

Los depósitos de turba en Chile y sus perspectivas de utilización

Arturo Hauser

Servicio Nacional de Geología y Minería, Casilla 10465, Santiago, Chile

RESUMEN

En Chile se han detectado extensos depósitos de turba. Su distribución alcanza máximo desarrollo en la llamada 'Patagonia chilena' de las Regiones XI y XII, al sur de la latitud 42°S. En ellas, como resultado de la intensa actividad glacial cuaternaria prevalecieron peculiares ambientes climáticos, morfológicos, geológicos y vegetacionales que resultaron favorables al desarrollo de abundantes comunidades vegetacionales con predominio de musgos del género *Sphagnum* (*magellanicum* y *fuscus*), comúnmente asociados a valiosas acumulaciones de turba, generada por una lenta y progresiva descomposición de restos vegetales. Actualmente, en Chile existen dos yacimientos de turba en explotación próximos a la ciudad de Punta Arenas. Los niveles de extracción se sitúan en el rango de los 30.000 a 35.000 m³ anuales. La totalidad de la producción magallánica (Región XII) se utiliza en el cultivo de champiñones y en viveros de árboles frutales y flores en la zona central de Chile. Las turbas magallánicas tienen contenidos de humedad natural entre 90% y 95%; pH entre 4.0 y 4.3; cenizas entre 0.5% y 4.1%; conductividad entre 0,03 y 0,05 mS/cm. El contenido energético medio de estas turbas molidas, con 30% de humedad, es de 3.24 G Joule/m³ ó 9,4 M Joule/kg. Estudios preliminares permiten establecer que las reservas explotables serían de 15.400x10⁶ m³, cubriendo un área de 10.400 km². Se estima que en el próximo futuro, las actividades extractivas de turba en Chile, deberían experimentar un sostenido incremento, y constituirse en una atractiva alternativa de sustento laboral para el medio rural en las regiones patagónicas.

Palabras claves: Turba, Recursos no metálicos, Geología cuaternaria, Regiones XI y XII, Chile.

ABSTRACT

Peatland deposits in Chile and their potential exploitation. Extensive peatlands have been detected in Chile. Their maximum distribution corresponds to the territory known as 'Chilean Patagonia' (XI and XII Regions, south of latitude 42°S), where peculiar climatic, morphologic, geologic and vegetational environments were developed as a result of intense Quaternary glacial activity. This favoured the development of vegetational communities with predominance of *Sphagnum* genus, usually associated to valuable peat deposits, generated from slow and progressive decomposition of organic matter. Presently, there are two peat operations at work, both located near Punta Arenas. The whole of the magellanic peat production is used for champignon, fruit and flower nurseries, on two small farms located in Central Chile. The magellanic peats have natural humidity contents ranging between 90% and 95%; pH between 4.0 and 4.3; ash content between 0.5% and 4.1%; conductivity between 0.03 and 0.05 mS/cm. The energy content of ground peat with 30% of humidity, has values of 3.24 G Joule/m³ or 9.4 M Joule/kg. At present there is no rigorous estimate of Chile's peat reserves. They could be estimated in 15,400x10⁶ m³, considering an area of 10,400 km² and an average thickness of 1.5 m for the deposits. Future peat harvesting industry in Chile should undergo a steady growth over the next decade, emerging as a significant source of rural labour.

Key words: Peat, Non metallic resources, Quaternary geology, Regions XI and XII, Chile.

INTRODUCCION

Conceptualmente, el término turba debe ser entendido como un sedimento natural de tipo fitógeno, poroso, no consolidado, constituido por materia orgánica parcialmente descompuesta, acumulado en un ambiente saturado de agua. El concepto de turbera se asigna a un depósito de turba con un espesor de, al menos, 30 cm.

En Chile, al igual que en numerosos países boreales del hemisferio norte, se han detectado extensos depósitos de turba. Yudelevich y Castro Le Forte (1996, p. 172), consignaron que C. Darwin hacia el año 1834, describió la presencia de turba en la Isla de Tierra del Fuego. La cita, muy probablemente, constituiría la primera evidencia documental al reconocimiento de este recurso en el país. No debe ser desatendido el hecho que el explorador provenía de un país donde estos materiales alcanzan amplia distribución, y que durante el siglo pasado fue objeto de intensa explotación como fuente energética.

Su distribución alcanza máximo desarrollo en el territorio correspondiente a la llamada 'Patagonia chilena' (Regiones XI y XII, 46°S), y donde prevalecen, en la actualidad, especiales ambientes climáticos, morfológicos, geológicos, hidrológicos y vegetacionales.

En la Región XII, las primeras explotaciones de turba fueron realizadas a partir de fines del siglo pasado por inmigrantes llegados desde Europa: ingleses, galeses, escoceses, alemanes y yugoslavos, quienes tras instalarse en la zona, se dedicaron a las actividades ganaderas y mineras. Los escoceses, muy especialmente, expertos conocedores de las bondades energéticas del recurso, no tardaron en reconocer su presencia en numerosos lugares de las extensas estepas magallánicas, dedicadas a la crianza de ovejas y ganado. Las primeras extracciones, a nivel artesanal, fueron destinadas a combustible, en zonas donde el recurso leña era muy escaso: sector central y oriental de la isla de Tierra del Fuego, como fuente de energía motriz para activar dragas en la explotación de algunos placeres auríferos y a accionar equipos destinados a la esquila de ovejas. A partir del descubrimiento del petróleo en la isla de Tierra del Fuego, ocurrido en 1945, y el término hacia fines de la década del 50 de

la actividad ganadera a nivel de latifundio, declinó el interés por continuar con esta actividad.

