

12 WOLFRAMIO 2014

El wolframio es un metal que tiene como propiedad principal su altísimo punto de fusión. Esto le permite soportar altas temperaturas sin deformarse. Además, al calentarse, produce un brillo intenso, lo que hizo que fuera el metal mayoritariamente usado en los filamentos para lámparas incandescentes, y reflectores. Este mineral se caracteriza también por ser muy duro, denso, maleable, dúctil y con gran resistencia eléctrica y al ataque de los ácidos. Otra forma de llamar a este metal es tungsteno. El principal uso es la producción de carburos de tungsteno, muy importante en la fabricación de maquinaria de corte, perforación, pulidoras y revestimientos resistentes al desgaste, debido a su gran dureza y resistencia a la abrasión.

12.1 PANORAMA NACIONAL

12.1.1 Producción minera.

La evolución de la producción de mineral de wolframio en los cinco últimos años ha sido la siguiente:

PRODUCCIÓN DE MINERAL DE WOLFRAMIO (t)

Mineral (t)	2010	2011	2012	2013	2014
CASTILLA Y LEON					
SALAMANCA	399	600	670	960	1480
EXTREMADURA					
CÁCERES					107
GALICIA					
CORUÑA (A)		15,4	124,88		

PRODUCCIÓN DE WO₃ (kg)

Cont WO ₃ (kg)	2010	2011	2012	2013	2014
CASTILLA Y LEON					
SALAMANCA	303 240	414 000	408 700	614 400	961 260
EXTREMADURA					
CÁCERES					74 900
GALICIA					
CORUÑA (A)		11 088	87 416		
Total	303 240	425 088	496 116	614 400	1 036 160

Fuente: Estadística Minera de España; p: provisional

La mina Los Santos (http://www.almonty.com/projects/los_santos/), situada a unos 5 km al sur de Salamanca, ha sido en los últimos años el principal productor de wolframio en España. Tras su descubrimiento, entre 1980 y 1986, *Billiton-PRN* completó una campaña de exploración, pero no entró en explotación por el bajo precio del wolframio. En 1992 *SIEMCALSA* retomó el proyecto y finalmente en 2008 comenzó a explotarse a cielo abierto por *Dayta/ Resources Spain S:L*, perteneciente al grupo australiano *Heemskirk*. En 2011, la multinacional

estadounidense *Almonty Industries*, compró *Daytal* a su anterior propietario por 20 millones de dólares.

Almonty Industries, ha establecido las reservas de la mina Los Santos, según estudios finalizados en 2012, en 10 084 t y los recursos medidos e indicados en 9 025 t, y 2 880 t en el caso de los inferidos, lo que daría un total de 21 989 t de recursos disponibles. Esto supone que las reservas de wolframio se han incrementado en un 10%, además de un 20% en contenido y la vida de la mina se extiende a 8 años. Por otra parte, *Almonty* posee el 25% del proyecto de Sn-WO₃ en Valtreixal al noroeste de España, en Zamora y ha firmado una opción de compra del 75% restante (<http://www.almonty.com/projects/>).

Mina La Parrilla está siendo desarrollada por *W Resources* (antes *Caspian Holdings*), que posee desde 2011 los permisos de explotación de la antigua Mina La Parrilla, en Almoharín (Badajoz), considerada como una de las mayores de wolframio en Europa, con 51 Mt de recursos totales estimados al 0.096% WO₃ y 0.108 Sn, según el último estudio realizado por Golder en 2016. Se desarrolla en tres fases. La primera fase del proyecto consiste en el aprovechamiento de las escombreras, que ya han producido 75 toneladas de WO₃ en 2014 (<http://wresources.co.uk/la-parrilla/>). La segunda fase del proyecto está prevista para 2016 y la última ampliación para 2017.

El IGME evaluó las reservas nacionales de mineral de wolframio en 1984, cifrándolas en 73 000 t de WO₃ contenido.

