

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA SELECCIÓN, EVALUACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SITIOS GEOLÓGICOS - CASO DE ESTUDIO ESTADO FALCÓN

Soraya Yanes¹

Forma de citar: Yanes, S. 2015. Propuesta metodológica para la selección, evaluación y conservación de sitios geológicos – caso de estudio estado Falcón. Boletín de Geología, 37 (2): 107-124.

RESUMEN

El presente trabajo consistió en la aplicación de una metodología (modificada de Bruschi, 2007) para la selección, evaluación y conservación de Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón. Constituye un aporte al conocimiento de la geodiversidad de la región falconiana, conocida solamente por las investigaciones científicas sobre su estratigrafía, paleontología, tectónica entre otras, pero no por la delimitación de sitios con potencial interés para la Geología. Gracias al apoyo de expertos de diferentes disciplinas geológicas con conocimiento del estado Falcón, se obtuvo un listado de 28 sitios en Falcón que fueron sujetos a evaluación mediante procedimientos directos e indirectos para el cálculo del Valor del Sitio de Interés Geológico. Los primeros permitieron totalizar las puntuaciones de los sitios dadas por los expertos y ponderar la cantidad de sitios en función de las veces que éstos fueron citados; con el procedimiento indirecto o paramétrico, se consideraron además de las puntuaciones de los sitios las variables (criterios) que calificaron al sitio y se utilizó Análisis Factorial. También se propusieron alternativas para conservar y preservar los Sitios de Interés Geológico. Al comparar ambos procedimientos, se observó que existe bastante grado de coincidencia, sin embargo, es aconsejable el uso del método paramétrico por ser más confiable y objetivo.

Palabras clave: geodiversidad, Falcón, sitio de interés geológico, evaluación directa o no paramétrica, evaluación paramétrica, geoconservación.

PROPOSED METHODOLOGY FOR SELECTION, EVALUATION AND CONSERVATION OF GEOLOGICAL SITES –FALCON STATE CASE STUDY

ABSTRACT

This paper consisted of the implementation of a methodology (modified from Bruschi, 2007) for the selection, evaluation and conservation of sites of geological interest in Falcón State. It is a contribution to the knowledge about the variety of the Falcón region, known only by scientific research on its stratigraphy, paleontology, tectonics among others, but not by the delimitation of sites with potential interest for Geology. Thanks to the support of experts from different geological disciplines with knowledge about Falcón State, a list of 28 sites in Falcón that were subject to evaluation through direct and indirect procedures to calculate the Value of Site of Geological Interest was obtained. The first allowed to totalize the scores of the sites given by experts and assess the amount of sites depending on the amount of times they were cited; with the indirect or parametric procedure, the variables (criteria) that rated the site were considered in addition to site scores and Factorial Analysis was used. Also alternatives were given for the conservation and preservation of sites of geological interest. When comparing both procedures, it was evidenced that there is a high coincidence degree, however, it is advisable to use the parametric method as it is more reliable and objective.

Keywords: geodiversity, Falcón, site of geological interest, direct assessment or nonparametric, geoconservation.

¹ Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), Venezuela. Teléfonos: 58-273-28-62/63; Celular: 0414-0243384. Correo electrónico: sorayayanes@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

Venezuela, es un país mega diverso en cuanto a sus recursos naturales, diversidad ésta que ha sido valorada hasta ahora, desde el punto de vista conservacionista, únicamente en el ámbito biológico, no así en el geológico, permitiendo la protección y preservación de especies de flora y fauna, asociadas a la conservación de cuencas hidrográficas y espacios naturales protegidos, como son los Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna Silvestre, Reservas de Biósfera, Reservas Forestales y otras. Dentro de estos espacios protegidos, no existe como tal un tratamiento especial que considere a la geología de un área como zonas dignas de ser preservadas.

En este sentido, siendo Venezuela un país con una geología muy variada (González de Juana, *et al.*, 1980; PDVSA, 2010), cuya historia geológica ha estado sometida a una geodinámica muy activa (Audemard, 1998) que ha conllevado a la configuración de un conjunto de geofomas, afloramientos y de sitios de gran interés para la Ciencias de la Tierra, es importante resaltar la condición de lo geológico desde la perspectiva de la preservación (UNESCO, 1972) y no tan sólo de lo económico, visto que ello contribuirá al uso racional de estas áreas para la investigación, educación e incluso el turismo sustentable. Ciertos rasgos geomorfológicos, como tepuyes, morros y sierras, e hidrogeológicos, entre los que cabe mencionar las aguas termales, las reservas hídricas, entre otros, contienen al atributo geológico como característica fundamental, aún cuando esto no es reconocido de manera consciente.

Otros rasgos característicos de este tipo no están protegidos, como por ejemplo los estratotipos de unidades litoestratigráficas y las estructuras geológicas mayores, lo que hace indispensable el que se disponga de un inventario de aquellos sitios que por sus cualidades merecen ser considerados como sitios de interés geológico.

La importancia de la conservación del “patrimonio geológico”, fue destacada por primera vez en 1997 en la Conferencia General de la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la cual aprobó la iniciativa de promover una Red Global de Geositos que tienen rasgos geológicos especiales (UNESCO, 1999) y en el año 2000 la UNESCO contó con la factibilidad del “Programa de Geoparques” (UNESCO, 2000).

En virtud de esto, debido a las innumerables investigaciones y trabajos realizados en el estado Falcón

(FIGURA 1) y dada la rica geodiversidad encontrada, en el cual se pueden apreciar desde grandes zonas de plegamientos y deformaciones de la corteza (Bezada, *et al.*, 2008), importantes acumulaciones sedimentarias que configuran diferentes formaciones geológicas, depositación de restos fósiles variados, áreas de salinas, fuentes hidrotermales, dunas y paleodunas, presencia de rocas de tipo volcánico, y áreas de cuevas, cavernas y haitones, entre otros; se escogió a este estado para evaluar aquellos sitios que pudieran ser considerados de potencial interés para la geología, bajo una serie de criterios que se mencionarán a lo largo de esta investigación.

TEORÍA Y/O MÉTODOS

Para este estudio se aplicó una metodología modificada de la versión desarrollada por Bruschi (2007), por ser ésta la que más se ajustaba a las características del mismo y que básicamente recopilaba muchas de las investigaciones anteriores efectuadas por otros autores (Carcavilla, 2006; Bruschi and Cendrero, 2005; Cendrero, 2000; y Gray, 2005, entre otros). De este modo, se reunió a ocho (8) expertos de diversas ramas de la geología que conocieran acerca del estado Falcón y se les solicitó su contribución mediante la aplicación de tres (3) encuestas, las cuales debían completar, enviándose cada una de ellas en forma consecutiva. Sin embargo, cabe resaltar que de ese grupo sólo cinco (5) llegaron al final del estudio (encuesta 3) y respondieron la totalidad de las encuestas.

La primera encuesta (TABLA 1), tenía por objeto que los expertos, basados en su vasta experiencia profesional y/o conocimiento de la zona de estudio, elaboraran una lista de sitios que podrían ser seleccionados como potenciales de interés geológico, conforme a los aspectos que contempla la geodiversidad, como: paleogeografía, litología, edad geológica, etc. Igualmente debían ordenar tales sitios de acuerdo a su importancia en una escala del 1 al 10 (valor más importante es el 1 y el menos importante el 10). En esta encuesta contribuyeron los ocho expertos que contribuyeron al comienzo de la investigación.

En la segunda encuesta (TABLA 2), los especialistas (siete de los ocho que inicialmente participaron), debían mencionar, identificar y ordenar, siguiendo un orden jerárquico de importancia de 1° a 5° orden (1° más importante y 5° menos importante), los criterios que a su juicio influyeron en la identificación, selección y valoración de los sitios de interés geológico indicados en la primera encuesta, es decir,

que sirvieron de fundamento para catalogar los sitios como de importancia geológica. Para ello, se les facilitó la labor a los encuestados proporcionándole un listado de criterios de acuerdo a su valor intrínseco (mérito científico), su relación con la potencialidad de uso (utilidad social) y a la necesidad de protección del sitio geológico (necesidad y/o urgencia de actuar), criterios éstos basados en lo establecido por Cendrero (2000, citado en Bruschi, 2007). La primera y segunda encuesta representaron encuestas pilotos cualitativas.

En la tercera y última encuesta, de carácter cuantitativo y sobre la cual se sustentó la metodología propuesta, se procedió a la revisión de los sitios notoriamente repetidos y a la agrupación de aquellos que formaban parte de un mismo sector, escogiendo los que en la primera encuesta ocuparon las mayores jerarquías y con esta lista se efectuó chequeo de campo a los sitios resultantes. Además, se realizó la selección efectiva de los criterios referidos por los especialistas en la segunda encuesta.