Hacia mediados de la década de los 80, el conocimiento de atractivas nuevas aplicaciones para la turba, incentivaron la búsqueda y conocimiento del recurso, en la Región XII. Producto de esta actividad, se identificaron extensos depósitos de turba, consignando su localización geográfica, ambientes genéticos, características físico-químicas, reservas y potencial energético (ENAP, 1995)¹, Wiedman, 1982, y Winkelmann, 1960)².

Campañas de exploración respaldadas tanto por entidades estatales del gobierno central y regional, así como por privadas, lograron la identificación preliminar de, al menos, 9 turberas, con reservas estimadas hacia el año 1994 en aproximadamente $82,3 \times 10^6$ de m³ de turba explotable (ENAP, *op. cit.*)

Positivas evaluaciones económicas, respaldadas en efectivas demandas del recurso turba para satisfacer nuevas aplicaciones nacionales, como fertilizante y moderador de suelos en horticultura, viveros de árboles frutales y flores y en cultivos de champiñones, incentivaron la puesta en marcha de dos yacimientos, localizados en torno a la ciudad de Punta Arenas. El rigor climático de la zona, condiciona una explotación de temporada, limitada a los meses de octubre a abril. Los niveles de extracción se sitúan en alrededor de 30.000-35.000 m³ por temporada, proporcionando trabajo a aproximadamente 30 personas.

El conocimiento de nuevos usos para el recurso turba en Chile (aislante térmico y acústico, tratamiento de aguas residuales, capacidad filtrante, poder absorbente), unido a la incorporación de modernas técnicas de extracción, secado, envasado y transporte, incrementando los actuales márgenes de comercialización, suponen para el mediano plazo, un gradual y sostenido incremento en el interés por desarrollar nuevas explotaciones del recurso turba en Chile; ya sea mediante un sostenido aumento en la producción de los yacimientos actualmente en explotación, como por la puesta en operación de nuevas faenas extractivas. En relación con esta alternativa, los recursos identificados en la Región XI, aún poco conocidos, ofrecerían un atractivo potencial económico.

¹ 1995. Informes internos (Inédito). Empresa Nacional del Petróleo (ENAP).

² 1960. Informe pericial: Investigación de los yacimientos de turba en la Provincia de Magallanes. Informe inédito. Secretaría Regional de Planificación y Coordinación (SERPLAC), 95 p. Punta Arenas.

MARCO CLIMATICO PATAGONICO

La zona patagónica chilena, presenta clima frío, influenciado por su proximidad al territorio antártico; el régimen de lluvias y los persistentes y helados vientos, están controlados por la orografía regional. Las características climáticas del territorio patagó-

nico chileno, en términos de precipitación media anual y temperaturas medias anuales, para el período 1951-1981, se presentan en la tabla 1 (Dirección General de Aguas, 1987).

TABLA 1. CARACTERIZACION CLIMATICA EN ALGUNAS ESTACIONES METEOROLOGICAS UBICADAS EN LA ZONA PATAGONICA CHILENA.

Estación ¹	Altura m s.n.m.	Precipitación media anual en mm	Temperatura media en °C
A. Colhaique	343	1.190	8,2
B. Puerto Aisén	10	2.802	8,9
C. Cochrane	100	708	7,7
D. San Pedro	22	4.294	8,8
E. Bahía Felix	5	4.255	
F. Isla Guarelo	5	711	
G. Faro Evangelistas	58	2.469	6,5
H. Punta Arenas	20	422	6,2
I. Puerto Williams	10	574	5,2

¹Las respectivas ubicaciones se presentan en la figura 1.

CATASTRO DE TURBERAS EN CHILE

En la actualidad, se dispone de la siguiente información en cuanto a la localización. La información actualmente disponible respecto a la localización de turberas y de reservas del recurso turba en Chile, se señala en la figura 1 y tabla 2.

REGION XII

En la región magallánica, un alto porcentaje de las turberas identificadas corresponden al tipo domo, cojín, elevadas o altas, 'raised peat bogs', en la terminología de Maltby y Proctor (1996) 'pompomales', en nuestra terminología patagónica. Este tipo de turberas se alimentan, casi exclusivamente, de aguas provenientes de precipitaciones (ombrotáficas), en situación de crear su propio régimen hidrológico, por lo tanto, desvinculadas de las aguas basales con mayores concentraciones minerales

(minerotróficas). Los ambientes más propicios para su desarrollo, corresponden a modelados glaciales, constituidos por lomajes suaves, acompañados de abundantes estructuras depresionarias, límnicas, intermorrenicas, marginales a lagos, lagunas o marmitas ('kettle holes'), labradas en rocas graníticas y metamórficas paleozoicas, en zonas con altas tasas de precipitación, 800-1.500 mm/año. Su pH se sitúa en el rango de 4,0-4,3, con escasos elementos nutritivos, situación que ejerce una acción selectiva respecto de plantas poco exigentes, con dominio del género *Sphagnum*, las que acompañadas de otras plantas típicas como *Eriophorum*, *Drosera* y *Molinia*, son las principales creadoras de este tipo de turbas, resultando un producto de color amarillento, que en la zona magallánica reciben el nombre de turba 'rubia'.