12.1.2 Proyectos

La mina de estaño-wolframio reabierta por *Incremento Grupo Inversor* en Galicia en 2010 (**San Finx-Santa Comba**), que obtuvo una pequeña producción de mineral de wolframio en 2011 y en el 2012, cesó la producción en 2013 por problemas de financiación y entró en proceso de liquidación en 2014. *Incremento Grupo Inversor* poseía los derechos no solo de San Finx, sino también de las minas de Varilongo, en el concejo de Santa Comba. En julio de 2015 *Valoriza Minería*, filial del Grupo *Sacyr*, ha iniciado su actividad con la mina de San Finx. *Tungsten San Finx*, sociedad de nueva creación perteneciente a *Valoriza Minería*, ha obtenido los derechos mineros para la reapertura de la mina de San Finx en Lousame (Galicia). *Tungsten San Finx* prevé realizar una inversión aproximada de 10 millones de euros en 2015 y 2016 para poder iniciar la producción a comienzos de este último año. Esta inversión se destinará a investigación, mejora de la planta de tratamiento y adquisición de maquinaria (<http://www.sacyr.com>).

La empresa *Galicia Tin and Tungsten*, fundada a finales de 2014 con *Starboard Gtt Holdings* como socio único, anuncia su **proyecto de Santa Comba**, que afecta a la mina de interior Carmen, al desarrollo subterráneo del Vilar, y a cielo abierto, a la región de Santa María y a la zona de Podrido (<http://galiciatinandtungsten.com/index.html>).

La **mina de Barruecopardo** (Salamanca) produjo hasta el principio de los años 80 concentrados de wolframio de alta calidad. La compañía minera española *Saloro, SL* (70% de *OCM Luxembourg Tungsten Holdings S.a.r.l.*, de *Oaktree Capital Management, L:P*; y 30% de *Ormonde Mining BV*, filial de la irlandesa *Ormonde Mining Plc.*), tiene previsto comenzar la nueva actividad en la mina en el último trimestre de 2017, para alcanzar el pleno rendimiento en 2018. Proyecta una producción a cielo abierto de 1,1 Mt/año de mineral, con un contenido de 260 kt de WO₃ y una vida de 9 años. La mina posee unos recursos de 1,86 Mt medidas, 3,20 Mt indicados

y 2,20 Mt inferidos de WO_3 , contenidos en 27,39 Mt de mineral de wolframio con una ley media del 26 % (saloro.com/ y <http://ormondemining.com/>).

El **proyecto Morille** (Salamanca), actualmente 80% de *Plymouth Minerals Limited*, que adquirió en 2013 por 300 000€ de *Aurung Mining PLC.*, que conserva el 20% restante, comenzó la exploración en 2011, en una zona que incluye numerosas minas históricas de wolframio y estaño (plymouthminerals.com).

12.1.3 Comercio Exterior

El comercio exterior de materias primas minerales de wolframio está recogido en las siguientes posiciones estadísticas de la Nomenclatura Combinada Intrastat:

- 2611.00.00 Minerales de wolframio y sus concentrados
- 2825.90.40 Óxidos e hidróxidos
- 2841.80.00 Wolframatos
- 2849.90.30 Carburo (widia)
- 7202.80.00 Ferrowolframio, ferrosilicowolframio
- 8101.10.00 W en polvo
- 8101.94.00 W en bruto, barras de sinterización
- 8101.97.00 Desperdicios y desechos (chatarras)
- 8101.96.00 Alambres
- 8101.99.10 Barras (excepto sinterizadas), perfiles, chapas, hojas y tiras
- 8101.99.90 Las demás manufacturas

Los intercambios internacionales de wolframio son poco importantes en comparación con los de otros metales; en 2015, la importación descendió un 5% en metal contenido y 6,2% en valor, mientras que la exportación creció un 11,8% en contenido y bajó un 18,1% en valor, respecto al año anterior. En peso, subieron las compras de concentrados (de 3,72 t en 2014 a 129,01 t), óxidos (26,1%), W bruto (de 0,48 t a 3,85 t), widia (5,1%) y chatarras (23,8%), y disminuyeron las de ferrowolframio y ferrosilicowolframio (-10,2%) y semielaborados (alambres y otras manufacturas, -11,5%). Del lado exportador, aumentaron las ventas de concentrados (5,6%) y FeW y FeSiW (91,2%), y decrecieron las de chatarras (-76,7%) y semielaborados (-46,4%). El cambio de signo operado en 2010 en la balanza comercial de estos materiales persistió en 2015, pero el superávit bajó un 28,8% respecto al conseguido en 2014, hasta 9,164 M€ (cuadro W-II), de los que +16,722 correspondieron a los concentrados y -7,558 a las demás materias primas minerales.

