factor de gestión, generando de esta forma una nueva metodología que arroje resultados numéricos con una mayor precisión. El estudio y desarrollo de esta nueva metodología se considera trabajo futuro.

Los resultados obtenidos en este trabajo dan cuenta del poco desarrollo en las temáticas de esta índole y de la necesidad de mayores estudios y captura de información analizable.

La toma de datos por medio de un formulario Web sienta las bases para la toma de información necesaria para un análisis futuro, en post de la determinación de una metodología más efectiva para el caso del predio Rucamanque. Un estudio estadístico sobre los datos capturados daría la posibilidad de agregar una parte variable a la formula final que de alguna forma representan un conjunto de factores externos.

7. RECOMENDACIONES

Con respecto a la Capacidad de Carga Física, se recomienda crear un horario de atención al público durante la época estival e invernal.

En lo que trata a la capacidad de carga real se pretendía en el factor de erodabilidad hacer un análisis riguroso de la densidad arbórea que se inserta en el sendero, sin embargo por diversos motivos esta no pudo ser calculada por lo cual se recomienda a futuro hacer un análisis de esta variable determinando los valores reales de densidad.

Se debe señalar que si no se cuenta con un presupuesto adecuado para suplir con todas la necesidades que se presentan en la actualidad, una solución óptima es mejorar ya la infraestructura que se presenta en el lugar, incorporando reparaciones, ampliaciones o cualquier otro tipo de actividad que implique el mejoramiento de este.

Con respecto al equipamiento se recomienda aumentar las herramientas con que cuenta el predio ya que las que existen en el lugar son sólo de limpieza y no suplen las reales necesidades presentes en el lugar. Como esta variable implica una mayor inversión, se recomienda implementar a futuro a partir de alguna fuente de financiamiento.

La tecnología con la cual se comunica desde el predio a la ciudad es muy básica siendo sólo un celular el medio de comunicación, por lo cual se recomienda complementar a dicha comunicación la tecnología basada en la radio afición, si bien esta herramienta es antigua nos proporciona una comunicación más segura ante cualquier catástrofe. Para obtener dichas licencias se deben realizar cursos que permitan entregar estas para emitir señales, por lo cual estos cursos deben ser realizados tanto por el cuidador como por los encargados de la gestión y manejo del predio.

Se recomienda que el cuidador del predio como los integrantes del comité asesor del predio y su administrador consideren instancias de capacitaciones de primeros auxilios, lo fundamental en este caso es que ellos estén preparados ante cualquier emergencia.

Con respecto al personal es necesario aumentar la cantidad de personas que cuidan el predio, aumentando a dos los cuidadores; ya que la extensión del predio es amplia se recomienda que las ubicaciones de las casas de los cuidadores estén alejadas unas de otras en lugares estratégicos.

El sendero Triwe consta de señalética, pasamanos y escaleras en condiciones desfavorables, por lo cual se insta a que las mantenciones sean más rigurosas aumentando a 4 las mantenciones en el año.

Con respecto a los planes específicos para controlar distintas emergencias se recomienda aumentar los manuales de protección, incorporando manuales ante eventos como terremotos, aludes, tormentas, control de plagas entre otros.

Se debe considerar que dentro del refugio en el entretecho vive una colonia de murciélagos, dichas especies son transmisoras de enfermedades por lo cual se insta con urgencia crear una estrategia de eliminación de estas.

Se insta a que las mantenciones de los equipos electrónicos sean más frecuentes, recomendando que estas sean realizadas una vez al año.

En lo que respecta a la encuesta se destaca que se podría incorporar información sobre los accesos, percepciones y preferencias del visitante.

Es importante implementar con rapidez el sistema de registros de visitantes, para obtener datos que nos proporcione estadísticas y limitar el ingreso de visitantes.

Adicionalmente se insta a que la facultad incorpore solicitudes de ingresos, autorizaciones y un manual de normas de uso al visitante.

Para finalizar se recomienda que este estudio sea replicable a los distintos senderos que se encuentran en el predio, calculando la capacidad de carga turística completa del predio.

8. RESUMEN

El presente trabajo de título determina la capacidad de carga turística en el sendero Triwe del predio Rucamanque, ubicando tan sólo a 12 kilómetros de la ciudad de Temuco. El proceso de cálculo de la Capacidad de Carga Turística (CCT) es realizado por la metodología de Cifuentes (1992) quien divide la capacidad de carga en tres niveles consecutivos, siendo estos la capacidad de carga física, real y efectiva, cada una caracterizada por ser un factor de corrección del anterior. A posterior se realiza un registro de visitantes para el predio como herramienta complementaria a la medición de la capacidad de carga turística, con el fin de incorporar a los sistemas web de la Universidad dicho formulario contando desde su implementación la información necesaria para realizar estudios de diversa índole. Finalizando se discute la metodología y se proponen recomendaciones para mejorar la situación actual del predio respecto a su uso.