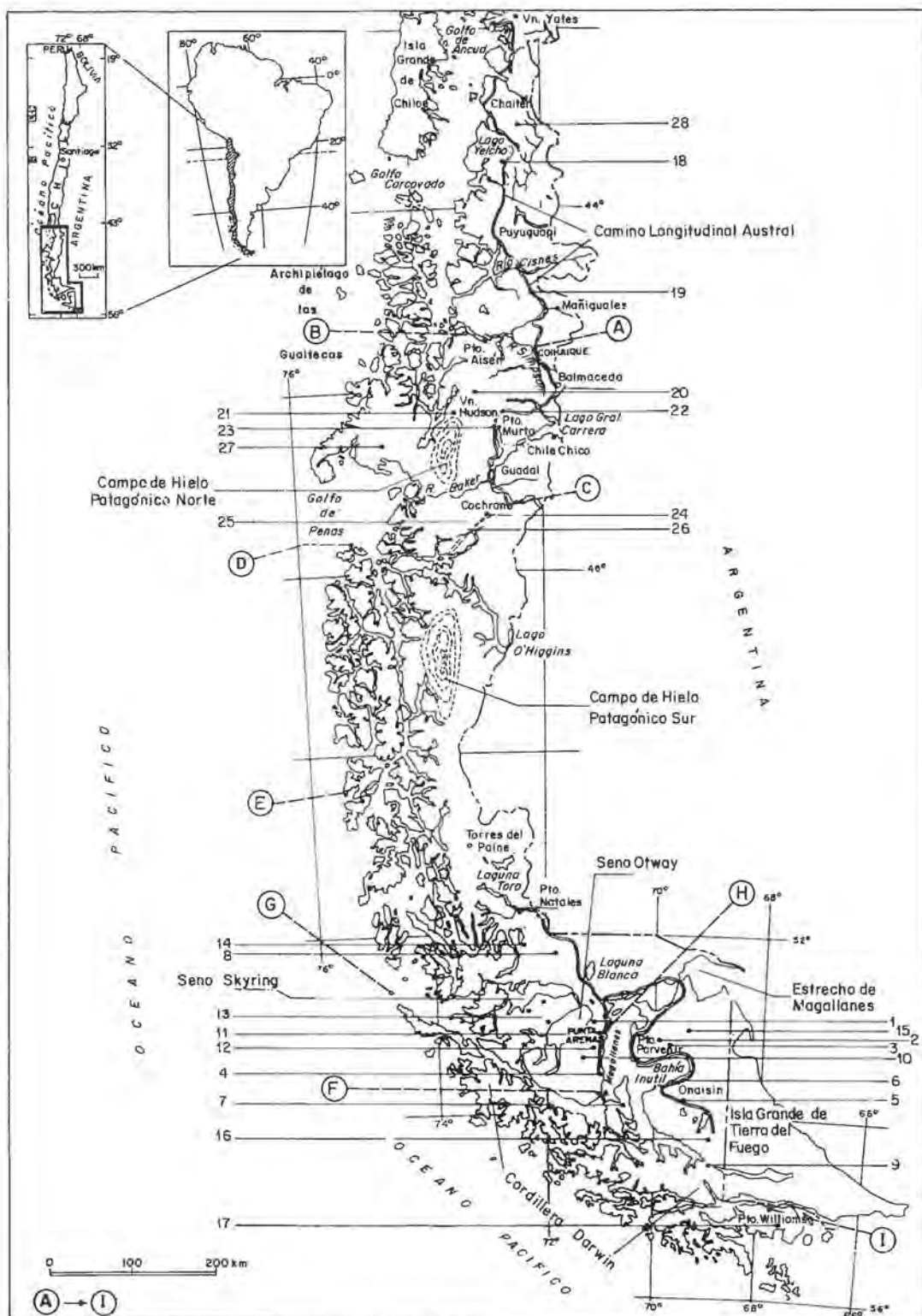


FIG. 1. Localización de turberas chilenas en las Regiones XI y XII. 1- Seno Otway; 2- Altos del Boquerón; 3- Lago Baquedano y Estancia Discordia; 4- San Juan; 5- Cameron-Río Grande; 6- Río Torcido; 7- Isla Dawson; 8- Río Rubens; 9- Almirantazgo; 10- Laguna Parrillar (1); 11- Club Andino (2); 12- Agua Fresca-Leña Dura; 13- Isla Riesco; 14- Lago Anibal Pinto; 15- China Creek; 16- Pampa Rasmussen; 17- Isla Navarino; 18- Cuesta Moraga; 19- La Zaranda-Lago Pedro Aguirre Cerda; 20- Valle río Huemules; 21- Valle Río Exploradores; 22- Sector Becerra-Cajón-Cotré; 23- Valle Río Murta; 24- Valle Río Los Nadis; 25- Lago Vargas; 26- Sector Santo Domingo; 27- Lago Elena; 28- Michinmahuida.

TABLA 2. PRINCIPALES TURBERAS UBICADAS EN LA REGION XII.

