



LOGROS Y PERSPECTIVAS DE LA NORMALIZACION EN LA MINERÍA Y LA GEOLOGÍA EN CUBA

***Guillermo Cilano Campos*⁽¹⁾, *Kenya Núñez Cambra*⁽²⁾, *Norma Hilton*⁽³⁾, *Teresa Forján Jiménez*⁽⁴⁾, *Nery Díaz Castro*⁽¹⁾, *Neisy Durán García*⁽¹⁾**

1. Centro Investigaciones Industria Minero Metalúrgica, Cuba, CP 10300, cilano@cipimm.mibas.cu; 2. Instituto de Geología y Paleontología, Cuba, CP 1100, 3. Oficina Nacional de Normalización, Cuba, CP 10400, 4. Grupo Empresarial Geominsal, Cuba, CP 11100

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos durante más de diez años por el Comité Técnico de Normalización NC-CTN 101 "Minerales y Minería", el cual es presidido por el Centro de Investigaciones de la Industria Minero Metalúrgica y está integrado por todas las empresas del Grupo Empresarial Geominsal y otros organismos de administración del estado.

En el área de la minería, se muestra la evaluación científica técnica realizada para la elaboración de más de 60 Normas Cubanas de muestreo, especificaciones y ensayos de doré, sal grado alimentario, sal común, zeolita, arenas cuarzosas, carbonato de calcio, carbón activado, bentonitas, plomo antimonial, rocas fosfóricas y bentonitas. Se recomiendan además, las formas más adecuadas de uso de tales normas durante el control de la calidad de la producción y la exportación de tales productos, mediante su vinculación con los correspondientes Diagramas de Control Analítico.

En el área de la geología, se muestra el mismo tipo de trabajo efectuado para la elaboración de 12 Normas Cubanas para la Simbología Cartográfica y de otra para la Barrenación y Voladura.

Finalmente se expresan los objetivos de trabajo para los próximos tres años, fundamentalmente vinculados con la industria del oro y las posibilidades de colaboración con entidades extranjeras.

ABSTRACT

In this research are presented the obtained results during more than ten years of the Technical Committee of Normalization NC-CTN 101 "Minerals and Mining", which is presided by the Miner Metallurgical Industry Research Center and it is integrated by all the companies of the Managerial Geominsal Group and other organisms of administration of the state.

In the area of the mining, the technical scientific evaluation is shown carried out for the elaboration of more than 60 Cuban Norms of sampling, specifications and rehearsals of Dore, salt at alimentary grade, common salt, zeolite, quartz-containing sands, calcium carbonate, activated coal, bentonites, antimonial lead, phosphoric and bentonites rocks. It is also recommended, the most appropriate forms in use of such norms during the control of the quality of the production and the export of such products, by means of their linking with the corresponding Diagrams of Analytic Control.

In the area of the geology, the same work type is shown made for the elaboration of 12 Cuban Norms for the Cartographic Symbology and of another for the drilling and Explosion.

Finally the work objectives are expressed for next three years fundamentally linked with the industry of gold and the possibilities of collaboration with foreign entities.

INTRODUCCION

En la actualidad se dispone de una gran cantidad de productos mineros de alta calidad debido a la existencia de muchas tecnologías mineras de punta, por lo que para que un renglón determinado pueda prevalecer en el mercado internacional, resulta imprescindible superar las expectativas de los consumidores.



Debido a esto, los países del primer mundo imponen cada día con mayor intensidad, barreras comerciales a los productos de los países en vías de desarrollo como el nuestro, por lo que se debe tratar de alcanzar la máxima calidad.

Una vía para ello consiste en lograr la Certificación de los Sistemas de Gestión de Calidad de las producciones y la de los productos, de manera que queden reconocidos legal e internacionalmente. En este sentido se viene trabajando en el sector minero-salinero desde hace varios años, según un programa. La elaboración de Normas Cubanas de especificaciones y ensayo de los principales renglones de exportación, es otra vía para que queden amparada la calidad de los mismos.