FIGURA 1. Mapa Geológico del estado Falcón (Reducido del Mapa Geológico de Venezuela). Fuente: USGS en cooperación con la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela.

TABLA 1. Encuesta N° 1. Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón a ser propuestos por los expertos de acuerdo con los aspectos de la geodiversidad.

ORDEN DE IMPORTANCIA ATRIBUIDO A CADA SITIO DE INTERÉS GEOLOGICO	ASPECTOS DE LA GEODIVERSIDAD A CONSIDERAR EN LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE INTERÉS GEOLOGICO EN EL ESTADO FALCÓN						
	Paleogeográfico	Litológico	Edad Geológica	Paleontológico	Estructural	Mineralógico	Geomorfología y Paisaje
1							Ej. Dunas de los Médanos de Coro
2							Ej. Anticlinal de La Vela
3							
4							

Fuente: Modificado de Bruschi (2007).

TABLA 2. Encuesta N° 2. Jerarquización de los criterios utilizados por los expertos en orden de importancia para la propuesta de Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón.

SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PROPUESTOS POR EXPERTOS EN EL ESTADO FALCÓN, CONSIDERANDO LOS ASPECTOS DE LA GEODIVERSIDAD	CRITERIOS EMPLEADOS Y ORDENES DE IMPORTANCIA				
	1°	2°	3°	4°	5°
Ej. Dunas de los Médanos de Coro	Ej. Abundancia/ Rareza	Ej. Accesibilidad	Ej. Estado de Conservación	Ej. Proximidad a Poblaciones	Ej. Tamaño o Extensión Superficial (m ²)
Ej. Anticlinal de La Vela	Ej. Grado de Conocimiento o investigación sobre el tema	Ej. Utilidad como Modelo para ilustrar Procesos o Buen Ejemplo de Proceso	Ej. Accesibilidad	Ej. Tamaño o Extensión Superficial (m ²)	Ej. Condiciones de Observación

Fuente: Modificado de Bruschi (2007).

Esta encuesta, a diferencia de las anteriores, se estructuró en tres partes. La primera parte (TABLA 3), tenía por objeto cuantificar mediante puntuaciones del 1 al 10 (0, no importante y 10 muy importante) los criterios utilizados para valorar los sitios de interés geológico en Falcón. En la segunda parte (TABLA 4), los expertos debían establecer puntuaciones del 1 al 10 para los sitios considerados de interés geológico en Falcón. Para la tercera parte de esta encuesta, se pidió a los especialistas que asignaran puntuaciones a cada uno de los sitios de interés geológico, de acuerdo a una lista jerarquizada de criterios discriminados por rangos o niveles de calidad, en una escala del uno (1) al tres (3) para cada criterio (TABLA 5). Una muestra de cómo se llenó esta parte de la encuesta se indica en la TABLA 6.

Posteriormente, con los datos arrojados en esta tercera encuesta se aplicaron procedimientos estadísticos directos e indirectos para el cálculo del Valor del Sitio de Interés Geológico (VSING). El método directo o no paramétrico, de tipo subjetivo, consistió en obtener el VSING a partir de la totalización de los puntajes por suma simple (sumatoria) y mediante la ponderación de la cantidad de sitios en función de las veces que fueron citados éstos, ya sea en función de la frecuencia total o real del estrato, utilizando las expresiones [A] y [B], basadas en las medias aritméticas ponderadas, ambas tomadas de Bruschi (2007):

$$VSING = \frac{\sum_{x=1}^{10} (x \times C_x)}{(N \times \%N)} \quad [A]$$

Valor del Sitio de Interés Geológico a partir de la media aritmética ponderada considerando la frecuencia total de citas de todos los expertos para todos los sitios

$$VSING = \frac{\sum_{x=1}^{10} (x \times C_x)}{(N \times \%NL)} \quad [B]$$

Valor del Sitio de Interés Geológico a partir de la media aritmética ponderada considerando la frecuencia real de citas de todos los expertos por cada uno de los sitios

donde:

VSING = Valor del Sitio de Interés Geológico

x = orden asignado a los SING por los expertos (1°-10°)

C_x = número de veces que cada SING ha sido citado en el orden x

N = número de citas de cada SING

%N = porcentaje de citas de cada SING con respecto a las citas totales

%NL = porcentaje de citas de cada SING con respecto a las citas posibles (N° de expertos que participaron en la encuesta).

Luego, se llevó a cabo el método indirecto o paramétrico que es más objetivo, porque toma en cuenta variables (criterios) que permitan la calificación del sitio según las puntuaciones del 1 al 3 dadas por los expertos por cada criterio, en cada sitio, así como los pesos de los criterios del total de criterios (puntuados del 1 al 10) y se calcularon los valores del Sitio de Interés Geológico mediante el empleo de la expresión [C], referida en Bruschi (2007):

$$VSING = \sum_{x=1}^n (c_i \times w_i) \quad [C]$$

Valor del Sitio de Interés Geológico a partir de la media aritmética ponderada según el promedio de puntuaciones de criterios de los expertos en cada sitio y el peso del criterio respecto al total de criterios

Además, se determinó el Análisis Factorial a los datos suministrados por los expertos usando el programa PASW Statistics 18 (SPSS INC., 2009), de manera

de reconocer el número de criterios que realmente explican el porcentaje total de varianza, esto es, las componentes y los criterios que definen claramente al sitio. Finalmente, se propusieron algunas alternativas para la conservación y preservación de los Sitios de Interés Geológico (geoconservación).

TABLA 3. 1ª Parte de Encuesta N° 3. Determinación de las puntuaciones en una escala del 1 al 10 asignadas a los criterios establecidos por los expertos para las propuestas de Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón.

N° DE CRITERIOS	CRITERIOS	PUNTUACIÓN
1	Ej. Abundancia/Rareza	Ej. 10
2	Ej. Accesibilidad	Ej. 9
3	Ej. Diversidad de elementos de interés presentes (mineralógico, geomorfológico, paleontológico, etc.)	Ej. 8
19		0

Fuente: Modificado de Bruschi (2007).

TABLA 4. 2ª Parte de Encuesta N° 3. Determinación de las puntuaciones en una escala del 1 al 10 asignadas a las propuestas de Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón

N° DE SITIOS	SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	PUNTUACIÓN
1	Ej. Dunas de los Médanos de Coro	Ej. 10
2	Ej. Anticlinal de La Vela	Ej. 9

Fuente: Modificado de Bruschi (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera encuesta (TABLA 1), se obtuvo una lista jerarquizada de 56 sitios de relevancia (de 1° a 10° importancia) de acuerdo a los aspectos de la geodiversidad en el estado Falcón. De éstos fueron considerados en primer orden de jerarquía o importancia para varios expertos en diferentes aspectos de la geodiversidad los siguientes: *a) Dunas de los Médanos de Coro* (geomorfológico-paisajístico); *b) Región de Urumaco, corredores paleontológicos y Formación Urumaco* (paleontológico; paleontológico y paleogeográfico) y *c) Fuente termal de Los Pílancones* (geomorfológico-paisajístico; mineralógico). Otros sitios considerados de gran interés por un solo experto en este orden fueron: *1) Cerro Chichiriviche* (paleogeográfico), *2) Secuencia*

sedimentaria de la Formación Urumaco en la quebrada El Paují (litológico), *3) Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal* (estructural), *4) Aguas termales en el río Mitare* (mineralógico), *5) Zona entre Sabaneta-Pedregal-Agua Clara* (estructural), *6) Centro de la cuenca de Falcón, zona comprendida en el valle de la Cruz de Taratara* (litológico), *7) Cabo San Román, eolianitas, falla y paisaje* (geomorfológico-paisajístico y estructural). En segunda jerarquía fueron los sitios: *1) Sierra de San Luis* (paleogeográfico; geomorfológico-paisajístico y paleogeográfico) *2) Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana* (litológico); *3) Quince (15) chimeneas y cuerpos volcánicos de la cuenca central de Falcón* (geomorfológico-paisajístico, litológico, mineralógico y paleogeográfico); *4) Sistema costero de Chichiriviche* (geomorfológico-paisajístico); *5) Salinas de Las Cumaraguas* (mineralógico); *6) Afloramientos de la quebrada El Muaco* (litológico); *7) Costas al frente de La Vela de Coro* (geomorfológico-paisajístico); *8) Aguas termales de Los Baños* (mineralógico); *9) Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal* (estructural); *10) Anticlinorio de Falcón* (geomorfológico-paisajístico, litológico y estructural) y *11) Biohermos de ostras de la Formación San Gregorio* (paleontológico).