El trabajo de título contribuye a mejorar las distintas condiciones en que el predio y en específico el sendero presenta en la actualidad, determinando un número máximo de visitas para este y proporcionando una visión amplia del manejo y gestión actual. A su vez suple la inexistencia de información histórica creando una base de datos que almacenará información de gran relevancia, finalizando con una proyección de lo que se tiene y lo que se debería hacer.

9. SUMMARY

This title work determines the carrying capacity of tourism in the path of the property triwe Rucamanque, placing only 12 kilometers from the city of Temuco. The process of calculating the Tourism Carrying Capacity (TCC) is performed by the method of Cifuentes (1992) who divided the load on three consecutive levels, and these physical carrying capacity, real and effective, each characterized by be a previous correction factor. A rear registration takes visitors to the campus as a complementary tool to the measurement of tourism carrying capacity, in order to incorporate the University web systems that form counting since its implementation the information needed to study diverse nature. Finishing discusses the methodology and propose recommendations to improve the current situation regarding land use.

The title work helps improve the different conditions under which the specific property and the trail has now, determining a maximum number of visits to this and provide a broad view of management and current management. In turn supplies the lack of historical information by creating a database that will store information of great importance, ending with a projection of what you have and what you should do.

10. LITERATURA CITADA

Acevedo, M. 2011. Presentación: Impactos del turismo en áreas protegidas y capacidad de carga turística. Taller de trabajo bilateral en herramientas para la gestión áreas marinas y terrestres protegidas. 45pp

Amador, E; Cayot, L; Cifuentes, M; Cruz, E; Cruz, F. 1996. Determinación de la Capacidad de Carga Turística en los sitios de visita del Parque Nacional Galápagos. Servicio Parque Nacional Galápagos. Instituto Ecuatoriano Forestal y de áreas Naturales y Vida Silvestre. Puerto Ayora, Isla Galápagos. 34 pp.

Alvear, M; Urra, C; Huaiquilao, R; Astorga, M; Reyes, F. 2007. Actividades Biológicas y estabilidad de agregados en un suelo del bosque templado chileno bajo dos etapas sucesionales y cambios estacionales. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal. Rev.Chil.Suelo Nutr. Veg. 38-50pp.

Camps, R. 2002. Introducción a las bases de datos. Editorial UOC

Casanova, M; Vera, W, Luzio, W; Salazar, O. 2004. Edafología. Manual de suelos. Universidad de Chile. 75 pp

Ceballos, H. 1996 Tourism, ecotourism, and protected areas. The state of nature based tourism around the world and guidelines for its development. IUCN Protected Areas Programme. IV World Congress on National Parks and Protected Areas. IUCN- The World Conservation Union.

Cifuentes, M. 1992. Determinación capacidad de carga turística en áreas protegidas. Centro Agronómico tropical de investigación y enseñanza. Costa Rica. 28 pp.

CONAF-AMBAR. 2000. Metodología para determinar intensidad de uso público en Áreas Silvestres Protegidas. Manual de Aplicación. 74 p.

Crespo de Nogueira, E. 2007. Turismo y uso público en la red de Parques Nacionales, reflexiones sobre una encrucijada. Área de Planificación y Programas Técnicos de la Red de Parques Nacionales. Revista Ambienta (España) 1: 64-73.

Date, C. 2001. Introducción a los sistemas de bases de datos. Edición Pearson educación. México, 960pp.

Di castri, F. 1968. Esquise écologique du Chile. En: Biologie de L'Amérique Australe. Paris, 4: 7-52 pp.

DGA. Dirección General de Aguas. 2012. Información de precipitaciones mensuales, anuales y diarias. Temuco, Chile

Durán, J. 2007. Diseño de un modelo de Capacidad de Carga con aplicación en el municipio de Suesca, Cundinamarca. Universidad Externado de Colombia. Facultad de Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras. Edición Turismo y Sociedad. 113-119 pp.

EEA. Agencia Europea de Medio Ambiente. 1998. Medio ambiente en Europa. El informe Dobris, Madrid: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas y Ministerio de Medio Ambiente. Biblioteca Del Congreso Nacional de Chile. 2012.