Para esto último, el Comité Técnico de Normalización CTN No. 101 "Minerales y Minería" ha venido trabajando arduamente en el sector minero, en la elaboración de las Normas Cubanas de especificaciones y ensayos de las producciones de sal grado alimentario, sal común de uso industrial, sal grado electroquímico y algunos minerales industriales tales como zeolitas, arenas cuarzosas, carbonato de calcio, carbón activado, bentonitas, cromitas refractarias, plomo antimonial y rocas fosfóricas. Lo mismo se ha llevado a cabo en el sector de la geología para el caso de la simbología cartográfica, el barrenado y la voladura.

El presente trabajo tiene como objetivo precisamente en exponer los resultados de una evaluación científico-técnica de la realidad actual normalizativa en estos dos sectores.

Para el caso de las producciones salineras, existía una Norma Cubana (NC 24-03:87) que amparaba la calidad de los distintos tipos de sal, pero con ella no se podía competir en el mercado internacional, ya que no se especificaban los principales aditivos comúnmente utilizados, tales como, flúor, yodo y ferrocianuro, ni tampoco se declaraban en ella los elementos nocivos para la salud ((arsénico, cobre, mercurio, cadmio y plomo). Por último, en esa norma se definían algunos parámetros de calidad no imprescindibles para el uso alimentario, la realidad tecnológica actual es muy diferente de la que existía en el momento en que fueron elaboradas, y tampoco existen las normas cubanas de los ensayos de estos aditivos y elementos nocivos. En trabajos anteriores (Cilano y Fernandez, 2004; Cilano y Alvarez, 2005) se discutió esta situación y se trazaron las pautas para la elaboración de un anteproyecto de norma cubana que tuviera en cuenta las nuevas operaciones tecnológicas de las plantas salineras del país y la incorporación de los aditivos y de los elementos nocivos. Existen un gran número de normas internacionales (ISO), británicas (BS) y españolas (UNE) para los ensayos químicos de la sal, las cuales podrían adoptarse o utilizarse como referencia para la elaboración de las correspondientes normas cubanas. Con respecto a la de especificaciones, se decidió estudiar la norma que publican la organizaciones internacionales Codex Alimentarius y la FAO(CODEX, 1985), dado su rigor técnico y aceptación a nivel mundial.

Aunque los dos tipos de sal producidos en el país se utilizan actualmente en la industria química para la producción electroquímica de cloro y sosa, se debía estudiar los requisitos verdaderamente necesarios para el fin propuesto (Tabla 1). Nuestro trabajo debía consistir en caracterizar ambos tipos de sal y verificar si tenían la calidad necesaria, para finalmente elaborar la norma cubana de sal grado electroquímico.

Para el caso de la zeolita, dada su mayor complejidad, la gran cantidad de usos que posee y debido a la existencia de dos yacimientos en el país de diferentes características, fue necesario evaluar una mayor cantidad de factores. Se disponía de una norma de especificaciones de nivel empresarial (NEIB 1360-31:2003), la cual a pesar del papel que jugó en su época, le faltaban algunas definiciones como la de los elementos nocivos, y además, no eran consistentes determinados ensayos, tales como, el de la determinación del contenido de la zeolita mediante calores de inmersión y los referidos a la composición química, los cuales resultaban innecesarios desde el punto de vista comercial.



A pesar de la existencia en el mundo de importantes yacimientos de zeolita, no existía ninguna norma nacional, regional o internacional que pudieran servir de base para la elaboración de la futura Norma Cubana, por lo que se tuvo que desarrollar la misma a partir de la evaluación de nuestras propias condiciones objetivas de producción y de los usos a los que sería destinada.

Se disponía de una norma de nivel empresarial (NEIB 1360-31:2003), en la que no se definían los elementos nocivos, se utilizaba el ensayo empírico y de campo para la determinación del contenido de la zeolita mediante calores de inmersión, y por último, se declaraba la composición química, lo cual resultaba innecesaria desde el punto de vista comercial. Además, existían normas ramales de la industria básica totalmente desactualizadas (NRIB 1135; NRIB 1132; NRIB 1133; NRIB 525). Esta problemática también fue expuesta desde hace algunos años (Cilano y Alvarez, 2000). Es por todo esto, que se tuvieron que elaborar las normas cubanas de zeolitas, a partir de la evaluación de nuestras propias condiciones objetivas de producción y de los usos a los cuales sería destinada.