En la segunda encuesta, los especialistas propusieron una variedad de 19 criterios para calificar los sitios propuestos, destacando en el primer orden: *a) Accesibilidad*, *b) Diversidad de Elementos de Interés presentes*, *c) Utilidad como modelo para ilustrar Procesos o Buen Ejemplo de Proceso* y *d) Abundancia/ Rareza*.

En la tercera encuesta, se evaluaron 28 (FIGURA 1) de los 56 sitios originalmente citados por los expertos, producto de la revisión de sitios repetidos y agrupación efectuada. Con los datos arrojados en esta encuesta se aplicaron los métodos directo y paramétrico, incluido el Análisis Factorial. Las TABLAS 7 y 8 indican los resultados del Valor del Sitio de Interés Geológico (VSING) para los 28 sitios, obtenidos a través del método directo, esto es, por suma simple (Σ) y de acuerdo a la frecuencia total y real del estrato, calculados mediante las expresiones [A] y [B]. En dichas tablas se puede apreciar que, los sitios de interés geológico más importantes considerados por los encuestados lo constituyen el *Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)*, la *Fuente termal de Los Pílancones* y las *Dunas de los Médanos de Coro*, mientras que los menos valorados fueron las *Eolianitas del Cabo San Román*, los *Afloramientos de la Formación Cantaure*, *Península de Paraganá*, los *Afloramientos de la Formación Punta Gavilán*, *entre Punta Gavilán y Punta Zamuro* y las *Localidades fosilíferas de las formaciones Codore y San Gregorio, río Urumaco*.

TABLA 5. Rangos o niveles de calidad del 1 al 3 para los criterios que sirven para calificar los Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón.

Código del criterio	Rango	Descripción	Código del criterio	Rango	Descripción
ABU-RAR (Abundancia-Rareza)	3	≤ 1 ejemplo en la región	FRAG (Fragilidad)	3	Lugares muy sensibles a la presencia de personas
	2	1 a 5 ejemplos de la región		2	Lugares de dimensiones reducidas que pueden sufrir deterioro por las acciones de personas
	1	> 5 ejemplos en la región		1	Lugares de dimensiones grandes y/o que sólo pueden experimentar daño a través de actividades constructivas/ extractivas
ACC (Accesibilidad)	3	Directamente desde carreteras asfaltadas	SOC-ECO (Condiciones Socioeconómicas del Entorno)	3	Ingreso Per Capita y Educación >15% por encima del promedio nacional
	2	Accesible por medio de pistas sin asfaltar		2	En el promedio nacional
	1	Acceso a pie > 50 m.		1	>15% por debajo del promedio nacional
D-ELE (Diversidad de Elementos)	3	> 5 elementos	ASOC-NAT (Asociación con Elementos Naturales)	3	Destacados paisajes y valiosa flora y fauna
	2	2 a 5 elementos		2	Destacados paisajes o valiosa flora y fauna
	1	< 2 elementos		1	Paisajes valiosos
ACT (Posibles Actividades a Realizar)	3	> 3 tipos de actividades	ASOC-RESTOS (Asociación Restos Arqueológicos)	3	Presencia arqueológica y varios tipos de otros elementos
	2	2 tipos de actividades		2	Presencia de restos arqueológicos
	1	1 tipo de actividades		1	No hay elemntos adicionales
CONO (Grado de Conocimiento)	3	Artículos en revistas nacionales e internacionales	LOCALID-TIPO (Localidad Tipo)	3	Localidad tipo formalmente reconocida
	2	Artículos en guías regionales		2	Localidad tipo referencial o secundaria
	1	No hay publicaciones		1	No se propone como localidad tipo
EJ-PROC (Buen Ejemplo de Proceso)	3	Procesos activos observables	AMENAZA (Amenaza)	3	Área con claro desarrollo urbano-industrial o proyectos para nuevas infraestructuras
	2	Procesos pasados interpretables		2	Área intermedia; proyectos de desarrollo no inmediatos, pero expectativas claras para el futuro cercano
	1	Procesos pasados de difícil interpretación		1	Área rural; no hay expectativas de desarrollo de infraestructuras urbano-industrial en un futuro próximo
OBSERV (Condiciones de Observación)	3	Sin limitaciones visuales/acceso directo	EXT-OBJ (Posibilidad de Extracción de Objetos)	3	Fósiles, muestras de minerales o rocas que pueden ser colectadas y sitios dañados
	2	Algunas limitaciones de acceso/buena visibilidad		2	Objetos que pueden ser colectados sin daños mayores a los sitios
	1	Visibilidad totalmente obtruida/acceso obstruido		1	No hay posibilidad de colección de objetos
T (Tamaño o Extensión)	3	> 10 ⁶ m ²	EDAD (Edad Geológica)	3	Mesozoico o más viejo
	2	10 ⁴ m ² - 10 ⁶ m ²		2	Pleistoceno inferior
	1	< 10 ⁴ m ²		1	Holoceno
PROX-POB (proximidad a Poblaciones)	3	> 100.000 habitantes en un radio de 25 km.	EXP-MINERA (Interés para la explotación minera)	3	Alto interés mineral y se permite el uso minero en el área
	2	10.000 - 100.000 habitantes en un radio de 25 km.		2	Área con reserva de recursos de bajo valor unitario, pero donde la cantera no es comúnmente permitida
	1	< 10.000 habitantes en un radio de 25 km.		1	No hay interés minero
EST-CONS (Estado de Conservación)	3	Bien conservado – cada elemento y rasgo visible y está bien conservado	Abundancia/Rareza = ABU-RAR; Accesibilidad = ACC; Diversidad de elementos de interés presentes (mineralógico, geomorfológico, paleontológico, etc.) = D-ELE; Posibles actividades a realizar (científicas, didácticas, coleccionismo, turísticas, recreativas y otras) = ACT; Grado de conocimiento o investigación sobre el tema = CONO; Utilidad como modelo para ilustrar procesos o buen ejemplo de proceso = EJ-PROC; Condiciones de Observación = OBSERV; Tamaño o extensión superficial = T; proximidad a poblaciones = PROX-POB; Estado de conservación = EST-CONS; Fragilidad = FRAG; Condiciones socio-económicas del entorno = SOC-ECO, Asociación con otros elemntos del medio natural = ASOC-NAT; Asociación con restos o elementos arqueológicos, históricos, artísticos o etnográficos = ASOC-RESTOS; Carácter de localidad tipo (si es reconocida, secundaria o no ha sido propuesta) LOCALID-TIPO; Amenazas actuales o potenciales = AMENAZA; Posibilidad de extracción de objetos = EXT-OBJ; Edad geológica = EDAD; Interés para la explotación minera = EXP-MINERA.		
	2	Parcialmente afectado – se distingue la morfología principal			
	1	Severamente afectado – se han perdido formas y rasgos de interés			

Fuente: Modificado de Bruschi (2007).

TABLA 6. 3ª Parte de Encuesta N° 3. Determinación de las puntuaciones en una escala del 1 al 3, de acuerdo al rango o nivel de calidad del criterio asignadas a las propuestas de Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón.

SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	CRITERIOS					
	Ej. Abundancia/ Rareza	Ej. Accesibilidad	Ej. Estado de Conservación	Ej. Proximidad a Poblaciones	Ej. Tamaño o Extensión Superficial (m ²)	
Ej. Dunas de los Médanos de Coro	Ej. 3 Ej. 2 Ej.3	Ej. 1 Ej. 1 Ej. 1	Ej. 2 Ej. 2 Ej. 2	Ej. 1 Ej. 1 Ej. 1	Ej. 3 Ej. 3 Ej. 3	
Ej. Anticlinal de La Vela	Ej. 3 Ej. 3 Ej. 3	Ej. 2 Ej. 2 Ej. 1	- Ej. 2 Ej. 2	- Ej. 2 Ej.3	Ej. 3 Ej. 1 Ej. 1	

Fuente: Modificado de Bruschi (2007).

Sin embargo, tanto en los sitios más valorados, como en los menos valorados, se distinguen pequeñas diferencias en cuanto al orden de las clasificaciones, puesto que por suma simple el *Anticlinal de La Vela* y *corrimiento frontal (pliegue de rodilla)* se ubica en la primera posición (TABLA 7), pero según las expresiones [A] y [B], se coloca en el tercer puesto (TABLA 8), subiendo los sitios *Fuente termal de Los Pilancones* y *Dunas de los Médanos de Coro* al primer y segundo puesto, respectivamente.

En lo que respecta a los datos arrojados por la segunda parte de la tercera encuesta, la TABLA 9 muestra que el criterio de mayor valoración por suma simple de puntuaciones es *Diversidad de elementos de interés presentes (mineralógico, geomorfológico, paleontológico, etc.)*, con 44 puntos, en tanto que el menor es *Condiciones socio-económicas del entorno*, con 4 puntos.