Espinosa, A; Núñez, R; Pacheco, P. 2009. Plan de Manejo Integral del Predio Rucamanque. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 65 pp.

Farrel, T. 2002. The protected Area Visitor Impact Management (PAVIM) Framework: A simplified Process for Making Management Decisions

Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 165 pp.

García, A. 2009. Adaptación de SIG Libre para la mejora de rendimiento de tareas cartográficas.

García, M. 2001. Capacidad de acogida turística y gestión de visitantes en conjuntos monumentales: el caso de La Alhambra, PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 36, 124-137pp.

Gilfillan, I. 2003. MySQL. Editorial Anaya Multimedia. España. 841 pp.

González Balea, R. 2012. Análisis de plataformas para la publicación de información geográfica en la nube.

Gutiérrez, E. 2006. Propuesta metodológica para asignar categorías de manejo en áreas silvestres protegidas privadas terrestres de Chile (estudio de caso: Novena Región de La Araucanía). Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Recursos Naturales, Universidad católica de Temuco, Chile. 175 pp.

Hajek E & Di Castri. 1975. Bioclimatología de Chile. Universidad Católica de Chile. Santiago, 128 pp.

Iroldi, O. 2000. Evaluación Ecoturísticas Rápidas (EETR): Nueva Metodología para la Gestión Turística Sostenible de Areas Naturales. Centro Politécnico del Cono Sur Uruguay. 8 pp.

Jiménez, J; Osorio A, Marino- Tapia I. 2007. Beach recreation planning using video derived coastal state indicators. Coastal Engineering Journal. 54: 507-521 pp.

Kroenke, D. 2003. Procesamiento de bases de datos. Fundamentos, diseños e implementación. Pearson educación, México, 2003: 688 pp.

Kuss, Fred R; Alan R, Graefe y Jerry J, Vaske. 1990. Visitor Impact Management: the Planning Framework. National Parks and Conservation Association, Washington DC.

Le-Dû Faustine. 2005. La capacidad de acogida física de las ciudades Patrimonios de la Humanidad en España. España. 180 pp

López J, López L. 2008. La capacidad de carga turística: Revisión crítica de un instrumento de medida de sostenibilidad. Universidad Autónoma del Estado de México. 15: 123-150 pp.

MAGOFKE, J. 1985. Rucamanque: un relicto de bosque nativo en Temuco, Chile. Revista Frontera, Temuco (Chile) 4: 65-72pp

Manidis, R. 1997. TOMM. Tourism Optimization Management Model.

McCool, S and Stankey, G. 1992. Managing for the sustainable use of protected wildlands: The Limits of Acceptable Change framework. Paper presented at IV World Congres

McCool, S. 1994. Planning for sustainable nature dependent tourism development: The Limits of Acceptable Change system. *Tourism Recreation Research* 19 (2), 51–5 pp.

Mendoza, P. 2011. Manual de instalación y operación de MySQL- Workbench 5.2. Universidad Tecnológica. Izucar de Natanoros. 10 pp.

Miller, G; Twining-Ward, L. 2005. Monitoring for a sustainable tourism transition. The Challenge of Developing and Using Indicators. CABI Publishing.

Moore, A. 1987. La Capacitación: Un desafío para el futuro de las áreas silvestres protegidas. 5:6-7 pp. FAO.

Muñoz, J. 2002. Interoperabilidad vía Internet de SIG y Bases de Datos Relacionales.

Núñez, P; Espinosa, A; Pacheco, P. 2011. Parque ecológico y cultural Rucamanque. Plan de Manejo Integral del Predio Rucamanque. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 81pp.

Odum, E. 1986. Fundamentos de ecología. Nueva editorial interamericana. México D.F., México. 422 pp.

OMT. 1994. Organización Mundial de Turismo. Compendio de Estadísticas del Turismo 1988- 1992. Decimocuarta Edición. Madrid. España. 256 pp.

OMT. 2008. Organización Mundial del Turismo. Introducción al turismo. Madrid. España. 394 pp.

OMT. 2012. Organización Mundial del Turismo. El turismo: Un fenómeno económico y social.

Pedersen, A. 2002. Managing Tourism at World Heritage Sites. World Heritage a practical. Manual for World Heritage Site Managers. UNDP, UNESCO.

Peran, J. 2005. Tesis Doctoral: Demanda de espacios naturales para el Ocio. Modelos de capacidad de acogida perceptual. Aplicación a los Parques Nacionales de Timanfaya y Ordesa y Monte perdido. Universidad politecnica de Madrid. España. 155 pp

Ramirez, C; San Martín, J; Hauestein, E; Contreras, D. 1989a. Estudio fitosociológico de la vegetación de Rucamanque (Cautín, Chile). *Studia Botánica (Chile)* 8:91-115 pp.