La principal partida importadora, con el 30,8% del valor total, fue la de semielaborados, seguida por las de ferro y silicowolframio, (30,3%), widia (12,7%), óxidos (10,7%), concentrados (8,2%) y otros (wolframio en polvo, wolframatos, chatarras, metal en bruto, 7,8%). Los concentrados nos llegaron mayoritariamente de Vietnam (100 t), Australia (18,3 t) y Países Bajos (6,03 t t); el FeW y FeSiW, íntegramente de Vietnam (44,3%), China (30,8%), Países Bajos

(13,3%) y Brasil (11,6%), y los semielaborados, de Reino Unido (51,4%), Alemania (23,7%), EEUU (7,5%), Italia (4,8%), Portugal (4%) y 16 países más (8,6%).

Los concentrados acapararon el 88% del valor total de las exportaciones, con un 4,8% para las chatarras, 4,3% para ferro y silicowolframio y 1,5% para los demás productos. Los concentrados se enviaron casi exclusivamente a EEUU (1 600,24 t), y las chatarras, íntegramente a Alemania (185,24 t), Suecia (5,52 t) y Austria (4,9 t).

CUADRO W-I COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES DE WOLFRAMIO (t y 103 €)

	IMPORTACIONES					
	2013		2014		2015 p	
I.- Minerales	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Concentrados	13,41	373,85	3,72	131,98	129,01	894,33
II.- Óxidos y sales						
Óxidos	94,97	2 495,06	72,53	1690,19	53,49	1 160,85
Wolframatos	1,66	38,61	1,27	32,19	1,30	39,46
Carburo (widia)	40,52	1 619,52	38,18	1 634,45	40,15	1 381,32
Total		4 153,19		3 356,83		2 581,63
III.- Ferroaleaciones						
FeW, FeSiW	187,09	5 142,59	161,38	3 477,78	144,92	3 284,56
IV.- Metal bruto						
W en polvo	5,47	289,53	26,97	696,92	7,04	158,38
W en bruto, bar.sinter.	6,81	158,20	0,48	33,31	3,85	338,95
Total		447,73		730,23		497,33
V.- Recuperación						
Chatarras	61,73	912,47	55,03	536,44	68,16	249,86
VI.- Metal trabajado						
Alambres	123,42	226,19	117,22	226,12	24,02	164,20
Otras manufacturas	416,08	3 606,60	440,58	3 100,21	465,31	3 172,48
Total		3 832,79		3 326,28		3 336,68
TOTAL	14 862,62		11 559,54		10 844,39	
W contenido	435,6		426,9		405,6	

	EXPORTACIONES					
	2013		2014		2015 p	
I.- Minerales	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Concentrados	957,68	12 779,45	1 524,69	20 613,86	1 609,97	17 616,78
II.- Óxidos y sales						

	EXPORTACIONES					
	2013		2014		2015 p	
Óxidos	67,00	162,25	28,03	175,26	3,51	67,76
Wolfratos	0,08	2,42	< 0,005	0,32	< 005	0,82
Carburo (widia)	–	–	–	–	4,53	73,35
Total		164,67		175,58		141,93
III.- Ferroaleaciones						
FeW, FeSiW	5,90	75,59	17,64	236,68	33,74	867,02
IV.- Metal bruto						
W en polvo	1,55	131,43	0,76	67,64	1,61	129,07
W en bruto, bar.sinter.	8,10	211,67	25,72	575,22	0,25	0,17
Total		343,10		642,86		129,24
V.- Recuperación						
Chatarras	470,60	2 692,18	315,11	2 392,41	195,65	966,68
VI.- Metal trabajado						
Alambres	2,23	52,08	0,20	3,60	0,17	6,77
Otras manufacturas	22,35	361,41	13,7	369,98	4,91	280,12
Total		413,49		373,58		386,89
TOTAL	16 468,48		24 434,97		20 008,54	
W contenido	537,7		802,7		897,3	

Fuente: Estadística del Comercio Exterior de España, Agencia Tributaria.