Para llevar a cabo el método paramétrico, se determinaron los promedios aproximados de las puntuaciones (del 1 al 3) otorgadas por los expertos para cada uno de los criterios en los 28 sitios (tercera parte de tercera encuesta), tal como se indica en la TABLA 10. Con estos promedios y el peso de los criterios con relación al total de criterios (TABLA 9), se calculó el Valor del Sitio de Interés Geológico para los sitios utilizando la expresión [C], tal como se indica en la TABLA 11, en la que se observa que el sitio más valorado correspondió al *Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)*, con un valor de 2,45, siguiéndole en orden decreciente los siguientes sitios: a) *Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la Península de Paraguaná* (2,42); b) *Afloramientos de la Formación Pedregoso en el cruce de la carretera Agua Clara-Pedregal con el río Mitare y aguas termales* (2,33); c) *Afloramientos de las formaciones Urumaco*

y *Socorro en la quebrada El Paují* (2,30); y d) *Parque paleontológico de Taima-Taima* (2,27). Nótese que por este método, al utilizar las ponderaciones de los criterios en cada uno de los sitios le confirió un carácter más real a la valoración que podían tener los expertos de los sitios, por lo que para el caso de las *Dunas de los Médanos de Coro* (2,06) y *Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)* (2,02), bajaron de los tres primeros lugares en los que se ubicaron en el método directo a los órdenes trece (13) y catorce (14).

Algunas diferencias entre los valores de los sitios resultantes, entre los métodos directo y paramétrico obedecen, entre otras razones a: 1) La cantidad de expertos que opinan favorablemente, es decir, el mayor porcentaje de respuestas dadas por los expertos sobre un sitio en particular, lo que permite observar la variabilidad en el orden de los sitios propuestos por los expertos. Por ejemplo 4 de los 5 expertos opinaron en los sitios *Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)*, *Capas verticales de la Formación Coro (en la playa al este de La Vela de Coro)*, *Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)* y *Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la Península de Paraguaná*, 2) Que los indicadores del nivel de calidad de cada criterio en cada sitio sean todos o la mayoría altos (nivel 3), o todos o la mayor parte bajos (nivel 1), como ocurre en el sitio *Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)*, donde los criterios *Tamaño o Extensión, Grado de Conocimiento, Diversidad de Elementos, Estado de Conservación, Buen Ejemplo de Proceso, Edad Geológica, Condiciones de Observación, Asociación con Otros Elementos del Medio Natural y Accesibilidad*, presentan altos niveles de calidad e importancia del sitio en función de sus características particulares que permiten identificarlo como el de mayor interés geológico por este método en el estado Falcón.

TABLA 7. Valor del Sitio de Interés Geológico por suma simple (Σ) y orden de puntuaciones dadas por expertos a los Sitios Geológicos propuestos en el estado Falcón.

SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	VSING SUMA (Σ)	ORDEN
Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)	39	1
Fuente termal de Los Pílancones	34	2
Dunas de los Médanos de Coro	34	3
Afloramiento de la Formación Caujarao detrás del cementerio de Carrizal	33	4
Capas verticales de la Formación Coro (en la playa al este de la Vela de Coro)	31	5
Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)	31	6
Afloramientos de la Formación Cerro Pelado al norte de Pedregal (Mina La Cuesta y carbón encendido)	29	7
Afloramientos de la Formación Pedregoso en el cruce de la carretera Agua Clara-Pedregal con el río Mitare y aguas termales	29	8
Afloramientos de la Formación La Vela en la quebrada El Muaco	29	9
Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la península de Paraguaná	28	10
Afloramientos de la Formación Urumaco en el río Urumaco	27	11
Parque paleontológico de Taima-Taima	27	12
Cataratas del río Hueque, sierra de San Luís	26	13
Afloramientos de las formaciones Coro, Caujarao y Socorro en la sección Coro-Dos Bocas (carretera Coro-Churuguara)	26	14
Cueva de la quebrada El Toro	24	15
Cuevas de la zona de Curimagua, sierra de San Luis	24	16
Salinas de Las Cumaraguas	23	17
Cerros de Mirimire, Capadare y Jacura en la carretera Mirimire-Capadare	23	18
Afloramientos de la Formación Churuguara, carretera Coro-Churuguara, norte del pueblo de Churuguara	22	19
Afloramientos de las formaciones Urumaco y Socorro en la quebrada El Paují	22	20
Chimeneas y cuerpos volcánicos en la zona central de la cuenca de Falcón	21	21
Formación Caujarao en la quebrada Cucuruchú en el sector de Taima-Taima	21	22
Afloramientos de las formaciones Guarabal y San Luís en la carretera vieja Coro-San Luis	20	23
Desembocadura del río Mitare	18	24
Eolianitas del Cabo San Román	17	25
Afloramientos de la Formación Cantaure, península de Paraguaná	15	26
Afloramientos de la Formación Punta Gavilán, entre Punta Gavilán y Punta Zamuro	13	27
Localidades fosilíferas de las formaciones Codore y San Gregorio, río Urumaco	6	28

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de 3ª encuesta.

TABLA 8. Valor del Sitio de Interés Geológico mediante las expresiones “A” y “B” y orden de puntuaciones dadas por expertos a los Sitios Geológicos propuestos en el estado Falcón.

SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	VSING “A”	VSING “B”	ORDEN
Fuente termal de Los Pilacones	0,612	0,031	1
Dunas de los Médanos de Coro	0,612	0,031	2
Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)	0,627	0,032	3
Afloramientos de la Formación Urumaco en el río Urumaco	0,653	0,033	4
Parque paleontológico de Taima-Taima	0,653	0,033	5
Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)	0,796	0,04	6
Afloramiento de la Formación Caujarao detrás del cementerio de Carrizal	0,862	0,044	7
Afloramientos de la Formación Cerro Pelado al norte de Pedregal (Mina La Cuesta y carbón encendido)	0,918	0,046	8
Afloramientos de la Formación Pedregoso en el cruce de la carretera Agua Clara-Pedregal con el río Mitare y aguas termales	0,918	0,046	9
Afloramientos de la Formación La Vela en la quebrada El Muaco	0,918	0,046	10
Capas verticales de la Formación Coro (en la playa al este de la Vela de Coro)	0,94	0,048	11
Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la península de Paraguaná	0,98	0,05	12
Cueva de la quebrada El Toro	0,98	0,05	13
Cuevas de la zona de Curimagua, sierra de San Luis	0,98	0,05	14
Cataratas del río Hueque, sierra de San Luis	1,102	0,056	15
Afloramientos de las formaciones Coro, Caujarao y Socorro en la sección Coro-Dos Bocas (carretera Coro- Churuguara)	1,102	0,056	16
Afloramientos de las formaciones Urumaco y Socorro en la quebrada El Paují	1,197	0,061	17
Salinas de Las Cumaraguas	1,286	0,065	18
Cerros de Mirimire, Capadare y Jacura en la carretera Mirimire-Capadare	1,286	0,065	19
Chimeneas y cuerpos volcánicos en la zona central de la cuenca de Falcón	1,306	0,066	20
Formación Caujarao en la quebrada Cucuruchú en el sector de Taima-Taima	1,306	0,066	21
Afloramientos de la Formación Churuguara, carretera Coro-Churuguara, norte del pueblo de Churuguara	1,347	0,068	22
Afloramientos de las formaciones Guarabal y San Luis en la carretera vieja Coro-San Luis	1,415	0,072	23
Desembocadura del río Mitare	1,633	0,083	24
Afloramientos de la Formación Cantaure, península de Paraguaná	1,715	0,087	25
Eolianitas del Cabo San Román	1,742	0,088	26
Afloramientos de la Formación Punta Gavilán, entre Punta Gavilán y Punta Zamuro	2,205	0,225	27
Localidades fosilíferas de las formaciones Codore y San Gregorio, río Urumaco	4,901	0,25	28

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de 3ª encuesta.

TABLA 9. Puntuaciones dadas por expertos a los Criterios de Valoración de Sitios Geológicos propuestos por expertos en el estado Falcón y pesos de criterios.