Ramirez, C; San Martín, J; Hauestein, E; Contreras, D. 1989b. Study of the flora of Rucamanque, Cautín province, Chile. *Ann Missouri Bot. Gar:* 76(2):625-655 pp.

Ramakrishnan, R; Gehrke, J; Sáenz, F. 2007. Sistema de gestión de base de datos. McGraw-Hill. 654 pp

República de Chile. 2010. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de economía, fomento y reconstrucción. Ley 20.423 sobre el sistema institucional para el desarrollo del turismo. Texto Original. 12-02-2010.

Rodríguez, J; Ursua, F. 2012. Estudio para establecer el límite de cambio aceptable en la Isla grande de Holbox en el área de protección de flora y fauna Yum Balam. Comisión Nacional de áreas naturales protegidas, Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano. 25 pp.

Salas, C. 2001. Caracterización básica del Relicto de Biodiversidad Rucamanque. Bosque nativo. Valdivia, Chile. 29: 3-9 pp.

Servicio Nacional de Turismo. 2013. Reportaje: Chile logra record histórico en llegada de turistas extranjeros durante 2012. <http://www.sernatur.cl/noticias/chile-logra-record-historico-en-llegada-de-turistas-extranjeros-durante-2012>. Disponible a 14 de Enero del 2013.

Silberschatz, A; Korth, H; Sudarshan, S. 2002. Fundamentos de bases de datos, McGraw-Hill. Aladro García, A., 2004. MySQL, el SGBD de Internet (I), (110), 39-42 pp.

Skarlatidou, A. & Haklay, M. 2006. Public web mapping: preliminary usability evaluation. Descy, D.E., 1999. HTML editors: Web pages in minutes. TechTrends, 43(4), 5-7 pp.

Stankey, H. & McCool, S. 1983. Beyond social carrying capacity. In "Understanding Leisure Research Recreation". Jackson, E & Burton T. L., Venture Publishing. 497-516 pp.

Stankey, H; McCool, S; Stokes, G. 1984. Limits of acceptable change: A new framework for managing the Bob Marshall Wilderness Complex. Western Wildland 10(3): 33-37 pp.

Stankey, H; Cole, D; Lucas R; Petersen M; Frissell S. 1985. The Limits of Acceptable Change (LAC) System for Wilderness Planning. Reporte técnico general INT-176, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal (Intermountain Forest and Range Experiment Station), Ogden, Utah.

Storti, G; Ríos, G; Campodónico, G. 2007. Base de datos. Modelo Entidad Relación. Tecnología de la Información y la Comunicación. 14 pp.

Subsecretaría de Turismo. 2012. Desarrollo turístico sustentable en Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Subsecretaría de Turismo. <<http://www.subturismo.gob.cl/areas-protegidas/>>. Disponible a Septiembre de 2012.

Taboada, J; Cotos J, M. 2005. Sistema de Información Medioambiental. España. 272 pp.

Tudela, M; Giménez, A. 2008. Capacidad de carga turística en cuatro senderos de Caravaca de La Cruz (MURCIA). España. Revista Electrónica de Medioambiente UCM. 6:1-20 pp.

WYSIWYG Web Builder, 2012. Features WYSIWYG Web Builder 8. <http://www.wysiwygwebbuilder.com/features.html>. Disponible a 20 de Diciembre del 2013.

11. ANEXOS

Anexo N°1. : Entrevista a Don. Luciano Figueroa (Capacidad de Carga Física)

A su criterio: ¿Cuál debería ser el horario de visita en época invernal y estival?

Respuesta: En época invernal de 10^{oo}hrs a 15^{oo}hrs y en época estival desde 9^{oo} a las 19^{oo} horas

¿Cuál debe ser el tiempo promedio (considerando, niños, jóvenes, adultos y tercera edad) necesario para recorrer el sendero Triwe?

Respuesta: Para niños 1,5 horas, jóvenes 1 hora, adultos 2horas y tercera edad 2,5 horas.

¿Cuántas veces una misma persona puede recorrer el mismo sendero en un día, en este caso el sendero Triwe (incluyendo desplazamientos y detenciones)?

Respuesta: 2 a 3 veces

¿Cuál debe ser el grupo máximo de personas que deben transitar en un mismo sendero (con el fin de garantizar la calidad en la experiencia recreativa del visitante)?