Localización	Reservas estimadas con humedad natural (m³)
1. Seno Otway	500.000
2. Altos del Boquerón	200.000
3. Lago Baquedano y Estancia Discordia	15.000.000
4. San Juan	13.000.000
5. Cameron-Río Grande	19.000.000
6. Río Torcido	15.000.000
7. Isla Dawson	11.000.000
8. Río Rubens	Sin evaluación
9. Almirantazgo	Sin evaluación
10. Laguna Parrillar ¹	3.100.000
11. Club Andino ²	1.500.000
12. Agua Fresca-Leña Dura	4.000.000
13. Isla Riesco	Sin evaluación
14. Lago Aníbal Pinto	Sin evaluación
15. China Creek	Sin evaluación
16. Pampa Rasmussen	Sin evaluación
17. Isla Navarino	Sin evaluación
	82.300.000 m³

¹ En explotación por 'Turbera Austral S.A.(Nature Farm)'.

² En explotación por 'Turbera Patagónica Peat Ltda.'.

REGION XI

En esta región, se ha detectado la presencia de extensas turberas, las que no han sido objeto de ningún tipo de evaluación. Un importante número de ellas, fueron reconocidas, en las últimas dos décadas, como resultado de exploraciones en relación con el diseño y construcción del Camino Longitudinal Austral (aproximadamente 1.400 km de extensión) (Fig. 1).

Dominan las turberas correspondientes al tipo pantano o bajas ('fen peat' en la terminología inglesa) desarrolladas sobre terrenos llanos, particularmente terrazas fluvio-aluviales, alimentadas por aguas subterráneas someras, por lo que también reciben el nombre de turberas topógenas. Este tipo de modelado se asocia a valles maduros, producto de acciones deposicionales de cursos antecesores de caudalosos ríos actuales (Yelcho, Palena, Baker, Pascua, Bravo, Ñadis). La escasa pendiente de sus respectivos ejes hidráulicos, determina la generación de cauces provistos de complejas tramas meándricas. Al limitar el efectivo escurrimiento de las aguas, condicionan la formación de ambientes mal drenados, propicios al intenso poblamiento de

especies acuáticas: juncáceas, pastos, arbustos ericáceos, determinados tipos de árboles y escaso *Sphagnum*. A nivel regional, este tipo de terrenos es denominado 'mallines', 'tepuales' o 'temontales'. Las turberas desarrolladas en este tipo de ambientes, poseen elevados contenidos de sustancias minerales o nutritivas. Sus aguas tienen abundante oxígeno, provocando una rápida descomposición de las plantas muertas; este tipo de turberas poseen pH en el rango de 4,0-7,0, y su color es negruzco. Secundariamente, en esta zona, se localizan numerosas turberas pequeñas, albergadas en depresiones circulares, originadas por acción abrasiva glacial, al actuar sobre rocas graníticas y metamórficas.

OTRAS REGIONES

Adicionalmente a los lugares anteriormente individualizados, en Chile existen otras áreas donde se han detectado turberas. En la isla de Chiloé, la deglaciación holocénica favoreció el desarrollo de pequeñas depresiones endorreicas, que albergan turbales de cierta extensión. Algunos de ellos se ubican en el extremo este de la isla de Lemuy, así como en torno a las localidades de Butalcura y

Puntra en el extremo norte de la Isla Grande de Chiloé.

Una pequeña turbera litoral o pericontinental, ha sido reconocida inmediatamente al sur de la ciudad de Los Vilos, 250 km al norte de Santiago. Allí, las últimas transgresiones marinas cuaternarias, al actuar sobre depósitos fluviales en torno a la zona de descarga de un pequeño estero, generaron una pequeña laguna con régimen parático, colonizada por una exuberante cobertura vegetal que posteriormente evolucionó a turba.

Finalmente, cabe señalar que en determinados sectores altiplánicos del norte de Chile, entre los 18 y 21°S, es posible ubicar numerosas zonas depre-sionarias, que contienen salares y lagunas en cuyas

orillas se desarrollan abundantes especies vegetales, cuya descomposición da lugar a complejos depósitos ricos en materia orgánica, por lo tanto muy afines a la turba. Se alimentan de aguas provenientes tanto de lluvias y derretimiento de nieves, como de manantiales. Se trata de terrenos elevados por sobre los 4.000 m s.n.m., donde las precipitaciones anuales fluctúan entre los 150 y 300 mm. Localmente, estos terrenos pantanosos, donde prolifera una variada vegetación altiplánica, son conocidos como 'bofedales'. Se utilizan por lugareños de origen quechua y aimara, para el pastoreo de auquénidos, así como para la extracción de materia orgánica, para desarrollar cultivos de gramíneas.

FACTORES QUE CONTROLAN LA SELECCIÓN Y PUESTA EN OPERACIÓN DE LOS YACIMIENTOS DE TURBA EN CHILE

Los siguientes factores resultan determinantes, para condicionar la explotación comercial de yacimientos de turba en Chile:

- La calidad del producto debe satisfacer las demandas del mercado: composición, textura, grado de humidificación, pH.
- La extensión del yacimiento debe garantizar su desarrollo. Normalmente, se requiere de superficies mínimas cercanas a las 50 hectáreas.
- La turba explotable debe tener espesores míni-

mos de 1,5 a 2,0 m.

- El terreno objeto de explotación debe permitir el diseño y construcción de eficientes obras de drenaje.
- El yacimiento debe localizarse próximo a adecuadas obras de infraestructura vial y escasa cobertura de árboles; debe disponer de energía eléctrica y facilidades para la contratación de mano de obra.
- Condición climática compatible con la posibilidad de realizar el secado natural de la turba.