CUADRO W-II.- BALANCE DE MATERIAS PRIMAS MINERALES
SUSTANCIA: WOLFRAMIO (t W contenido)

Año	PRODUCCION (t)		COMERCIO EXTERIOR (t)		CONSUMO APARENTE (t) (C = P _I +P _V +I-E)
	Minera (P _I) *	Recuperación (P _V)	Importación (I)	Exportación (E)	
2004	–	sd	439,6	88,5	sd
2005	–	sd	439,9	38,9	sd
2006	–	sd	583,3	33,7	sd
2007	–	sd	475,6	82,2	sd
2008	153,7	sd	612,1	266,6	sd
2009	225,4	sd	376,2	340,1	sd
2010	240,5	sd	270,8	310,4	sd
2011	337,1	sd	315,6	651,6	sd
2012	393,4	sd	1 064,7	741,9	sd
2013	487,2	sd	435,6	537,7	sd

Año	PRODUCCION (t)		COMERCIO EXTERIOR (t)		CONSUMO APARENTE (t) (C = P _I +P _V +I-E)
	Minera (P _I) *	Recuperación (P _V)	Importación (I)	Exportación (E)	
2014	821,7	sd	426,9	802,7	sd
2015p	sd	sd	405,6	897,3	sd

Año	VALOR DEL SALDO** (10 ³ €)	Autosuficiencia		Dependencia técnica (I-E)/C	Dependencia económica I/(C+E)
		primaria P _I /C	prim.+secund. (P _I +P _V)/C		
2004	- 871,50				
2005	- 7 184,70				
2006	- 12 830,30				
2007	- 8 323,10				
2008	- 3 317,20				
2009	- 1 387,40				
2010	+ 214,20				
2011	+ 8 542,70				
2012	+ 6 636,70				
2013	+ 1 605,86				
2014	+ 12 875,43				
2015p	+ 9 164,15				

Fuentes: Elaboración propia * Estadística Minera de España

12.1.4 Abastecimiento de la Industria Nacional

Como se comprueba en el cuadro anterior, la reapertura de la minería de wolframio ha permitido ir mejorando la cobertura de la demanda nacional. Toda la producción nacional, en forma de concentrado (WO₃) se exporta. Tras dos años de autosuficiencia, en 2012 esta ha caído considerablemente, pero el saldo continúa siendo claramente positivo.

12.2 PANORAMA MUNDIAL

12.2.1 Producción minera

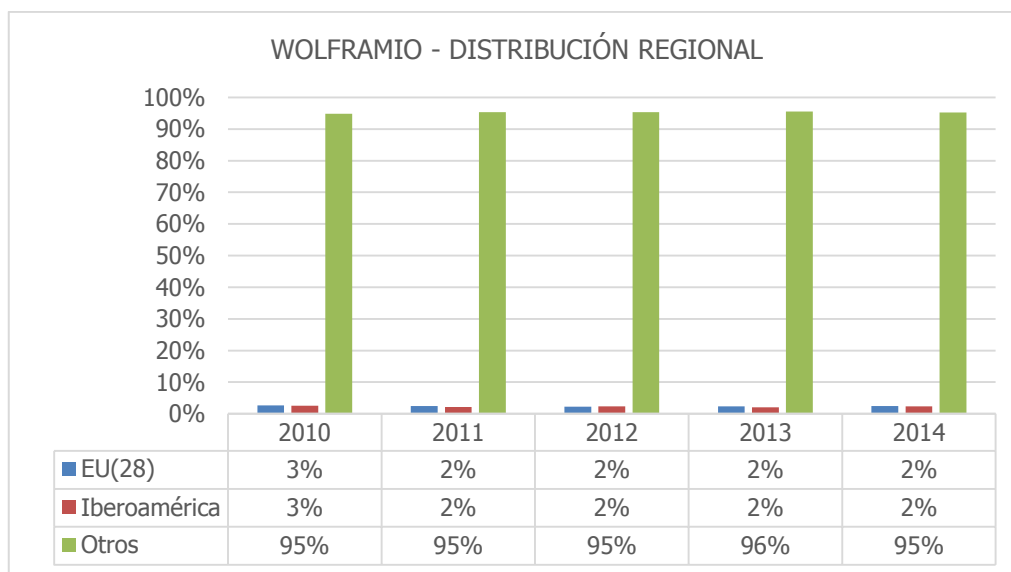
En la tabla siguiente se presentan los datos de producción minera mundial en los últimos cinco años.