Con respecto a las arenas cuarzosas se utilizaba hasta esta fecha, un paquete de normas de ensayo (NC 44:18:84), para cualquier tipo de yacimiento con la única condición de que el contenido de sílice no fuera inferior al 95%, sin importar los usos a los que sería destinado. A pesar de que nuestros yacimientos tienen una gran calidad con la cual pueden competir en el mercado internacional, no existía una norma de especificaciones. Además, existe otro grupo de normas de arenas utilizadas con fines constructivos, las cuales era necesario diferenciar para evitar confusiones desde el punto de vista comercial y técnico. Se realizó una extensa búsqueda bibliográfica teniendo en cuenta que nuestras arenas serían destinadas fundamentalmente a la producción de vidrio, en la que se encontraron dos importantes normas británicas (BS 2975-1; BS 2975-2) a partir de las cuales se evaluaron las especificaciones y las principales metodologías de muestreo y de análisis físico – químico.

La norma cubana actual de especificaciones del carbonato de calcio (NC 44-41), no corresponde con las exigencias actuales del comercio, porque le faltan algunos parámetros por definir de acuerdo a los usos que comúnmente presenta. Tampoco corresponde a la realidad tecnológica actual, ya que con la introducción de los nuevos procesos de pulverización, han aparecido nuevos productos que antes era imposible producir. Además, la NC 44-41 no está apoyada técnicamente en ninguna documentación reconocida a nivel mundial, lo cual es otra limitante para ser utilizada como soporte comercial. En cambio hoy en día, existe una gran cantidad de información científico técnica y normalizativa que puede tomarse como base para la elaboración de la nueva norma: una norma americana (ASTM C911), otra británica (BS 7583) y dos europeas (UNE EN 1018; UNE EN 12485). En la norma vigente para el carbonato de calcio no aparecen el contenido de CaCO_3 a través de cálculo teniendo en cuenta el contenido de CaO total; los contenidos de algunos elementos nocivos (necesario por la alta posibilidad de uso en las industrias alimenticias y de salud pública); y la determinación de algunos tamaños muy pequeños de partículas (necesario también por la nueva operación de trituración que había sido introducida recientemente en las principales plantas industriales).

Las normas europeas adoptadas por las normas españolas referidas al carbonato de calcio como producto químico utilizado para el tratamiento del agua para consumo humano, constituyen excelentes fuentes bibliográficas en este sentido. Sin embargo, debido a la gran variedad de los usos actuales y con futuros, se decidió establecer aquellas especificaciones que son más comúnmente solicitadas por los clientes nacionales y extranjeros y que son conocidas históricamente.

Una evaluación rigurosa y exhaustiva de los principales requisitos del carbonato de calcio cubano para ser utilizado en las industrias química, farmacéutica y alimenticia, mostró que debía elaborarse una norma que se basara fundamentalmente en las Normas UNE EN 1018 y UNE EN 12485.



En el caso del carbón activado, su reciente producción con alta calidad en nuestro país ha dado lugar a un futuro renglón exportable. La producción ha sido investigada a diferentes escalas en el Centro de Investigaciones de la Industria Minero Metalúrgica (CIPIIMM), alcanzándose finalmente el diseño y montaje de la primera planta industrial en Baracoa. A pesar que en el mundo existe una gran cantidad de productos comerciales, no es posible adoptar las normas específicas para cada uno de ellos ya que sus propiedades están muy influenciadas por la naturaleza de las materias primas con las cuales son producidos y por la calidad del proceso de activación, y debido a la gran cantidad de usos (l tratamiento de residuales, en la minería, en la decoloración de endulzantes, en el tratamiento de agua potable, en la formulación de productos farmacéuticos, en la industria alimenticia, etc). En este sentido, se elaboró un documento (Cilano, 2008), para exponer las aplicaciones específicas del carbón activado cubano en la industria farmacéutica a partir de las experiencias acumuladas por varios especialistas del CIPIIMM. Hasta este momento no existía alguna publicación normalizativa dentro del país, pero existen importantes normas americanas (ASTM Annual Book) y europeas (UNE-EN 12915-1; UNE EN 12902) que fueron analizadas como fuentes de información.