RESERVAS

Actualmente no se cuenta con un riguroso estudio en cuanto al actual potencial de turba explotable en Chile. Laopalainen (1996, p. 281) consignó la

existencia de 10.470 km² de turberas; considerando un espesor explotable de 1,5 m se alcanza un volumen estimativo de 15.400x10⁶ m³ de turba.

ACTUALES EXPLOTACIONES Y USOS DE TURBA EN CHILE

En la actualidad, dos son los únicos lugares en Chile, donde se realizan explotaciones comerciales de turba: ambos se ubican en la Provincia de Magallanes, Región XII (Fig. 1).

1- Club Andino

Se ubica en el extremo sur-oeste de la ciudad de Punta Arenas, camino al Club Andino. La explotación por cuenta de 'Turbera Patagónica Peat Ltda.',

compromete una concesión de 50 hectáreas. La extracción de la turba se realiza mediante dos pequeños equipos mecanizados, con tecnología sueca, que permiten la extracción de bloques de 40 x 40 x 20 cm, de turba fibrosa 'rubia', a partir de un nivel superficial que se ubica entre los 1,0-1,8 m de profundidad. El término se asigna a las capas superficiales, livianas, más jóvenes y de color blanquecino

amarillento de una turbera en formación, en la que se pueden distinguir fácilmente los filamentos vegetales de su formación, con bajo poder calorífico. La explotación se desarrolla en forma secuencial, con el objeto de permitir el efectivo drenaje gravitacional del agua contenida en la turbera. El secado de los bloques es natural, mediante simple exposición al aire (Fig. 2).



FIG. 2. Bloques de turba fibrosa rubia extraída del yacimiento correspondiente al Punto 11.

El total de la producción, sin tratamiento adicional, es despachado vía marítima al puerto de Valparaíso, para ser utilizado en cultivos y viveros de flores y árboles frutales ubicados en la localidad de Hijuelas, valle del río Aconcagua, Región V.

Algunos sondeos efectuados en esta turbera, permiten establecer que bajo el nivel de turba 'rubia', se ubica una secuencia de 6,0 a 7,0 m de turba 'negra', compacta, semicarbonizada, con alto contenido de materia orgánica y arcilla. Por turba 'negra' se entiende las capas más profundas, parduscas u oscuras, maduras, pesadas, compactas, siendo muy difícil reconocer en ella, macroscópicamente, los materiales que contribuyeron a su formación, con mayor poder calorífico. Su extracción mecanizada es muy compleja, considerando limitaciones para desarrollar efectivas obras de drenaje.

2- Laguna Parrillar

Se ubica a 55 km al sur de la ciudad de Punta Arenas, Chile (Fig. 1). La explotación se efectúa por cuenta de 'Turbera Austral S.A.', cuyas actividades se iniciaron en enero de 1996, sobre una concesión de 90 hectáreas.

El sistema de explotación consigna, en primer lugar, la eliminación mecanizada de la cobertura vegetal, principalmente arbustos. Mediante un dispositivo especial de corte, montado en el extremo del brazo de una retroexcavadora, se procede a cortar y extraer turba 'rubia', ubicada en los niveles superficiales de la turbera (primeros 1,30-1,90 m). El mismo dispositivo cortador, permite retirar la cobertura superficial de la turbera (primeros 0,10-0,15 m). El equipo extrae bloques de 50,0 x 50,0 x 25,0 cm de acuerdo a un procedimiento

secuencial, destinado a facilitar el efectivo drenaje gravitacional de la turbera (Fig. 3). Los bloques, tras permanecer un tiempo a la intemperie, para facilitar la pérdida natural de humedad, se transportan a una planta de proceso y almacenamiento para la eliminación de impurezas, secado final y envasado. El

producto en su totalidad, se destina al cultivo de champiñones en un sitio ubicado en torno a la desembocadura del río Aconcagua, en la Región V del país a aproximadamente 2.500 km del punto de origen.



FIG. 3 Estructura de drenaje y bloques de turba extraída en Laguna Parrillar, Región XI (Punto 10 en Fig. 1).

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE ALGUNAS TURBAS CHILENAS

El interés por desarrollar explotaciones comerciales de algunas turbas chilenas, ha exigido la realización de ensayos físicos y químicos, destinados a conocer sus calidades, para diverso uso. La tabla 3, presenta estos resultados de acuerdo a análisis efectuados en laboratorios del Instituto de Investigaciones Tecnológicas, INTEC, en Santiago, Chile.

Determinaciones del grado de descomposición en algunas turbas magallánicas, de acuerdo al índice escandinavo de humidificación de Von Post, indican que un alto porcentaje de los niveles superficiales (1,5-2,0 m con valores de humedad cercana al 30%), corresponden al tipo H-2-H-3. El índice de

Von Post corresponde a un sistema escandinavo que valora el grado de humidificación o descomposición de la turba, de acuerdo a una escala de 1 a 10. Turbas del tipo H-1 a H-6, corresponden a turbas rubias poco descompuestas, mientras que aquéllas de los tipos H-7 a H-10, corresponden a turba negra, fuertemente descompuesta. De acuerdo con este carácter, las turbas analizadas resultan adecuadas para aplicaciones en horticultura; mayoritariamente, son del tipo 'emergentes' ('raised bogs'), con alto contenido de dos variedades de musgos del género *Sphagnum*: *fuscus* y *magellanicum*. Para estos materiales molidos se han determinado poderes energéticos del orden de 3,24 G Joule/ m³ ó 9,4 M Joule/kg.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE ALGUNAS TURBAS MAGALLANICAS.