PRODUCCIÓN MINERA MUNDIAL DE WOLFRAMIO (t de W contenido)

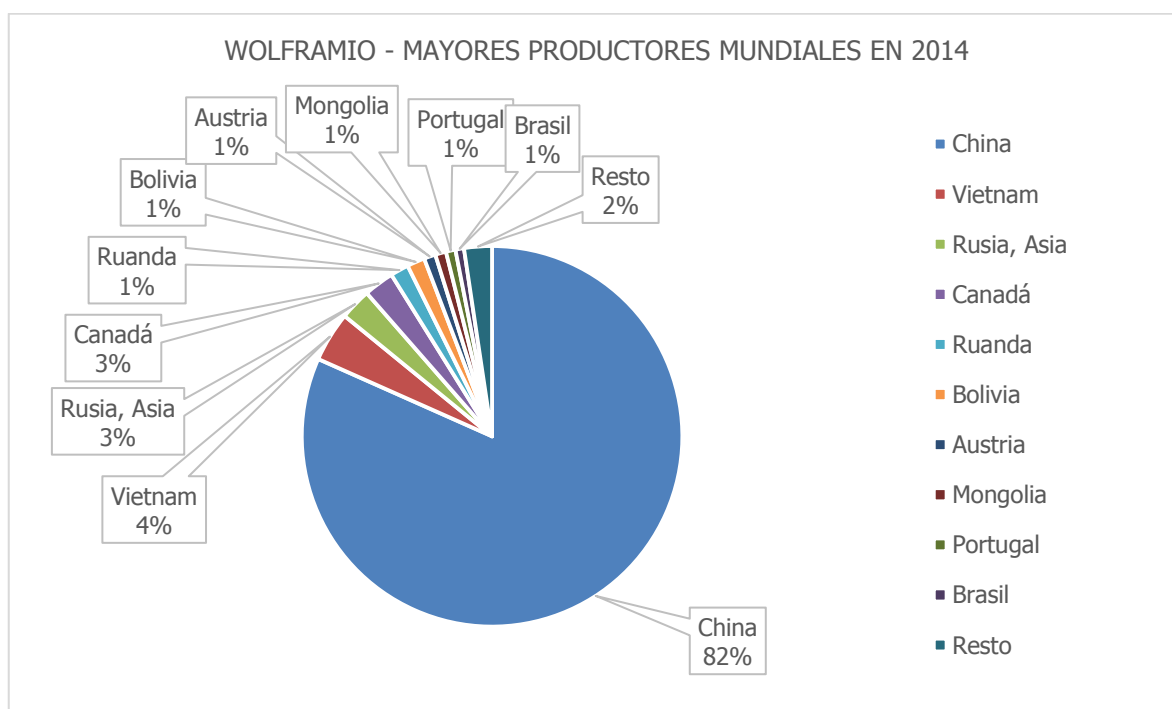
	2010	2011	2012	2013	2014
EU(28)	2 016	2 017	1 862	2 029	2 046
Austria	977	861	706	850	819
Portugal	799	819	763	692	671
España	240	337	393	487	556
Iberoamérica	1 937	1 801	1 917	1 775	1 912
Bolivia	1 203	1 124	1 247	1 253	1 251
Brasil	166	244	381	494	600
Perú	568	433	289	28	61
Otros	73 201	78 964	77 408	81 771	78 947
China	66 900	69 900	67 600	71 400	67 700
Vietnam	1 150	1 600	1 100	1 660	3 510
Rusia, Asia	2 765	3 311	3 639	3 101	2 210
Canadá	400	1 956	2 025	2 392	2 132
Ruanda	501	598	1 041	1 319	1 288
Mongolia	58	84	117	249	765
Australia	17	15	290	320	477
Rusia, Europa	488	584	642	547	390
Birmania	163	170	200	200	100
Tailandia	240	150	70	130	90
Uzbekistán	54	48	131	98	83
Uganda	55	10	43	72	80
Corea del Norte	100	110	95	85	70
Burundi	187	280	200	39	27
Congo	23	43	101	59	13
Corea del Sur	0	5	14	0	12
Kirgizstán	100	100	100	100	0
Total general	77 154	82 782	81 187	85 575	82 905

World-Mining-Data, C. Reichl, M. Schatz, G. Zsak, Volume: 31, Minerals Production, Vienna 2016

En la gráfica que sigue se puede ver el peso de la producción de la Unión Europea EU(28), de Iberoamérica y del resto de países (Otros), en relación con la producción mundial para los últimos cinco años.