CRITERIOS	PUNTUACIONES DE CADA CRITERIO POR EXPERTO					SUMA	PESO
	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Ex 4	Ex 5		
Diversidad de elementos de interés presentes (mineralógico, geomorfológico, paleontológico, etc.)	8	10	8	10	8	44	0,0871
Posibles actividades a realizar (científicas, didácticas, coleccionismo, turísticas, recreativas y otras)	7	9	10	10	7	43	0,0851
Utilidad como modelo para ilustrar procesos o buen ejemplo de proceso	5	7	10	10	10	42	0,0831
Abundancia/Rareza	10		10	10	10	40	0,0792
Fragilidad	2	6	10	10	7	35	0,0693
Condiciones de Observación		7	10	8	9	34	0,0673
Carácter de localidad tipo (si es reconocida, secundaria o no ha sido propuesta)	3	8	5	8	8	32	0,0633
Estado de conservación	2		10	10	9	31	0,0613
Amenazas actuales o potenciales		4	10	9	8	31	0,0613
Accesibilidad	6	5	5	8	5	29	0,0574
Grado de conocimiento o investigación sobre el tema	2	9	5	10		26	0,0514
Asociación con restos o elementos arqueológicos, históricos, artísticos o etnográficos		8		8	5	21	0,0415
Asociación con otros elementos del medio natural			5	9	6	20	0,0396
Tamaño o extensión superficial	4	6		7		17	0,0336
Posibilidad de extracción de objetos			8	9		17	0,0336
Proximidad a poblaciones	1	3	4	3	5	16	0,0316
Edad geológica			6	8		14	0,0277
Interés para la explotación minera	3	4	2			9	0,0178
Condiciones socio-económicas del entorno	2			2		4	0,0079
TOTAL						505	0,9991

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de 3ª encuesta.

Para complementar la evaluación paramétrica, se efectuó el cálculo del Valor del Sitio de Interés Geológico a través del método estadístico Análisis Factorial (AF), utilizando para ello el programa PASW Statistics 18, a fin de tratar de identificar los criterios verdaderamente importantes y determinar sus pesos correspondientes. Con la aplicación de este programa, los datos arrojados por la matriz de correlación de los criterios (TABLA 12) destacan como los más resaltantes: *Posibles Actividades a Realizar (ACT)* y *Diversidad de Elementos (D-ELE)*, con una correlación de 0,542; *Buen Ejemplo de Proceso (EJ-PROC)* y *ACT*, con un valor de 0,487; *EJ-PROC* y *D-ELE*, con una correlación de 0,40; y *EJ-PROC* y *Abundancia/Rareza (ABU-RAR)*, con una correlación de 0,340.

En la TABLA 13, se muestra la Matriz de la Varianza Total Explicada en la que por el método de extracción de los componentes principales se puede reducir la cantidad de criterios y extraer aquellos que impliquen una mayor variabilidad en función del porcentaje (%) de varianza, quedando únicamente los criterios que tengan mayor variabilidad, que son los primeros cuatro (4) componentes.

De acuerdo a lo anterior, el componente 1 explica el mayor porcentaje de la varianza total (45,873%), es decir, es el que más explica la variabilidad de los criterios y sucesivamente los otros tres componentes explican cada vez menos la varianza total (los componentes 2, 3 y 4 explican el 25,623 %, el 19,029 % y el 9,475 %, respectivamente). El resto de los quince (15) componentes (o criterios) no tienen ninguna significación en la explicación.

TABLA 10. Promedios de puntuaciones dadas por expertos a los Sitios Geológicos propuestos en el estado Falcón, de acuerdo al nivel de calidad de cada criterio por sitio.

SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PROPUESTOS POR EXPERTOS EN EL ESTADO FALCÓN	CRITERIOS																		
	Abundancia/ Rareza	Tamaño o Extensión	Grado de Conocimiento	Diversidad de Elementos	Estado de Conservación	Buen Ejemplo de Proceso	Edad Geológica	Condiciones de Observación	Carácter de Localidad Tipo	Asociación con Otros Elementos del Medio Natural	Asociación con Restos o Elementos Arqueológicos	Proximidad a Poblaciones	Accesibilidad	Posibles Actividades a Realizar	Condiciones Socioeconómicas del Entorno	Posibilidad de Extracción de Objetos	Amenazas Actuales o Potenciales	Fragilidad	Interés para la explotación minera
Fuente termal de Los Pilacones	3	1	2	2	3	3	3	1	1	3	3	1	1	1	2	1	1	2	1
Dunas de los Médanos de Coro	2	3	1	2	2	3	3	3	3	3	2	2	1	2	2	1	1	1	1
Eolianitas del Cabo San Román	2	2	2	2	2	2	3	3	1	3	3	1	1	3	2	2	1	2	1
Chimeneas y cuerpos volcánicos en la zona central de la cuenca de Falcón	2	1	3	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1
Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	2	1	2	2	1	1
Capas verticales de la Formación Coro en la playa al este de la Vela de Coro	2	1	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	1
Cataratas del Hueque, sierra de San Luis	3	2	1	2	2	3	3	2	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Cuevas de la zona de Curimagua, sierra de San Luis	2	2	1	2	3	2	2	1	2	3	3	1	2	1	1	1	3	2	2
Afloramientos de las formaciones Guarabal y San Luis en la carretera vieja Coro-San Luis	2	3	2	2	3	1	3	1	2	3	1	1	1	3	3	3	2	3	3
Afloramientos de la Formación Churuguara, carretera Coro-Churuguara, norte del pueblo de Churuguara	2	3	2	2	2	2	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2	1	1
Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)	2	1	2	3	3	2	2	3	2	3	1	2	2	2	2	1	2	2	1
Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la península de Paraguaná	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	1	1	3	2	3	1	3	3	3
Desembocadura del río Mitare	3	1	1	2	2	3	2	2	1	3	3	1	2	1	1	1	1	1	2
Cerros de Mirimire, Capadare y Jacura en la carretera Mirimire-Capadare	2	2	2	2	3	2	3	3	1	3	1	2	1	1	1	2	2	2	2
Afloramientos de la Formación Pedregoso en el cruce de la carretera Agua Clara-Pedregal con el río Mitare y aguas termales	3	1	2	3	3	2	3	2	1	3	2	1	3	1	3	1	3	2	1
Afloramientos de las formaciones Coro, Caujarao y Socorro en la sección Coro-Dos Bocas (carretera Coro- Churuguara)	2	3	2	3	3	2	3	2	3	3	1	2	2	1	2	2	2	2	2
Afloramientos de las formaciones Urumaco y Socorro en la quebrada El Paují	3	1	3	3	3	2	3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	3	2	1
Afloramientos de la Formación La Vela en la quebrada El Muaco	2	1	3	3	3	2	3	2	3	3	1	2	1	2	3	1	2	2	1
Afloramientos de la Formación Urumaco en el río Urumaco	3	1	2	2	3	2									3	2	3	2	
Cueva de la Quebrada El Toro	2	1	2	2	3	2	3	2	1	3	2	1	3	1	1	1	2	1	1
Afloramientos de la Formación Cerro Pelado al norte de Pedregal (Mina La Cuesta y carbón encendido)	3	1	3	2	3	2	3	2	1	3	2	1	2		1	3	2	3	
Formación Caujarao en la quebrada Cucuruchú en el sector de Taima-Taima	2	1	3	3	2	2	3	3	3	3	1	2	1	2	3	1	3	2	1
Parque paleontológico de Taima-Taima	3	2	2	2	3	2	3	1	3	3	3	2	2	2	3	1	1	2	1
Salinas de Las Cumaraguas	2	3	1	2	2	3	3	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
Localidades fosilíferas de las formaciones Codore y San Gregorio, río Urumaco																			
Afloramientos de la Formación Cantaure, península de Paraguaná	3	1	1	2	3	2				2	2				3	1	3	2	
Afloramientos de la Formación Punta Gavilán entre Punta Gavilán y Punta Zamuro	3	1	1	2	3	2				2					3			2	
Afloramiento de la Formación Caujarao detrás del cementerio de Carrizal	2	3	2	2	3	1	2	1	3	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de 3ª encuesta.

TABLA 11. Valor del Sitio de Interés Geológico mediante la expresión “C” y orden de puntuaciones dadas por expertos a los Sitios Geológicos propuestos en el estado Falcón.

SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PROPUESTOS POR EXPERTOS EN EL ESTADO FALCÓN	TOTAL (VSING) “C”	Orden
Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)	2,4553	1
Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la península de Paraguaná	2,4234	2
Afloramientos de la Formación Pedregoso en el cruce de la carretera Agua Clara-Pedregal con el río Mitare y aguas termales	2,3326	3
Afloramientos de las formaciones Urumaco y Socorro en la quebrada El Paují	2,3048	4
Parque paleontológico de Taima-Taima	2,2753	5
Afloramientos de las formaciones Coro, Caujarao y Socorro en la sección Coro-Dos Bocas (carretera Coro- Churuguara)	2,2415	6
Fuente termal de Los Pílancones	2,2238	7
Eolianitas del Cabo San Román	2,2118	8
Formación Caujarao en la quebrada Cucuruchú en el sector de Taima-Taima	2,2157	9
Afloramientos de la Formación La Vela en la quebrada El Muaco	2,1999	10
Afloramientos de las formaciones Guarabal y San Luis en la carretera vieja Coro-San Luis	2,1662	11
Afloramientos de la Formación Cerro Pelado al norte de Pedregal (Mina La Cuesta y carbón encendido)	2,0992	12
Dunas de los Médanos de Coro	2,0654	13
Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)	2,0238	14
Chimeneas y cuerpos volcánicos en la zona central de la cuenca de Falcón	2,0061	15
Cuevas de la zona de Curimagua, sierra de San Luis	1,9902	16
Salinas de Las Cumaraguas	1,9784	17
Desembocadura del río Mitare	1,9508	18
Capas verticales de la Formación Coro en la playa al este de La Vela de Coro	1,9349	19
Cueva de la quebrada El Toro	1,933	20
Cataratas del Hueque, sierra de San Luis	1,9191	21
Afloramientos de la Formación Churuguara, carretera Coro-Churuguara, norte del pueblo de Churuguara	1,8795	22
Cerros de Mirimire, Capadare y Jacura en la cerca de la carretera Mirimire-Capadare	1,8637	23
Afloramientos de la Formación Caujarao detrás del cementerio de Carrizal	1,654	24
Afloramientos de la Formación Cantaure, península de Paraguaná	1,5097	25
Afloramientos de la Formación Urumaco en el río Urumaco	1,3969	26
Afloramientos de la Formación Punta Gavilán entre Punta Gavilán y Punta Zamuro	1,209	27
Localidades fosilíferas de las formaciones Codore y San Gregorio, río Urumaco	0	28

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de 3ª encuesta.

TABLA 12. Matriz de correlaciones de criterios principales del Análisis Factorial (con PASW Statistics 18).

Criterio	D-ELE	ACT	EJ-PROC	ABU-RAR
D-ELE	1	0,542	0,40	-0,612
ACT	0,542	1	0,487	-0,147
EJ-PROC	0,40	0,487	1	0,340
ABU-RAR	-0,612	-0,147	0,340	1

TABLA 13. Matriz de Varianza Total Explicada del Análisis Factorial (con PASW Statistics 18).

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	8,716	45,873	45,873	8,716	45,873	45,873	6,276	33,033	33,033
2	4,868	25,623	71,496	4,868	25,623	71,496	4,519	23,786	56,818
3	3,615	19,029	90,525	3,615	19,029	90,525	4,225	22,234	79,053
4	1,800	9,475	100,000	1,800	9,475	100,000	3,980	20,947	100,000
5	7,382E-16	3,885E-15	100,000						
6	4,523E-16	2,381E-15	100,000						
7	3,086E-16	1,624E-15	100,000						
8	2,809E-16	1,479E-15	100,000						
9	2,304E-16	1,212E-15	100,000						
10	1,676E-16	8,823E-16	100,000						
11	8,669E-17	4,563E-16	100,000						
12	3,763E-17	1,981E-16	100,000						
13	3,549E-18	1,868E-17	100,000						
14	-3,374E-17	-1,776E-16	100,000						
15	-1,186E-16	-6,245E-16	100,000						
16	-2,078E-16	-1,094E-15	100,000						
17	-2,787E-16	-1,467E-15	100,000						
18	-3,811E-16	-2,006E-15	100,000						
19	-4,336E-16	-2,282E-15	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

La Matriz de Componentes Rotados (TABLA 14), consiste en rotar los ejes de referencia de los factores para lograr un patrón de factores más simple y significativo y así reducir la complejidad de la matriz factorial, maximizando las varianzas de los factores. En la TABLA 14, la componente 1 corresponde al criterio *EJ-PROC*, cuyo valor es 0,821, siendo el mayor

valor de los cuatro (4) criterios que explican el mayor porcentaje de varianza total explicada; la componente 2, el criterio *ACT*, 0,959; la componente 3, el criterio *D-ELE*, 0,910; y la componente 4, el criterio *ABU-RAR*, 0,354. La rotación de los componentes busca ajustar la explicación del Sitio de Interés Geológico en función del promedio más alto.

TABLA 14. Matriz de Componentes Rotados resultantes del Análisis Factorial (con PASW Statistics 18).

	Componente			
	1	2	3	4
ACT	0,064	0,959	0,265	-0,078
D-ELE	-0,133	0,339	0,910	0,197
EJ-PROC	0,821	0,391	0,105	-0,402
ABU-RAR	0,666	0,012	-0,656	0,354
EST-CONS	0,894	0,368	-0,235	-0,097
AMENAZA	0,729	0,536	0,071	-0,420
ACC	0,364	0,303	0,300	0,828
OBSERV	0,548	0,431	0,243	-0,674
FRAG	0,599	0,710	0,194	-0,315
LOCALID-TIPO	0,425	-0,004	0,836	-0,347
CONO	0,185	0,693	0,673	0,184
ASOC-RESTOS	0,186	-0,012	0,982	-0,019
PROX-POB	0,632	0,026	0,113	-0,766
ASOC-NAT	0,928	0,347	0,119	0,069
TAMAÑO	-0,308	0,182	0,699	0,619
EXT-OBJ	0,444	0,878	-0,062	0,170
EDAD	0,471	0,849	0,010	0,238
EXP-MINERA	-0,994	0,024	-0,019	-0,109
SOC-ECO	0,046	0,026	-0,036	0,998

Método de extracción: Análisis de componentes principales
Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser
a. La rotación ha convergido en nueve iteraciones.

De los valores de los mejores componentes de la rotación (TABLA 14) y del porcentaje de las varianzas de las saturaciones al cuadrado de la rotación de los componentes 1, 2, 3 y 4 de la TABLA 13, se obtienen los pesos de los nuevos criterios resultantes del Análisis Factorial que se indican en la TABLA 15.

Al aplicar la expresión [C], tomando en cuenta el promedio de las puntuaciones de los criterios de la TABLA 10 y los pesos nuevos de los criterios que resultaron del Análisis Factorial (TABLA 15), y al ordenarlos de mayor a menor puntaje, se obtienen los valores de las TABLA 16, resultantes del aporte que hacen aquellos criterios más relevantes dentro del análisis y que realmente tienen incidencia al momento en que los expertos califican un Sitio de Interés Geológico en el estado Falcón. Se puede

distinguir que el sitio *Afloramientos de las formaciones Urumaco y Socorro en la quebrada El Paují*, representa el de mayor valor, tomando en cuenta los pesos de los cuatro criterios de la TABLA 15, con un valor de 2,67; es decir considerando sólo estos criterios, pasó de un cuarto lugar en el cálculo del VSING [C], a un primer lugar; en tanto que la *Fuente termal de Los Pilancones* que ocupaba el séptimo puesto (VSING [C]) pasó al segundo lugar como en la valoración por suma simple. De igual manera, el *Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)*, que en el VSING [C], se mantenía en la posición uno alcanza con el Análisis Factorial la tercera posición. El *Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)* que en la valoración directa por suma simple (Σ) ocupó el primer sitio de interés (Tabla N° 7) y luego llegó al lugar tres al ser calculado mediante las expresiones [A] y [B] (Tabla N° 8); en la valoración paramétrica decayó al puesto catorce calculando el VSING [C], y por AF sube al lugar doce (TABLA 16).

En cuanto a las medidas para la conservación de los Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón, dependerán de factores tales como: la complejidad del sitio, el grado de preservación del mismo, acceso, factores climáticos, impactos generados sobre el entorno del sitio geológico y otros. Sin embargo, a través de un minucioso estudio científico de estos sitios, mediante programas educativos orientados a la población en los diferentes niveles, local, estatal y nacional, y bajo la ejecución de políticas enfocadas en el geoturismo, puede lograrse el desarrollo sostenible regional. Los beneficios que se logran al despertar la conciencia de las personas sobre la relevancia que muchos lugares naturales tienen como testigos de la evolución de nuestro planeta, son tener un mayor conocimiento, y por tanto, una mayor valoración del territorio del país por parte del público en general. También es necesario plantear un marco legal que permita la conservación de los Sitios de Interés Geológico en su totalidad, como patrimonio geológico o monumentos naturales, con el fin de que establecer un registro del pasado geológico inmediato y remoto del estado Falcón y del país en general, así como la definición de instituciones u organismos encargados de velar por la protección de los mismos.

TABLA 15. Resultados de 3era encuesta. Criterios nuevos resultantes del Análisis Factorial y pesos de los componentes (con PASW Statistics 18).

Nuevos Criterios	Sigla	Componente	Varianza total explicada para el componente y Peso
Buen Ejemplo de Proceso	EJ-PROC	1	33,033/100,00 = 0,33
Posibles Actividades a Realizar	ACT	2	23,786/100,00 = 0,24
Diversidad de Elementos	D-ELE	3	22,234/100,00 = 0,22
Abundancia/ Rareza	ABU-RAR	4	20,947/100,00 = 0,21

TABLA 16. Valor de Sitios de Interés Geológico según el promedio de puntuaciones otorgadas por expertos (nivel de calidad de cada criterio) y los pesos de los nuevos criterios obtenidos por AF y orden de puntuaciones dadas por expertos a los Sitios Geológicos propuestos en el estado Falcón.