Respuesta: 10 personas

¿Cuál debería ser la distancia más adecuada entre grupos para transitar en el sendero suponiendo que la distancia entre grupos dentro del sendero se basa en tres supuestos?

Respuesta: En el escenario pesimista: distancia entre los grupos de 200 metros

En el escenario realista: distancia entre los grupos de 400 metros

En el escenario optimista: distancia entre los grupos de 600 metros

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N°2: Formulario de toma de datos en terreno

| | |
|--|------------------|
| Longitud total del sendero Triwe (metros lineales) | 1,4 km |
| Ancho del sendero (metros) | 2,5 |
| Textura predominante del suelo (^a) | Franco Arcillosa |
| Pendiente promedio (%) (^b) | Superior al 20% |
| Tramos de erosión (^c) | - |
| Metros del sendero con pendientes entre 10%-20% (^d) | Por determinar |
| Metros del sendero con pendientes mayor a 20% (^d) | Por determinar |
| Metros del sendero que sufren anegamientos (^d) | 8,26 |

Notas:

(^a): Manual del suelo

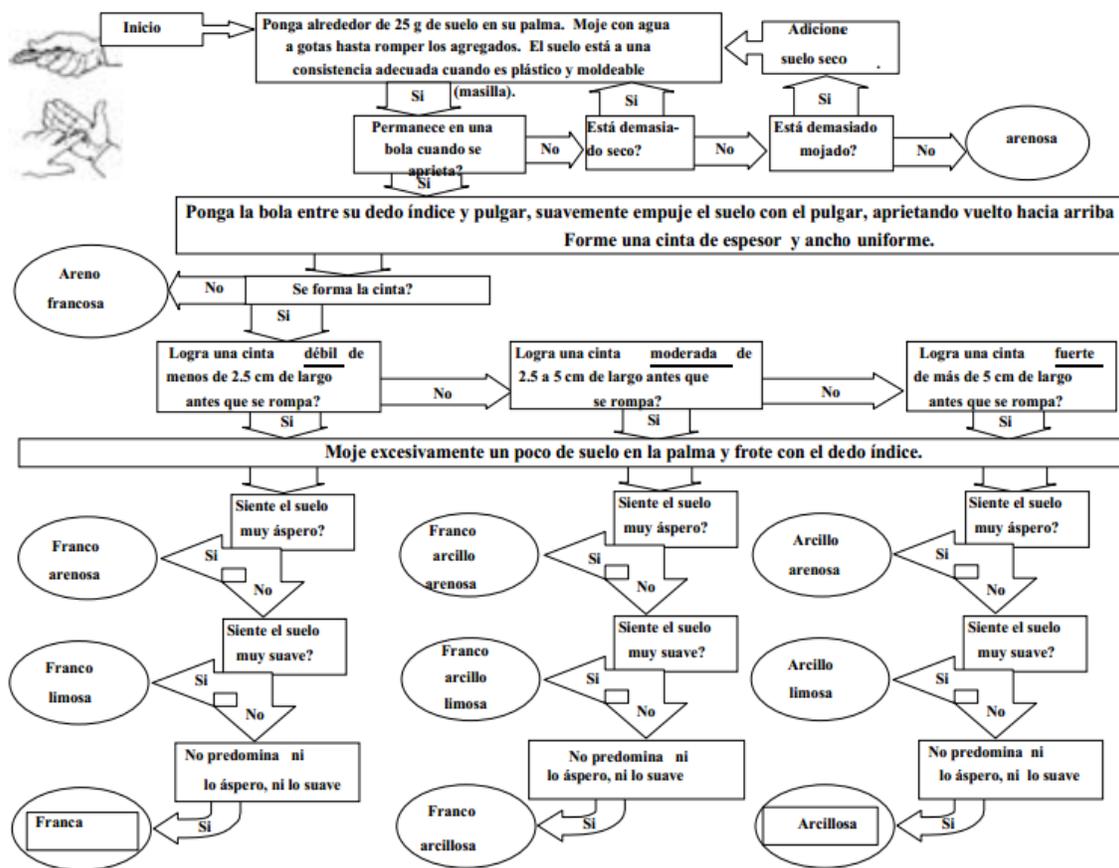
(^b): A generar mediante SIG

(^c): A generar mediante dos métodos: 1) SIG aplicando el siguiente modelo: Erodabilidad=f(pendiente promedio, longitud de la pendiente, tipo de cobertura vegetal); 2) medición directa en terreno (longitud, en metros, que presenta erosión)

(^d): ídem (^c)

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°3: Manual para determinar la textura del suelo



Fuente: Casanova et.al 2004. Universidad de Chile.