La información existente relativa a las características físico químicas de las reservas y yacimientos de los minerales de bentonitas naturales es muy escasa, según se reporta en los programas de desarrollo de minerales industriales del grupo empresarial Geominsal. Estos minerales cubanos son de origen cálcico y se han realizado muy pocas investigaciones y estudios geológicos - tecnológicos que permitan un conocimiento integral de los mismos. A pesar de esto, existe un paquete de normas cubanas de especificaciones (NC 44-31) y de ensayos (NC 44-32-1; NC 44-32-2; NC 44-32-3; NC 44-32-4; NC 44-32-5; NC 44-32-6; NC 44-32-7; NC 44-32-8; NC 44-32-9) pero no corresponden en lo absoluto a la realidad tecnológica y comercial. En primer lugar, porque en la norma de especificaciones no aparecen aquellas que fundamentan sus dos principales usos, es decir, para la formulación de lodos de perforación y para la fabricación de moldes para fundición, mientras que las de ensayo sólo corresponden a la determinación de la composición química, la cual no es necesaria para ninguno de estos fines. Además, ninguna de las NC referidas tiene un adecuado soporte bibliográfico reconocido a nivel mundial. Es por todo esto que en el trabajo se propone utilizar la base de datos de la Oficina Nacional de Recursos Minerales (ONRM), las normas internacionales y nacionales (ISO 10414; ISO 13500; IS 12584; ICONTEC 2096; ICONTEC 2271) las cuales están basadas en una norma reconocida a nivel mundial por los principales productores de petróleo (API 13 A), y otros documentos de alto rigor científico técnico que han sido elaborados por la comunidad internacional (<http://www.segemar.gov.ar,2008>; www.quiminet.com.mx,2006).

Con respecto a los minerales y concentrados de cromo, no existe ninguna norma de especificaciones internacional o regional, por lo que se decidió establecer las propias de nuestros yacimientos. Se dispone de un paquete de normas cubanas de especificaciones y de ensayo totalmente desactualizadas que debían ser revisadas (NC 44-15; NC 44-14; NC 44-14-1; NC 44-14-2; NC 44-14-3; NC 44-14-4; NC 44-14-5; NC 44-14-6; NC 44-14-7). Se pretendió con este trabajo, evaluar la realidad actual de la producción de este tipo de concentrados, con el objetivo de modificar la actual NC 44-15 de especificaciones y adoptar las normas ISO para los ensayos de humedad, sílice, cromo, hierro, magnesio y aluminio (ISO 6130; ISO 6331; ISO 5997; ISO 8889; ISO 5975; ISO 6129).

Aunque muchos tipos de aleaciones de plomo se presentan amparados en el mercado por diversas normas (ASTM B 102 – 00; ASTM: B 453/B 453M – 05; ASTM: B 749 – 03), no ocurre así con las aleaciones de tipo antimonial producidas en Cuba. Es por esto que resulta necesario emprender la elaboración de sus normas de especificaciones y ensayos. Para la de especificaciones se evaluaron los certificados de análisis efectuados durante meses de producción, y para las de ensayo se propusieron variantes de las normas ASTM E 37: 05, BS 3908:08, y las normas de empresa vigentes.

Las rocas fosfóricas son ampliamente conocidas a nivel mundial por su utilización como fertilizantes y portador de fósforo y encalador de suelos. De hecho, existen algunas normas de especificaciones y



ensayos de minerales de alta ley (NTC 1361:00; NTP 311.166). Sin embargo nuestros yacimientos son de baja ley y por tanto no es posible adoptar las normas existentes. Los mismos se clasifican como **fosforitas** (que tienen un contenido de fósforo como óxido (P_2O_5) en cantidad mayor a 10%, asociado fundamentalmente al mineral carbonato-flúorapatito) y **rocas fosfóricas** (que contienen fósforo como óxido (P_2O_5) en cantidad menor a 10%, asociado fundamentalmente al mineral carbonato-flúorapatito presente en areniscas, areniscas calcáreas y calizas fosfatadas.

Con respecto a las normas de ensayo, las entidades más reconocida a nivel internacional constituyen la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1970), la International Atomic Energy Agency (IAEA, 2002) y la Association of Fertilizer and Phosphate Chemists (AFPC, 2009). Existe también un paquete de normas cubanas de fertilizantes (NC 28-01) que podría utilizarse como base de datos. La mayoría de estos documentos fueron revisados para elaborar las Noemas cubanas de especificaciones y ensayos de nuestras fosforitas y rocas fosfóricas.