Muestra	Humedad	pH	Ceniza	Conductividad
	%		%	mS/cm
Club Andino. 1 (11 en Fig. 2)	94,0	4.3	0,5	0,04
Club Andino. 2 (11 en Fig. 2)	91,1	4.2	2,3	0,03
San Juan.1 (4 en Fig. 1)	93,5	4.1	1,6	0,03
San Juan. 2 (4 en Fig. 1)	5,2	4.2	4,1	0,03
Tierra del Fuego. 1	90,3	4.0	2,2	0,05
Tierra del Fuego. 2	92,8	4.2	1,8	0,05

AMBIENTES GEOGRAFICOS FAVORABLES AL DESARROLLO DE TURBERAS EN CHILE

El territorio ubicado en el extremo sur del continente sudamericano, aproximadamente a partir de 42°S, conocido como 'Patagonia', en virtud de sus características geomorfológicas, climáticas, vegetacionales e historia geológica, presenta condiciones comunes a aquellos sectores donde en otros continentes, los depósitos de turba alcanzan gran desarrollo, comprobando el control latitudinal de sus yacimientos: regiones circundantes al Polo Norte en Canadá, Estados Unidos, Países Escandinavos (Suecia, Finlandia, Noruega), norte de Europa (Alemania, Dinamarca), Países de la Comunidad Británica (Irlanda, Escocia, Gales), norte de Rusia y Siberia.

La historia geológica cuaternaria, referida muy especialmente a los procesos climáticos y modeladores ocurridos a partir del Holoceno, últimos 10.000 a 12.000 a.A.P., resultaron determinantes para favorecer el desarrollo de importantes depósitos de turbas en Chile.

Los severos cambios climáticos ocurridos a nivel global a partir del término del Terciario superior, 1,8-2,0 millones de a.A.P., determinaron el inicio de un activo ciclo glacial. Como resultado de esta actividad, gran parte de la zona patagónica fue cubierta por extensos casquetes glaciales, con máximo desarrollo de elevados relieves cordilleranos localizados en torno al margen pacífico, integrados, principalmente, por rocas graníticas y metamórficas (Fig. 4). Mediante voluminosas lenguas y lóbulos del tipo piedemontano, de acuerdo a trayectorias

preferenciales oeste-este, las voluminosas masas de hielo descendieron hacia las zonas llanas vecinas al borde atlántico.

Mercer (1970) y Heusser (1960) establecieron que en la zona patagónica, el último gran avance glacial se habría registrado hacia los 4.000-4.500 a.A.P.

En numerosos sectores de nuestras actuales Regiones XI y XII, aún persisten importantes remanentes de estos primitivos campos de nieve: Campo de Hielo Patagónico Norte, 4.200 km²; Campo de Hielo Patagónico Sur, 13.000 km², Naruse y Aniya (1992) y Cordillera de Darwin (Fig. 4).

En cuanto a la zona ubicada en torno al Estrecho de Magallanes y de la Isla de Tierra del Fuego, las áreas de mayor acumulación de nieve en glaciales y ventisqueros habrían correspondido a las porciones más altas de la Cordillera de Darwin, bajo el dominio de condiciones climáticas subantárticas, con abundantes precipitaciones, afines a las actuales, estimadas en alrededor de 700-800 mm/anuales (Dirección General de Aguas, 1987). Durante el máximo glacial, muy probablemente, los lóbulos glaciales habrían cubierto gran parte de la zona circundante a los Senos Otway y Skyring, Estrecho de Magallanes e Isla de Tierra del Fuego. Los sucesivos avances glaciales, de acuerdo a frentes lobulares, determinaron el desarrollo de extensos depósitos morrénicos, mediante modalidades basales, laterales y frontales, así como de estructuras del tipo 'esker', 'kames', 'drumlins', marmitas, lagunas

de fusión, etc. El efectivo avance de los frentes glaciales tendría relación con **a-** existencia de una morfología llana, libre de llamativos accidentes topográficos, y **b-** baja capacidad de fricción de los depósitos superficiales preexistentes. Concluido el avance, los glaciales experimentaron un activo retroceso, deglaciación, a partir de aproximadamente 3.800-4.000 a.A.P. (Mercer, 1970), instante en que la turba maga lánica habría comenzado a desarrollarse. Como consecuencia de ello, la topografía glacial preexistente fue devastada y remodelada por actividad erosiva fluvial y fluvio-glacial. El producto topográfico de esta actividad, generó un modelado llano, con abundantes lomas y zonas de depresión, donde los rasgos sobresalientes corresponden a remanentes rocosos que resistieron los efectos abrasivos del avance glacial. Con el tiempo, las zonas de depresión alimentadas por sinuosos canales (producto de flujos lineales del hielo) con aguas pluviales o del derretimiento de nieve o hielos, originadas en zonas altas circundantes, dieron lugar a abundantes lagunas y lagos. En sectores, la presencia de

sedimentos finos impermeables, arcillas y limos, al limitar la percolación de las aguas y restringir el drenaje superficial, condicionaron el desarrollo de pequeñas cuencas endorreicas. En estas depresiones, especiales condiciones climáticas favorecieron el dominio de comunidades vegetacionales esteparias, musgos del género *Sphagnum* (*fuscum* y *magellanica*), en ambientes anaeróbicos, determinaron el desarrollo de importantes acumulaciones de materia orgánica; con posterioridad, evolucionaron a extensos y voluminosos turbales (Figs. 5-6). En la flora de estos ambientes de la Patagonia chilena, además de los musgos, dominan especies herbáceas, arbustivas y arbóreas; entre éstas, destacan coigüe (*Nothofagus betuloides*); ñirre (*N. antartica*) y lenga (*N. pumilio*). Esta variedad vegetal está controlada, de lugar en lugar, por el clima, altura sobre el nivel del mar y naturaleza del subsuelo. Los páramos boscosos del sur de la isla de Tierra del Fuego, favorecen el desarrollo de musgos hidrófilos, debido a que allí el terreno es más húmedo que en los parajes abiertos.