Anexo N°4: Datos estación meteorológica de Pueblo Nuevo, Temuco

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|
| 2007 | 13,00 | 59,9 | 29,1 | 129,1 | 76,7 | 138,4 | 183,6 | 143,9 | 66,8 | 61 | 30,6 | 43,5 |
| 2008 | 11,90 | 9,1 | 9,7 | 58,7 | 225,8 | 123,2 | 196,7 | 337,8 | 37,2 | 41,9 | 29,4 | 25,8 |
| 2009 | 17,20 | 36,4 | 14,3 | 62,4 | 225,7 | 203 | 95,2 | 273,6 | 72,8 | 147,2 | 101,2 | 70,7 |
| 2010 | 36,90 | 89,9 | 50,6 | 4,9 | 49,7 | 153,5 | 218,9 | 154,8 | 26,7 | 59,7 | 37,9 | 39,2 |
| 2011 | 56,10 | 35,2 | 61,7 | 121 | 93,3 | 154,2 | 104,9 | 161,5 | 75 | 45,9 | 46 | 7,5 |
| 2012 | 22,30 | 56,2 | 27,1 | 32,1 | 108 | 200 | | 67,8 | | | | |

Fuente: Dirección General de Agua (DGA), Ministerio de Obras Públicas (MOP), 2013

Anexo N°5: Estación meteorológica Maquehue

| Año | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 2007 | 14,73 | 28,45 | 13,47 | 118,86 | 86,11 | 195,08 | 172,22 | 98,55 | 64,77 | 66,52 | 22,36 | 49,04 |
| 2008 | 10,67 | 0,51 | 31,75 | 54,36 | 206,24 | 113,04 | 170,18 | 226,57 | 106,41 | 26,92 | 53,6 | 12,19 |
| 2009 | 11,68 | 43,19 | 13,97 | 57,91 | 204,98 | 90,69 | 76,72 | 183,13 | 43,44 | 51,54 | 91,46 | 57,14 |
| 2010 | 33,79 | 70,1 | 46,48 | 18,54 | 38,61 | 170,44 | 170,18 | 119,38 | 11,43 | 35,56 | 46,23 | 37,58 |
| 2011 | 43,7 | 28,85 | 39,37 | 104,88 | 117,09 | 127,26 | 116,09 | 166,39 | 112,52 | 44,18 | 45,48 | 8,38 |
| 2012 | 18,8 | 80,26 | 25,65 | 23,63 | 100,84 | 217,68 | 85,85 | 80,76 | 52,85 | 42,92 | 15,49 | 107,19 |

Fuente: Página web www.tutiempo.net

Anexo N°6: Cuestionario realizado a Don Alejandro Espinosa Sepúlveda, académico de La Universidad de La Frontera y miembro del comité asesor del predio Rucamanque (Capacidad de Manejo y Capacidad de Carga Física)

¿Cuántos recursos económicos ha invertido la UFRO para adquirir la propiedad del predio Rucamanque? (valores actualizados al 2013)

Respuesta: Para el año 1986 se pagó \$1.099.000. Para el 1 de enero del año 1986 la Unidad de fomento (UF) se valoraba en \$2.819 lo que corresponde el pago en ese entonces a 390 UF aproximadamente. En la actualidad la UF posee un valor de \$22.807 por lo cual la transformación al año 2013 corresponde a \$8.894.730.

¿Cuántos son los funcionarios con que cuenta el predio Rucamanque y qué funciones cumplen c/u de ellos?

Respuesta: 1 obrero de jornada completa que cumple la función de cuidador (Don Luciano Figueroa), 1 profesional Ingeniero Forestal (Patricio Núñez) que cumple la función de gestión predial, 2 Ingenieros Forestales que cumplen la función de apoyo y gestión predial (Patricio Pacheco y Alejandro Espinosa).

¿Se realizan patrullajes y si es así cuáles y con qué frecuencia se hacen?

Respuesta: Si se realizan con una frecuencia semanal en cada sendero.

¿Existen fiscalizaciones por parte de CONAF en relación al manejo forestal?

Respuesta: Si, debido a que existe un Plan de Manejo para la corta de árboles con fines científicos, proyecto dirigido por Don Cristian Salas, académico de la Universidad.

¿Cuál es el estado de preparación de los funcionarios del predio? (ante emergencias como incendios forestales, accidentes y otros eventos por el estilo)

Respuesta: Cuidador nociones básicas de combate de incendios forestales solamente.