Existe una importante norma (ISO 710) que describe en siete partes cada una de los tipos de la simbología comúnmente utilizada en la confección de mapas geológicos. También existe un Catálogo de Símbolos Geológicos creado por el Instituto de Geología y Paleontología. Ambos documentos fueron utilizados como referencias para las normas cubanas relacionadas con la representación cartográfica de los rasgos geológicos. De esta manera se establecerían todos los tipos de símbolos de los mapas geológicos, los colores y el tramado.

La actividad de Barrenación y Voladura es un tema de muy amplia discusión desde el punto de vista normalizativo, ya que en cada país se utilizan patrones diferentes que rigen desde el punto de vista organizativo y legal cada una de las múltiples operaciones que la integran. Es por esto que se decidió primeramente evaluar las bases bibliográficas a emplear, tales como las normas ramales del MICONS, el Manual de Perforación y Voladura vigente y el conocido Reglamento de Seguridad Minera del MINBAS.

Estrategia metodológica

El trabajo experimental para la elaboración de todos los tipos de normas se llevó a cabo según fases documentales y de laboratorio. Los anteproyectos de normas cubanas se elaboraron teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en las normas cubanas vigentes para la elaboración de normas (NC 1), para la elaboración de las normas de producto (NC 333) y para la elaboración de las normas de ensayo químicos (NC 78-2). Además, en dependencia de las características intrínsecas de cada uno de los documentos que se utilizaron como partida, se emplearon las directivas propias de la Oficina Nacional de Normalización (Directivas NC) y las reglas para la adopción de normas internacionales (NC-ISO/IEC Guía 21-1; NC-ISO/IEC Guía 21-2).

Una vez terminado cada anteproyecto, se sometió a un proceso de circulación a los miembros del Comité Técnico de Normalización, entre los que se encuentran los responsables de calidad de las distintas empresas mineras del país, y especialistas de la ONN y de varios organismos estatales vinculadas a la actividad. Los mismos revisaron exhaustivamente los anteproyectos y enviaron al autor las observaciones pertinentes, el cual a su vez confeccionó un resumen de observaciones que fue discutido en las reuniones que se establecieron para corregir y aprobar por consenso la norma. Este proceso de elaboración, circulación, discusión y corrección, se repitió tantas veces como fue necesario hasta llegar a la entrega de la Norma Cubana elaborada a la ONN y su edición final.

RESULTADOS

Sal grado alimentario, sal común para uso industrial y sal grado electroquímico

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, se desarrolló un método mercurimétrico para determinar todos los halógenos y expresarlos primero como cloruros y finalmente como NaCl. Esto



por supuesto no era totalmente correcto debido a la existencia en la sal de otros halógenos y a que no todo el ion cloruro está asociado al NaCl. Es por esto que antes de este trabajo se venían reportando valores de pureza más altos que los reales. Es por ello que en la nueva norma para la determinación de la pureza del cloruro de sodio, se deben calcular los contenidos de CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , Na_2SO_4 , MgCl_2 y KCl y finalmente sólo los halógenos no utilizados se expresan como NaCl. También se desarrollaron procedimientos analíticos para la determinación de los aditivos (ferrocianuro, yodo y flúor) y de los contaminantes (arsénico, cobre, plomo, cadmio y mercurio).

Para las especificaciones, fue adoptada (con nuestra realidad objetiva) la Norma CODEX para la calidad alimentaria y se elaboró otra con fines industriales y para la alimentación animal. Finalmente quedaron elaboradas todas las normas cubanas necesarias para el control de la producción y la exportación de la sal (Tabla II, III y IV).

Para el caso de la sal grado electroquímico, se realizaron análisis químicos a tres muestras de sal representativas de las salinas de Caimanera, Puerto Padre y El Real, en un laboratorio extranjero en los que se determinaron los componentes señalados en la Tabla 1. Para todas las salinas, a pesar de que la muestra de sal ensayada cumplió con los requisitos de concentración para los elementos mayoritarios, no fue así para todos los minoritarios. Se decidió por consenso, proponer a las direcciones técnicas de las empresas productoras de sal y del MINBAS, un futuro estudio sistemático para obtener una mayor data de valores de manera que pudiera utilizarse para definir los mismos con mayor significación antes de continuar con la intención de elaborar la norma de especificaciones de la sal grado electroquímico. Esta decisión se envió oficialmente a la dirección técnica del MINBAS y de Geominsal.