En el gráfico siguiente se muestran los diez países mayores productores y su peso relativo en la producción mundial. China continúa siendo el primer productor mundial muy por encima del resto de países, con más del 80% de todo el wolframio producido en el mundo. Muy lejos siguen Rusia, Canadá, y, a partir del 2012, Ruanda y Bolivia superando el millar de toneladas. En 2014 Vietnam se sitúa como segundo productor mundial.



En la tabla que sigue se presenta, para los diez principales productores, su contribución a la producción total mundial y el incremento de su producción sobre el año anterior.

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MINERA MUNDIAL DE WOLFRAMIO (W contenido)

País	Prod (t)	% del total	Incremento
China	67 700	81,66%	-5,18%
Vietnam	3 510	4,23%	111,45%

País	Prod (t)	% del total	Incremento
Rusia, Asia	2 210	2,67%	-28,73%
Canadá	2 132	2,57%	-10,87%
Ruanda	1 288	1,55%	-2,35%
Bolivia	1 251	1,51%	-0,16%
Austria	819	0,99%	-3,65%
Mongolia	765	0,92%	207,23%
Portugal	671	0,81%	-3,03%
Brasil	600	0,72%	21,46%

China mantiene su política de reservar sus recursos de wolframio y de estabilizar los precios, para lo que continua la prohibición de inversiones extranjeras en exploración y explotación de minas de wolframio. También continúa con el cierre de aquéllas que no alcanzan los estándares exigidos en cuanto a consumo de energía, medioambiente, producción y seguridad.

Masan Resources, una de las mayores empresas de recursos naturales del sector privado en Vietnam, está desarrollando actualmente el proyecto polimetálico *Nui Phao* en el norte de Vietnam. *Nui Phao* ya es un productor mundialmente significativo de tungsteno, espato flúor y bismuto.

Sojitz Beralt Tin & Wolfram (Portugal) S.A. filial de la japonesa *Sojitz Corporation* obtiene concentrados de wolframita en Mina de Panasqueira/Barroca Grande (Portugal).

Wolf Minerals Ltd. (Australia) continúa con los estudios de viabilidad para reabrir la mina de Hemerdon Ball (Plymouth, Inglaterra), de wolframio y estaño; el inicio de la producción está previsto para 2014. La mina es a cielo abierto y la planta podría producir 360 kt/año de concentrado, con 2 850 t/año de W y 500 t/año de Sn. En la actualidad ya han conseguido acuerdos para dar salida al wolframio lo que ayuda para la continuidad del proyecto.

En Australia, *Tasmania Mines Ltd.* (Sydney) produjo pequeñas cantidades de concentrado de scheelita en su mina de magnetita de Kara, con unas reservas de 60 000 MTU. *Hazelwood Resources Ltd.*, estudia la viabilidad de desarrollo del depósito de scheelita de Big Hill. El estudio de previabilidad indica que la mina podría producir 200 000 t/año de concentrado (1 600 t/a de W) durante un periodo de 12 años, con unos recursos de 16,22 Mt, de los cuales 9,51 son medidos y teniendo en cuenta una ley de corte de 0,1 %, cuando el estándar de China es de 0,07 %, por lo que se trata de una calidad excepcionalmente buena. El concentrado obtenido alimentaría la planta de ferrowolframio que *Asia Tungsten Products Co. Ltd.* (de *Hazelwood Resources Ltd.*), está construyendo en Vietnam.

El objetivo de *Carbine Tungsten Limited*, con la mina Mt. Carbine al norte de Queensland, es convertirse en uno de los principales productores occidentales de concentrado de wolframio, lo que se lograría mediante su proyecto de tratamiento de relavados que ha comenzado en 2012, junto con la reapertura de la mina a cielo abierto Hard Rock, programada para comenzar la producción en 2014.

La compañía brasileña *Largo Resources Ltd* cuenta con varias explotaciones, de entre las cuales destaca la mina de wolframio de Currais Novos. El trabajo que se lleva a cabo en esta mina se centra en la producción de concentrado de wolframio a través de los correspondientes tratamientos sobre el wolframio y el molibdeno extraídos en las explotaciones de Barra Verde y Boca de Laje. Inicialmente la producción de wolframio se estableció en 23 000 mtus para el año

2012, pero debido a la grave sequía sufrida en la zona, las operaciones en la mina se han suspendido, por lo que no han podido recuperar el nivel de mineral previsto pese a la perforación de 13 pozos adicionales a finales de ese año, hecho que se ha mantenido durante el 2013, motivo por el cual están examinando nuevas opciones para el suministro de agua.