Profesionales: Capacitados para el combate de incendios, no poseen capacitaciones de primeros auxilios.

¿Los funcionarios reciben algún tipo de capacitación?, y si es así ¿Cada cuánto la reciben y en qué temáticas son capacitados para enfrentar alguna eventualidad?

Respuesta: No reciben capacitación formal.

¿El predio Rucamanque posee algún horario de visitación diferenciado en época invernal y estival?

Respuesta: No tiene un horario definido, pero se atiende desde las 8^{oo} de la mañana hasta las 20 horas cuando existe algún requerimiento.

A su criterio ¿Cuál debería ser el horario de visita en época invernal y estival?

Respuesta: Época invernal desde las 10^{oo} horas hasta las 15^{oo} horas y en época estival desde las 9^{oo} de la mañana hasta las 19^{oo} horas.

¿Los funcionarios encargados del predio, poseen algún tipo de herramienta de gestión que controle el flujo de visitantes?

Respuesta: No poseen herramientas de gestión.

A su juicio, ¿qué tipo de herramientas de gestión deberían existir?

Respuesta: 1. Registro de visitantes, 2. Solicitud de ingreso, 3. Autorización de ingreso, 4. Normas de uso (Prohibiciones y lo que se permite).

¿Cada cuánto tiempo se realizan mantenciones a las instalaciones y/o senderos del predio?

Respuesta: Los senderos 2 veces al año en promedio y las instalaciones 1 vez cada 5 años.

El predio, ¿consta de mecanismo de seguridad en los senderos o en las instalaciones, para la prevención de riesgos?, si es así ¿cuáles son?

Respuesta: Pasamanos en sectores con pendientes altas, escaleras para sectores con pendientes altas y descansos para no forzar la marcha durante el sendero.

¿Qué tipo de herramientas poseen los funcionarios en caso de emergencias?

Respuesta: Posee motosierras, moto cultivador, hacha, maquina cortar pasto, desbrozadora, palas, rastrillos, bomba para fumigar y horqueta.

Los funcionarios del predio, ¿cuentan con planes específicos para controlar las distintas emergencias, como en caso de incendios forestales o la necesidad de primeros auxilios?

Respuesta: Sólo se cuenta con un Manual de Protección del predio Rucamanque ante incendios forestales.

¿Se realizan simulacros para manejar las emergencias?, y si es así ¿cada cuánto se realizan?

Respuesta: No se realizan.

¿Cuáles son las herramientas de comunicación que poseen los funcionarios dentro y fuera del predio?

Respuesta: Sólo un celular de Don Luciano Figueroa.

¿Cada cuánto tiempo reciben supervisión por parte del organismo superior (Vicerrectoría de Administración y Finanzas de la UFRO) y en qué forma?

Respuesta: Sólo una vez al año para un control presupuestario.

¿Cuál debe ser el tiempo promedio (considerando, niños, jóvenes, adultos y tercera edad) necesario para recorrer el sendero Triwe?

Respuesta: Niños 2 horas, jóvenes 1,5 horas, adultos y tercera edad 2,5 horas.

¿Cuántas veces una misma persona puede recorrer el mismo sendero en un día, en este caso el sendero Triwe (incluyendo desplazamientos y detenciones)?

Respuesta: 2 a 3 veces al día.

¿Cuál debe ser el grupo máximo de personas que deben transitar en un mismo sendero (con el fin de garantizar la calidad en la experiencia recreativa del visitante)?

Respuesta: 5 personas.

¿Cuál debería ser la distancia más adecuada entre grupos para transitar en el sendero suponiendo que la distancia entre grupos dentro del sendero se basa en supuestos?

Respuesta: Distancia de 400 metros.

Fuente: Cifuentes, 1992. Modificado por la autoría.

Anexo N°7: Cálculo de capacidad de manejo (infraestructura)

| Infraestructura | Cantidad Actual | Cantidad Optima | Relación A/B | Estado | Localización | Funcionalidad | Suma | Factor s/16 |
|----------------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------|--------------|---------------|-------|-------------|
| Caseta de control | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Centro de informaciones | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bodegas | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Letreros | 17 | 40 | 0,425 | 2 | 3 | 3 | 8,425 | 0,526 |
| Sitios de acampar | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Basureros | 3 | 5 | 0,6 | 2 | 1 | 1 | 4,6 | 0,2875 |
| Baños | 2 | 3 | 0,6 | 2 | 2 | 1 | 5,6 | 0,35 |
| Refugio | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | 0,625 |
| Casa de cuidador | 1 | 2 | 0,5 | 0 | 2 | 0 | 2,5 | 0,15 |
| Torre con estanque de agua | 1 | 2 | 0,5 | 1 | 2 | 2 | 5,5 | 0,34 |
| Promedio | 2,5 | 6,8 | 0,3625 | 1 | 1,3 | 1 | 3,66 | 0,22 |