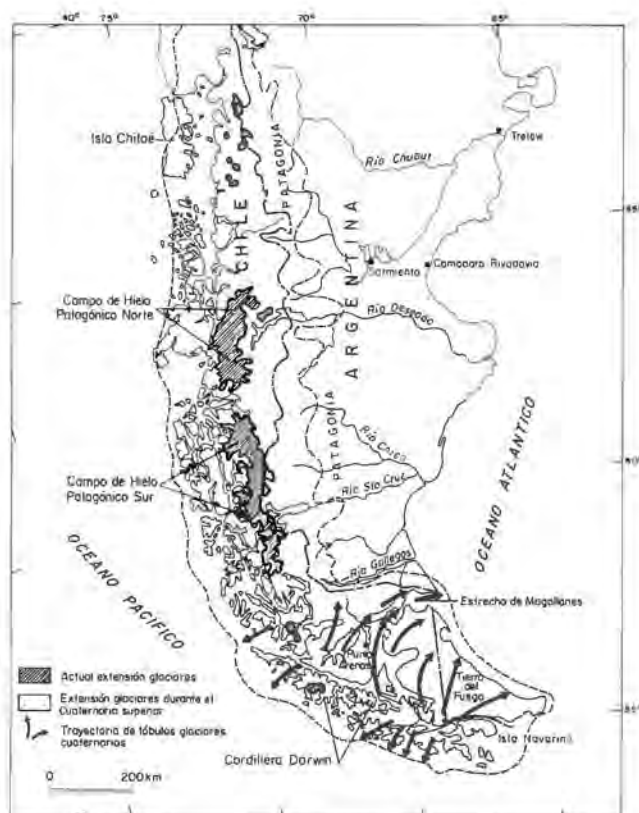


FIG. 4. Distribución del hielo actual y estimado durante las últimas glaciaciones cuaternarias, en la zona austral chilena (tomada de Flint, 1970).



FIG. 5. Turbera en torno a Laguna Parrillar. (Punto 10 en Fig. 1).



FIG. 6. Turbera en valle del río Ñadis, Región XI (Punto 24 en Fig. 1).

SITUACION LEGAL DE LA PROPIEDAD MINERA Y DE LA TURBA EN CHILE

En Chile, la turba es considerada una sustancia concesible, por lo tanto, su explotación se rige por las normativas del Código de Minería; constitu-

ye un derecho real e inmueble, distinto e independiente del dominio del medio superficial. La concesión minera se otorga previa solicitud a cualquiera

persona, nacional o extranjera, por los Tribunales de Justicia y su duración es indefinida, debiendo ser amparada, anualmente, por el pago de una patente,

cuyo monto será establecido en relación con la extensión o superficie que se ampare.

CONSIDERACIONES AMBIENTALES

El hecho que, normalmente, la explotación comercial de turba, se realiza en terrenos llanos, a expensas de depósitos superficiales, cuyos espesores no sobrepasan los 3,0 a 3,5 m, significa que las faenas extractivas exigen la intervención o alteración de extensas superficies. Tal como ocurre en otros países, nuestras zonas boreales ricas en el recurso turba, constituyen atractivos ambientes para albergar una importante diversidad de vida silvestre. Este carácter, se asocia a la presencia tanto de ambientes acuáticos, pequeñas lagunas ricas en elementos nutritivos, como de una enorme variedad de especies vegetales: arbustos, árboles, pastizales, musgos, líquenes, en situación de sustentar numerosas comunidades de animales y aves (incluyendo sitios de nidificación); en muchos casos, comprometen especies con bajos niveles de tolerancia respecto de modificaciones ambientales. En su conjunto, constituyen frágiles ecosistemas, bastante vulnerables a la intervención humana. De allí que a nivel mundial, las faenas extractivas del recurso turba, han sido objeto de fuerte rechazo por parte de las comunidades conservacionistas, cuando las actividades extractivas se han realizado con total desapego o desprecio por los impactos ambientales; éstos, normalmente, se relacionan con la necesidad de ejecutar obras de drenaje, a objeto de facilitar

las faenas extractivas. La alteración del régimen hidrológico, provoca efectos directos o indirectos sobre la biota acuática del lugar, expresada como pérdida de hábitat de vida silvestre, lugares de alimentación y nidificación; colateralmente, intervienen la generación de ruidos, emisión de material particulado, alteraciones en el carácter físico-químico de las aguas superficiales, variaciones en los caudales de punta en esteros, modificaciones de los tiempos de residencia del agua en zonas depresionarias, etc. Atendida esta singularidad, la evaluación del potencial impacto ambiental derivado de futuras nuevas actividades extractivas del recurso en Chile, deberá consignar un cabal conocimiento de la estructura y operación de los ecosistemas desarrollados en los respectivos turbales; sin excluir efectivos proyectos de relocalización de especies, procesos de revegetación, junto a la rehabilitación y recuperación de los yacimientos en condición de abandono.