Largo Resources Ltd también está realizando estudios con el fin de acometer el proyecto de mina de Northertn Dancer, situada en Yukón (Canadá), para la extracción de wolframio-molibdeno. La mineralización está encajada a lo largo de las fracturas y venas del terreno formado por rocas calco-silcatadas con intrusiones de rocas félsicas y de diorita (skarns). Se han realizado sondeos a lo largo de una banda de 1,2 km. Las reservas medidas se estiman en 130,8 millones de toneladas, con 0,114% de WO_3 y 0,030% de Mo. Se espera que la mina tenga una vida útil de 43 años con una ley de corte de 0,41 %.

La canadiense *North American Tungsten Corp. Ltd.*, mantiene sus actividades de extracción y tratamiento del wolframio, en la mina de Cantung, situada en el área de Nahanni, más exactamente a 300 km del noreste del lago Watson, en Yukon. Esta mina está activa desde el año 1962 y se explota tanto a cielo abierto como por minería subterránea. En la actualidad, la mina cuenta con unos recursos, entre inferidos e indicados, de 2 494 000 toneladas con una ley de 1 % de media.

12.2.2 Consumo de minerales

El wolframio es una de las principales materias primas críticas para la Unión Europea por su gran importancia económica y por el riesgo de suministro.

La recuperación de chatarras de wolframio es muy importante por su alto contenido en wolframio y en otros metales, como tántalo, cobalto o níquel, además de los beneficios ambientales que reporta. La contribución del wolframio reciclado a la demanda mundial se estima en un 34%. (Critical Raw Materials Profiles, en https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en).

12.2.3 Los precios

En la tabla siguiente se recoge la evolución reciente de los precios medios de los concentrados de wolframita-scheelita, parawolframato amónico (APT) y ferrowolframio. La cotización de los concentrados y del APT se expresa en \$/metric ton unit de WO_3 (mtu) contenido, equivaliendo 1 mtu a 10 kg de WO_3 , o sea, a un punto porcentual de la ley del concentrado en dicho compuesto (10 kg de WO_3 contienen 7,93 kg de W). Según *Metal Bulletin*, en el mercado libre europeo (Efm) el precio de los concentrados se mantuvo estable desde 2009 en la banda 140-160 \$/mtu, pero no considerando fiable esta referencia, el *USGS* empezó a utilizar desde julio de 2012 la de Platt's Metals Week en el mercado libre norteamericano (USfm), con un valor de 353-364 \$/mtu, que se mantuvo inalterado hasta enero de 2015, bajando en febrero a 320-353 y en marzo a 320-331. Este nivel se mantuvo hasta mayo, para caer a 309-331 en junio, 309-320 en agosto y 198-320 en noviembre, cerrando el año a 138-220. En mayo la cotización bajó a 331-353 \$/mtu, que se mantuvo hasta fin de año. El valor medio anual quedó fijado en 291-322 \$/mtu WO_3 , un 11,8% inferior al de 2014.

En cuanto al APT, la evolución de su cotización fue muy semejante a la de los concentrados, iniciando el año a 320-353 y terminándolo a 187-254 \$/mtu WO_3 , con una depreciación media del 15,5% respecto a 2014. Según la *UNCTAD* (United Nations Conference

on Trade and Development, Monthly Commodity Price Bulletin), en el mercado libre europeo el precio del parawolframato bajó en 2015 un 36,5%.

	2011	2012	2013	2014	2015
- Concentrados, \$/mtu WO ₃ conten., Efm ¹	150	150	–	–	–
- Id, id, USfm ²	248	353-364	353-364	338-357	291-322
- APT, id ²	361-388	432-456	364-372	354-363	288-318
- APT, id., Efm ³	429,39	386,10	371,86	356,86	226,68
- Ferrowolframio, \$/kg W contenido ⁴	51,18	50,18	47,22	46,74	sd

Fuentes: 1) Metal Bulletin 2) Platt's Metal Week, en Min. Industry Surveys, monthly, USGS

3) UNCTAD 4) Min. Yearbook 2011 a 2014, Tungsten, USGS

1 mtu = 10 kg WO₃ = 7,93 kg W contenidos

APT = parawolframato amónico