Fuente: Cifuentes, 1992. Modificado por la autoría

Anexo N°8: Cálculo de capacidad de manejo (equipamiento)

| Equipamiento | Cantidad Actual | Cantidad Optima | Relación A/B | Estado | Localización | Funcionalidad | Suma | Factor s/16 |
|------------------------------|-----------------|-----------------|--------------|--------|--------------|---------------|------|-------------|
| Vehículos | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Radio base | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Teléfono celular | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0 | 6 | 0,375 |
| Extintores | 1 | 5 | 0,2 | 1 | 2 | 1 | 4,2 | 0,26 |
| Botiquines primeros auxilios | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,06 |
| PC o notebook | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Data show o similar | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Equipo electrógeno | 1 | 2 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GPS | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Binoculares | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Motosierras | 1 | 2 | 0,5 | 2 | 3 | 2 | 7,5 | 0,46 |
| Motocultivador | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 8 | 0,5 |
| Hacha | 1 | 5 | 0,2 | 2 | 3 | 2 | 7,2 | 0,45 |
| Maquina cortar pasto | 1 | 2 | 0,5 | 2 | 3 | 2 | 7,5 | 0,46 |
| Desbrozadora | 1 | 3 | 0,3 | 2 | 3 | 2 | 7,3 | 0,45 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------------|
| Palas | 1 | 5 | 0,2 | 2 | 3 | 2 | 7,2 | 0,45 |
| Brújula | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 2 | 7 | 0,43 |
| Clinómetro | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 2 | 7 | 0,43 |
| Huinchas de distancia | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 2 | 7 | 0,43 |
| Forcípula | 0 | 2 | 0 | 2 | 3 | 2 | 7 | 0,43 |
| Promedio | 9 | 2,2 | 0,22 | 1,1 | 1,8 | 1,1 | 4,1 | 0,25 |

Fuente: Cifuentes, 1992. Modificado por la autoría

Anexo N°9: Cálculo de capacidad de manejo (personal)

| Personal | Cantidad actual | Cantidad óptima | Relación A/B | Factor c/4 |
|-------------------|-----------------|-----------------|--------------|-------------|
| Administradores | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Asesores técnicos | 2 | 3 | 0,6 | 0,15 |
| Cuidadores | 1 | 2 | 0,5 | 0,125 |
| Promedio | 1 | 2 | 0,3 | 0,09 |

Fuente: Cifuentes, 1992. Modificado por la autoría

Anexo N° 10: Facultades y carreras de la Universidad de La Frontera

| Nombre Facultad | Nombre Carrera |
|---|---|
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Plan Común Ingeniería Civil |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Mecánica |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Industrial mención Bioprocesos |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Industrial mención informática |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Industrial mención Mecánica |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Ambiental |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Eléctrica |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Electrónica |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Matemática |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Civil Telemática |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y | Ingeniería Civil Biotecnología |

| | |
|---|---------------------------------|
| Administración | |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Licenciatura en Física Aplicada |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería en Construcción |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Informática |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Ingeniería Comercial |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Contador Público y Auditor |
| Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración | Bioquímica |
| Facultad de Medicina | Enfermería |
| Facultad de Medicina | Fonoaudiología |
| Facultad de Medicina | Kinesiología |
| Facultad de Medicina | Medicina |
| Facultad de Medicina | Nutrición y Dietética |
| Facultad de Medicina | Obstetricia y Puericultura |
| Facultad de Medicina | Tecnología Médica |
| Facultad de Medicina | Terapia Ocupacional |

| | |
|--|--|
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Pedagogía en Inglés |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Periodismo |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Sociología |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Psicología |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Trabajo Social |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Pedagogía en Castellano y Comunicación |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Pedagogía en Educación Física, Deportes y Recreación |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Pedagogía en Historia, Geografía y Educación Cívica |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Pedagogía en Ciencias m. Biología, Química o Física |
| Facultad de Educación, Ciencias Sociales y Humanidades | Pedagogía en Matemática |
| Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales | Agronomía |
| Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales | Biotecnología |
| Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales | Ingeniería en Recursos Naturales |

| | |
|-------------------------|-------------|
| Facultad de Odontología | Odontología |
| Vicerrectoría Académica | Derecho |

Fuente: UFRO, 2012.