Zeolita

A partir de la evaluación científico-técnica de la realidad actual que se presentaba durante la comercialización de las zeolitas naturales cubanas en cuanto a sus usos y principales especificaciones de calidad, se desarrollaron cinco procedimientos analíticos para el control de la calidad durante la producción y la exportación:

- Determinación de la capacidad de intercambio catiónico total.
- Determinación del contenido de zeolitas, arcilla y calcita mediante análisis térmico diferencial.
- Determinación del contenido de zeolitas mediante difracción de rayos-X.
- Determinación del contenido de mercurio. Método de espectrometría de absorción atómica mediante vapores fríos.
- Determinación arsénico, cadmio y plomo mediante espectrometría de emisión atómica con plasma inductivamente acoplado.

Posteriormente, estos procedimientos y la propuesta de las especificaciones de las zeolitas fueron editados como anteproyectos de normas cubanas y sometidos al proceso establecido por la Oficina Nacional de Normalización para su aprobación final como Normas Cubanas (Tablas V y VI).

Arenas cuarzosas

Un primer aspecto muy discutido fue el relacionado con el título de la norma de especificaciones. Era necesario diferenciar el caso nuestro de los yacimientos de arenas cuarzosas concesionadas al sector minero y destinados fundamentalmente a la industria del vidrio, de los que se emplean comúnmente en el sector de la construcción. Ya que ambos usos son industriales, se decidió entonces finalmente eliminar el término **para la industria**, y declarar el título con un primer genérico



Minerales, que es generalmente empleado para nuestro sector. De esta manera, las normas propuestas se llamarían:

- Minerales. Arenas cuarzosas. Especificaciones de calidad,
- Minerales. Arenas cuarzosas. Muestreo y Preparación de muestras,
- Minerales. Arenas cuarzosas. Ensayos.

Norma de especificaciones

El anteproyecto inicial fue uno de los más discutidos debido a que inicialmente habían quedado con incertidumbre muchas de las especificaciones declaradas. Finalmente fueron aprobadas en la norma NC 645:2012 las especificaciones de humedad, sílice, hierro, calcio, magnesio, aluminio, titanio, cromo, arcilla y pérdida por ignición. En función de este quimismo, fueron clasificadas las arenas en cinco tipos tecnológicos con sus correspondientes distribuciones granulométricas, de manera que quedaron todos los yacimientos cubanos respaldados por la norma (Tabla VII)

Norma de muestreo y preparación de muestras

La actual norma BS 2975 consiste de dos partes, la Parte 1(BS 2975-1) referida a los métodos de muestreo y ensayos físicos de las arenas utilizadas para fabricar vidrios, y la Parte 2 (BS 2975-2) referida a los métodos de ensayo correspondientes.

La norma cubana NC 648: 2008 de muestreo y preparación de muestras, se elaboró teniendo en cuenta los aspectos fundamentales de la BS 2975-1.

Normas de ensayos

Con respecto a los ensayos, la BS 2975-2 se publicó en el año 2008, y junto con la BS 2975-1:2004, sustituyó a la BS 2975:1988.

En la BS 2975-2 se presentan los métodos de pérdida por ignición (LOI), Fluorescencia de Rayos X (XRF) y los de Vía Húmeda mediante Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Inductivamente Acoplado (ICP-OES), Espectrometría de Absorción Atómica (AAS) y Espectrometría UV- Visible. En la Tabla VIII aparecen los componentes, sus contenidos y los métodos que se utilizan en dicha norma.

Se decidió evaluar solamente los métodos de AAS y UV- Visible que aparecen en esta norma, debido a que son los métodos instrumentales de mayor uso en los laboratorios centrales de las empresas mineras que controlan la calidad de estos minerales. Un análisis previo de la BS 2975-2, mostró que los fundamentos y operaciones fundamentales de las determinaciones de humedad, pérdida por ignición, hierro, sílice, titanio, calcio y magnesio, son similares a los de las vigentes normas cubanas, por lo que se decidió utilizar solamente los nuevos aspectos de forma y algunos errores que se detectaron con su empleo en los laboratorios. Los mismos fueron corregidos y finalmente se editaron las nuevas normas cubanas. Una nueva norma fue elaborada al incorporar y adecuar las determinaciones de aluminio y cromo mediante AAS establecidas en la norma británica, en el cuerpo de la vigente norma cubana NC para la determinación de calcio y magnesio. Finalmente quedaron aprobadas las normas de ensayo (NC 592- 1: 2012, NC 592-2: 2012, 592- 3: 2012, NC 592-4: 2012, NC 592- 5: 2012, NC 592-6: 2012, NC 592- 7: 2012, NC 592-8: 2012, NC 592- 10: 2012, NC 631: 2008)