SITIOS DE INTERÉS GEOLÓGICO PROPUESTOS POR EXPERTOS EN EL ESTADO FALCÓN	VSING AF	Orden
Afloramientos de las formaciones Urumaco y Socorro en la quebrada El Pauji	2,67	1
Fuente termal de Los Pilacones	2,54	2
Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)	2,46	3
Afloramientos de la Formación La Vela en la quebrada El Muaco	2,46	4
Formación Caujarao en la quebrada Cucuruchú en el sector de Taima-Taima	2,46	5
Chimeneas y cuerpos volcánicos en la zona central de la cuenca de Falcón	2,46	6
Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la península de Paraguaná	2,45	7
Afloramientos de la Formación Pedregoso en el cruce de la carretera Agua Clara-Pedregal con el río Mítare y aguas termales	2,45	8
Afloramientos de la Formación Cerro Pelado al norte de Pedregal (Mina La Cuesta y carbón encendido)	2,43	9
Cataratas del Hueque, sierra de San Luis	2,32	10
Desembocadura del río Mítare	2,32	11
Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)	2,24	12
Afloramientos de las formaciones Coro, Caujarao y Socorro en la sección Coro-Dos Bocas (carretera Coro- Churuguara)	2,24	13
Parque paleontológico de Taima-Taima	2,21	14
Dunas de los Médanos de Coro	2,11	15
Salinas de Las Cumaraguas	2,11	16
Capas verticales de la Formación Coro en la playa al este de La Vela de Coro	2,00	17
Cerros de Mirimire, Capadare y Jacura en la carretera Mirimire-Capadare	2,00	18
Cueva de la quebrada El Toro	2,00	19
Eolianitas del Cabo San Román	2,00	20
Cuevas de la zona de Curimagua, sierra de San Luis	1,78	21
Afloramientos de las formaciones Guarabal y San Luis en la carretera vieja Coro-San Luis	1,67	22
Afloramiento de la Formación Caujarao detrás del cementerio de Carrizal	1,67	23
Afloramientos de la Formación Urumaco en el río Urumaco	1,55	24
Afloramientos de la Formación Cantaure, península de Paraguaná	1,33	25
Afloramientos de la Formación Punta Gavilán entre Punta Gavilán y Punta Zamuro	1,33	26
Afloramientos de la Formación Churuguara, carretera Coro-Churuguara, norte del pueblo de Churuguara	1,14	27
Localidades fosilíferas de las formaciones Codore y San Gregorio, río Urumaco	0	28

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de 3ª encuesta.

Aún cuando los sitios de interés geológico en el estado Falcón propuestos por los expertos, no han sido caracterizados a partir del llenado de una ficha de inventario que contenga los datos relevantes de los mismos, muchos de ellos han sido suficientemente estudiados por diferentes investigadores. No obstante, para poder resguardar estas áreas de futuras afectaciones por actividades económicas, como explotación comercial por parte de la población local

(por ejemplo el caso de extracción de sal de las *Salinas de Las Cumaraguas*, de carbón de la *Mina de Carbón La Cuesta* y de arena de algunos ríos, en los que se localizan importantes afloramientos ricos además en fósiles, como los de la *Formación Urumaco*) o por obras de infraestructuras como vías, es necesario que se lleve a cabo un Proyecto para la Conservación de Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón. Dicho proyecto debe ser realizado entre los entes gubernamentales

con competencia en la materia, tales como el Instituto de Geología y Minería (INGEOMIN), el Instituto de Patrimonio Cultural (IPC), el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MINAMB), Gobernación del estado Falcón, Alcaldías, universidades, entre otros y organismos no gubernamentales, y como primer paso del mismo se enfocaría en el llenado de las fichas de inventario (FIGURA 2), cuyo contenido podría incluir, por ejemplo, aspectos como los señalados en la ficha elaborada por Kum y López (2007) para la caracterización de los sitios de interés geológico, empleando para ello a un equipo interdisciplinario. Una vez completado el llenado de las fichas, es indispensable la verificación en campo de los sitios, de modo de corroborar el estado actual de preservación de los mismos y evaluar las posibles medidas preventivas o mitigantes en los casos que lo ameriten, las cuales dependerán de las cualidades del sitio descrito. En forma paralela, se deben establecer normativas que complementen lo establecido en la Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural (Gaceta Oficial N° 4.623 Extraordinario de la República de Venezuela de fecha 03-10-1993) ya que sólo hace referencia a las áreas paleontológicas.

Una ventaja de ciertos sitios propuestos por los expertos, es que se encuentran al presente amparados bajo la figura de Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), lo que indudablemente contribuye a la mayor protección de éstos, como por ejemplo: el *Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)*, en el Parque Nacional Morrocoy; las *Dunas de Los Médanos de Coro*, en el Parque Nacional Médanos de Coro; las *Cataratas del Hueque, Sierra de San Luis* y los *Afloramientos de las formaciones Guarabal y San Luís en la carretera vieja Coro-San Luis*, en la poligonal y adyacencias del Parque Nacional Juan Crisóstomo Falcón en la Sierra de San Luis; la *Cueva de la quebrada El Toro* en el Parque Nacional Cueva de la Quebrada El Toro; y *Cerros Santa Ana, El Rodeo y la Fila de Tausabana, Mesa de Cocodite, Granodiorita de El Amparo en la Península de Paraguaná*, donde el Cerro Santa Ana constituye el Monumento Natural Cerro Santa Ana. Todas estas ABRAE poseen un Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso (PORU) que involucran la variable geológica o paleontológica.

Otros sitios están al resguardo de otras instituciones del Estado, como el caso del Parque Paleontológico Taima-Taima, administrado por el IPC y los *Afloramientos de la Formación Urumaco en el río Urumaco* en los que muchos de los restos de fósiles han sido recuperados por

el Museo Paleontológico de Urumaco (administrado por la Universidad Simón Bolívar).

La protección de los Sitios de Interés Geológico es una labor que debe ser llevada a cabo no solo desde el nivel nacional en conjunción con los organismo internacionales, también debe involucrar a la población regional y local, con el respaldo de las comunidades. De esta manera, mediante la ejecución de programas de gran contenido científico, educativo y geoturístico, destinados a la conservación de estos espacios, implementados con los actores locales, las sociedades pueden comprender mejor los fenómenos geológicos que ocurren en su entorno, es decir, los procesos tectónicos o de sismicidad, sedimentarios, aluvionales, depósitos y formas de modelado litorales, yacimientos minerales y paleontológicos, entre otros, entendiendo los procesos que le dan vida a nuestro planeta, y así lograr una convivencia más armónica con la naturaleza.

CONCLUSIONES

La metodología permitió seleccionar sitios de alta connotación geológica y discernir las diferencias encontradas en la fase de evaluación entre los procedimientos directo y paramétrico (indirecto), en cuanto a la calidad de cada uno de los sitios, mediante jerarquías de valor y de parámetros o variables, como la frecuencia en la nominación de sitios y la discriminación de criterios por sitios.

Las variaciones en los resultados obtenidos en la valoración directa por suma simple y por medias ponderadas VSG [A] y [B], se debe a que las ponderaciones sobre la frecuencia total y la real del estrato sinceran las puntuaciones en la valoración del Sitio de Interés Geológico al ajustarlos a la realidad. Ej: *Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)*.

Los procedimientos paramétricos (indirectos) son más minuciosos, complicados y largos, sin embargo, ayudan a delimitar claramente los criterios usados en la evaluación y sus niveles de jerarquía, lo que se traduce en una mayor transparencia, claridad y objetividad. Estos son adecuados para evaluar y establecer escalas de calidad para los Sitios de Interés Geológico.

La ventaja del Análisis Factorial es que permite contrastar el grado de incidencia que tiene cada criterio en cada uno de los sitios, lo que reduce el error experimental efectivo, constituyendo una herramienta analítica principal de una investigación.