Debido a que en Chile la extracción de turba corresponde a una actividad minera, los respectivos proyectos de inversión deben consignar detallados estudios de impacto ambiental, en el marco de la normativa, cuyo control corresponde a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

CONCLUSIONES

- En la zona patagónica chilena, Regiones XI y XII, se han reconocido importantes depósitos de turba, cuyas características físico-químicas, muestran marcadas afinidades con yacimientos objeto de explotación comercial en una serie de países boreales del Hemisferio Norte.
- La exitosa explotación comercial a pequeña escala de dos yacimientos de turba en la Región XII, demuestra que el aprovechamiento económico del recurso turba es perfectamente viable en términos comerciales.
- Estimaciones preliminares han detectado reservas estimadas en $15.400 \times 10^6 \text{ m}^3$ de turba explotable, localizadas en diversos sectores de las Regiones XI y XII.
- A diferencia de lo que ocurre en países del norte de Europa (Irlanda, Finlandia, Suecia, Noruega) y Norteamérica (EE.UU. y Canadá), donde un alto porcentaje de la actual producción de turba se orienta a la generación de energía, en Chile,

ella estaría en situación de satisfacer demandas hortícolas; sin excluir aplicaciones en jardinería, viveros de frutas y flores, cultivos de champiñones, tratamiento de aguas residuales, filtrante industrial, etc.

- En la actualidad, una de las principales limitaciones que restringen la explotación y comercialización de la turba en Chile, responde al desconocimiento de sus propiedades, muy particularmente en lo que se refiere a sus capacidades como fertilizante orgánico y sustrato de cultivos.
- Procedimientos o políticas para incentivar nuevas inversiones destinadas al futuro aprovechamiento comercial de las turberas patagónicas

chilenas, deberían consignar: catastro de turberas, con indicación de localización; propiedades físico-químicas, espesores explotables, reservas, modalidades de explotación, etc.

- Atendido el hecho que, a nivel mundial, la explotación de las turberas constituye una actividad catalogada como 'ambientalmente depredadora', el eventual futuro aprovechamiento de este recurso en Chile, deberá efectuarse con respaldo de rigurosos estudios de impacto ambiental; se deberá prestar particular atención a procedimientos de mitigación y renaturalización, destinados a la protección y conservación de los ecosistemas desarrollados en torno a las turberas.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Sociedad Carl Duisberg (CDG); al 'Federal Institute for Geosciences and Natural Resources' (GBR) y al 'Geological Survey of Lower Saxony' (NLfB), de la República Federal de Alemania, por su total apoyo para asistir al 10th Workshop on Peat, celebrado en la ciudad de Bremen, entre los días 28 de mayo y 14 de junio de 1996. Sus agradecimientos se hacen extensivos a los Sres. B. Bergmann y A. Mella (ENAP-Punta Arenas), tanto por proporcionar valiosa información respecto del recurso turba en la zona de Magallanes, como por colaborar en la edición del presente docu-

mento. La Sra. O. González y el Sr. F. Morales (SERNAGEOMIN), realizaron con gran dedicación las figuras. Los colegas, Sres. J. Corvalán[†], F. Hervé, N. Muñoz (Sipetrol S.A.) y C. Bello (SERNAGEOMIN) leyeron críticamente la versión preliminar del presente documento, proporcionando valiosas sugerencias que contribuyeron decisivamente a mejorar su contenido final. La Srta. M.P. Salgado y la Sra. S. Villar colaboraron efectivamente en la transcripción y diagramación de los manuscritos, respectivamente.

REFERENCIAS

- Dirección General de Aguas. 1987. Balance Hídrico de Chile. *Ministerio de Obras Públicas*, 59 p. Santiago.
- Flint, F.R. 1970. Glacial and Quaternary geology. *John Wiley and Sons*, 892 p. New York.
- Heusser, C.J. 1960. Late Pleistocene Environments of North Pacific North America. *American Geographic Society, Special Publication*, No. 35, 306 p.
- Lappalainen, E. 1996. Global Peat Resources. *International Peat Society. UNESCO/Geological Survey of Finland*, 358 p. Finland.
- Maltby, E.; Proctor, M.C.F. 1996. Peatlands: their nature and role in biosphere. *Global Peat Resources. International Peat Society. UNESCO/Geological Survey of Finland*, p.13-19.
- Mercer, J.H. 1970. Variations of some Patagonian Glaciers since the Late-Glacial:II. *American Journal of Science*, Vol. 269, p. 1-25.
- Naruse, R.; Aniya, M. 1992. Outline of Glacier Project in Patagonia, 1990. *Glacier Research, Bulletin*, Vol., 10, p. 31-38. Tokyo.
- Wiedman, J. 1982. Recursos energéticos en la Región XII, Magallanes. Memoria de título (Inédito), *Universidad Federico Santa María, Departamento de Ingeniería*, 113 p. Valparaíso.
- Yudelevich, D.; Castro Le-Forte, E. 1996. Darwin en Chile (1932-1935) viaje de un naturalista alrededor del mundo, por C. Darwin. *Editorial Universitaria*, 340 p. Santiago.