FICHA DEL INVENTARIO DE PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	
1. Nombre del sitio:	Tierras Malas (<i>Bad Lands</i>) de Halahuevo
2. Id:	NE-10-021
3. Ubicación:	Punta Halahuevo, costa sur central de la isla.
4. Vías de acceso:	Por embarcación. Caminando hacia el sur, partiendo desde la ensenada de Charagato.
5. Interés geológico:	Geomorfológico, estratigráfico, mineralógico
6. Descripción:	Son formas de relieve suave y uniforme, típicas de áreas desérticas con escasas lluvias, en rocas pobremente consolidadas y relativamente uniformes en cuanto a su resistencia a los procesos erosivos tales como el agua o viento. Estas pequeñas elevaciones redondeadas, de color marrón amarillento, presentan en su superficie un característico patrón poligonal perteneciente a una estructura típica de estos ambientes: grietas de desecación, las cuales se producen por la evaporación del agua de los poros de esos sedimentos. Este paisaje representa la sedimentación, levantamiento y erosión reciente de la isla. Abarcan un área aproximada de 16000 m ² . Rellenando el patrón reticular de fracturas, se encuentra yeso fibroso.
7. Grado de preservación y riesgos:	Los relieves de tierras malas son relativamente recientes y serán borrados en un futuro geológico. Están muy bien preservados, presentan algo de basura en la costa debido a la corriente. No se conocen riesgos
8. Posible actuación:	Llegada en bote desde la zona de las cabeceras, parada para conocer este relieve, explicaciones sencillas sobre este proceso y toma de muestras de "Jabón de piedra" para un baño en la tarde con este material usado por los pescadores antiguamente.
9. Relación con la comunidad:	Se extrae la arcilla para utilizarla como jabón, conocida por la comunidad como <i>jabón de piedra</i> , también es tomado el yeso encontrado en las grietas de los "bad lands" para hacer masilla, que se mezcla con aceite de linaza y/o pintura para rellenar las juntas de los peñeros. En otros sitios similares donde se hallan tierras malas como en la punta Zapato Alcatraz, los jóvenes se lanzaban con carapachos de tortuga por los cerritos de arcillas.
10. Fotografía	



FIGURA 2. Ficha de Inventario de Puntos de Interés Geológico de Kum y López (2007).

Del conjunto de los 19 criterios de evaluación utilizados en la investigación, los que se consideran más importantes por parte del grupo de expertos son: *Buen Ejemplo de Proceso*, *Posibles Actividades a Realizar*, *Diversidad de Elementos* y *Abundancia/ Rareza*. Los

criterios restantes no contribuyen de manera apreciable a la calidad de la clasificación. Esto demuestra que, para lograr una mayor eficiencia en el proceso de evaluación de los Sitios de Interés Geológico, sin reducir de manera significativa su calidad pero simplificando el desarrollo del procedimiento de evaluación, es aconsejable utilizar un método paramétrico en el que se reconozca la contribución de dichas variables o criterios.

En general, los Sitios Interés Geológico que a grandes rasgos resultaron con mayores valoraciones para todo el estudio efectuado, a partir de los procedimientos empleados, son los siguientes: 1) *Afloramientos de las formaciones Urumaco y Socorro en la quebrada El Paují*, 2) *Fuente termal de Los Pilacones*, 3) *Sistema costero de Chichiriviche (cerro Chichiriviche, Ensenada, Cayos, Golfete)*, 4) *Anticlinal de La Vela y corrimiento frontal (pliegue de rodilla)*, 5) *Dunas de los Médanos de Coro*, 6) *Afloramientos de la Formación Pedregoso en el cruce de la carretera Agua Clara-Pedregal con el río Mitare y aguas termales*, 7) *Capas verticales de la Formación Coro, en la playa al este de La Vela de Coro* y 8) *Afloramientos de la Formación Cerro Pelado al norte de Pedregal (Mina La Cuesta y carbón encendido)*. Por el contrario, los menos valorados por los expertos fueron: 1) *Localidades fosilíferas de las formaciones Codore y San Gregorio, río Urumaco*, 2) *Afloramientos de la Formación Punta Gavilán entre Punta Gavilán y Punta Zamuro*, 3) *Afloramientos de la Formación Cantaure, Península de Paraguaná* y 4) *Afloramientos de la Formación Churuguara, carretera Coro-Churuguara, norte del pueblo de Churuguara*. El resto de sitios presentan una gran variabilidad en cuanto a su posición en las clasificaciones de ambos procedimientos.

Las clasificaciones de los Sitios de Interés Geológico del estado Falcón y la determinación de las distintos criterios que contribuyen al otorgamiento de su valor, ayudan al diseño de propuestas para la protección y valorización de los mismos, las cuales se alcanzaran mediante el aprovechamiento de los sitios desde el punto de vista científico, educativo, recreativo y para el desarrollo sustentable de las comunidades locales. Por ende, es importante efectuar un Proyecto para la Conservación de Sitios de Interés Geológico en el estado Falcón, en el que participen desde los entes gubernamentales y no gubernamentales hasta las comunidades, comenzando con la elaboración de fichas de inventario de los Sitios de Interés Geológico y posterior chequeo de campo de tales sitios, que permitan primeramente caracterizarlos para luego en función del estado de cada sitio formular propuestas atendiendo a su necesidad de atención y

tratamiento para su conservación. Afortunadamente algunos de los sitios propuestos se encuentran actualmente dentro de la poligonal de una figura de protección, ya sean Parques Nacionales y Monumentos Naturales y algunos otros son resguardados por instituciones estatales.

AGRADECIMIENTOS

A Olga Rey y los expertos encuestados: Manuel Martínez, María Díaz de Gamero, Ricardo Alezones, Sebastián Grande, Frank Audemard, Franco Urbani, Roigar López y Rodolfo Sánchez, por apoyar esta investigación.

REFERENCIAS

Audemard, F. 1998. Evolution géodynamique de la façade nord sud-Américaine: Nouveaux apports de l'histoire géologique du bassin de Falcón, Venezuela. In: Presented at the 14th Caribbean Geological Conference. 1995: Port of Spain, Trinidad, 2: 327-340.

Bezada, M., Schmitz, M., Jácome, M.I., Rodríguez, J., Audemard, F., and Izarra, C. 2008. Crustal structure in the Falcón Basin area, north western Venezuela, from seismic and gravimetric evidence. *Geodynamics*, 45: 191-200.

Bruschi, V.M., and Cendrero, A. 2005. Geosite evaluation; can we measure intangible values?. In: *Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences*, 18 (1): 293-307.

Bruschi, V.M. 2007. Desarrollo de una metodología para la caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad. Tesis doctoral. Universidad de Cantabria. 355p. Disponible: <http://84.88.13.203:8080/handle/10803/10554>.

Carcavilla, L. 2006. Patrimonio geológico y geodiversidad; investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Tesis Doctoral (inédito), Madrid.

Cendrero, A. 2000. Patrimonio Geológico; diagnóstico, clasificación y valoración- Jornadas sobre Patrimonio Geológico y Desarrollo Sostenible. Ministerio del Medio Ambiente, Serie Monografías, pp. 23-37.

González de Juana, C., Iturralde de Arozena, J.M., y Picard, X. 1980. Geología de Venezuela y sus Cuencas Petrolíferas. Tomos I y II. Ediciones Foninves, 1031p.

Gray, M. 2005. Geodiversity and Geoconservatio; What, Why, and How. *The George Wright Forum*, 22 (3): 4-12.

Kum, L., y López, R. 2007. Diseño de un geoparque en la isla de Cubagua, Estado Nueva Esparta. Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela, 117p.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura – UNESCO. 1972. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano. Estocolmo, 5 al 16 junio de 1972. Disponible: <http://www.unesco.org/water/wwap/milestones/index.shtml>.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura – UNESCO. 1999. Programa de Parques Geológicos de la UNESCO – Una nueva iniciativa para promover una Red Mundial de Parques Geológicos, con miras a la Salvaguarda y la Ordenación de Zonas que presentan Características Geológicas Especiales. Punto 3.3.4 Orden del Día Provisional. Consejo Ejecutivo ex. 156 Reunión, 156 EX/11 Rev. París, 15 de Abril de 1999. Texto original en inglés. Consultado el 19 de noviembre de 2007, <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001151/115177s.pdf>.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura – UNESCO. 2000. Estudio de Viabilidad de un Programa de la UNESCO sobre Sitios y Parques Geológicos: Informe del Director General. Consejo Ejecutivo ex. 160 Reunión, 160 EX/10. París, 18 de Agosto de 2000. Texto original en inglés. Disponible:<http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001203/120350S.pdf>.

Petróleos de Venezuela – PDVSA. 2010. Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela. Consultado el 17 de febrero de 2010,<http://www.pdvsa.com/lexico/lexicoh.htm>; <http://www.pdvsa.com/lexico/a8w.htm>.

República de Venezuela. 1993. Ley de Protección y Defensa del Patrimonio Cultural. Gaceta Oficial N° 4.623 Extraordinario de la República de Venezuela de fecha 3 de Septiembre de 1993.

SPSS INC. 2009. Software PASW Statistics 18.

Trabajo recibido: marzo 29 de 2012
Trabajo aceptado: octubre 31 de 2014