Carbonato de calcio

Se elaboró la norma de especificaciones en la que se acordó una clasificación en tres grados de acuerdo al contenido de CaCO_3 y en cinco tipos en función de la actual composición granulométrica (Tabla IX). Además, se establecieron los requisitos para el uso relacionado con la alimentación y la



salud en cuanto a los contenidos máximos de cadmio, mercurio, plomo, arsénico y flúor. Con respecto a la norma de ensayos, se establecieron nuevos procedimientos más exactos para la determinación de los bajos contenidos de magnesio, hierro y aluminio, cuyos valores reportados por las normas anteriores estaban sujetos muchas veces a discusiones entre las partes contractuales; se introdujeron también las técnicas de EAA con llama y con generación de hidruros y la EAA-ICP para las determinaciones de los elementos nocivos. Los procedimientos de ensayo evaluados a partir de la norma UNE-EN 12485 quedaron establecidos en una sola norma, los cuales fueron adaptados y corregidos de acuerdo a los lineamientos establecidos en 2.0.

Finalmente quedaron aprobadas las dos normas, la de especificaciones (NC 765) y la de ensayos (NC 764).

Carbón activado

Teniendo en cuenta que las especificaciones de calidad de los carbones activados son muy diversas en función de los usos a que pueden ser destinados, se decidió establecer aquellas que son solicitadas de manera general por la mayoría de los clientes, de manera que los usuarios pudieran evaluarlas en un momento dado para un uso específico, de acuerdo a sus propias experiencias (NC 783-1) No obstante, se seleccionaron como guía las normas europeas referidas anteriormente, para los carbones activados utilizados para el tratamiento del agua destinada al consumo humano, por ser uno de los usos más universales. El carbón activado nacional es de forma granular y se clasificó en los Tipos I y II en función de la materia prima utilizada para su producción. El carbón activado granular Tipo I es obtenido a partir de cascarón de coco, y el carbón activado granular Tipo II es obtenido a partir de madera. Se definieron las características químico- físicas de los mismos (Tabla X) y los once métodos de ensayo correspondientes teniendo en cuenta las normas europeas (NC-UNE-EN 12902:2009).

Bentonitas

De acuerdo a uno de los principales usos de las bentonitas para la preparación de lodos de perforación, se propuso evaluar la información existente acerca de los valores de los requisitos físico - químicos necesarios para estos fines, en los informes geológicos y tecnológicos. Se comprobó que no se habían realizado todos los ensayos recomendados por tales normas, por lo que se procedió a realizar una búsqueda en los archivos de la ONRM, de los valores de los análisis realizados y que respaldaran de manera inequívoca y estadísticamente a todos nuestros yacimientos.

Producto de ello, se comprobó que no se disponía de una data con la cantidad estadísticamente adecuada de resultados de los ensayos recomendados para la clasificación de los tres tipos de bentonitas utilizadas por la industria del petróleo: grado perforación, grado perforación no tratada y grado OCMA (Oil Companies Materials Association). Los únicos requisitos de calidad que resultaron comunes a todos los yacimientos del país fueron la capacidad de intercambio catiónico total (CICT), el hinchamiento, el contenido de carbonato de calcio y la fracción retenida por el tamiz de 0, 074 mm. Después de analizar las normas internacionales y nacionales referenciadas, los usos y las exigencias del mercado actual, se llegó a la conclusión que los valores de los requisitos de calidad y los métodos de ensayos propuestos para el control de la calidad, debían reportarse de la manera expuesta en la Tabla XI.

La norma de especificaciones fue finalmente elaborada teniendo en cuenta estos requisitos.

Cromitas refractarias

Se elaboró la nueva norma de especificaciones de los minerales y concentrados de cromo, teniendo en cuenta las condiciones actuales del proyecto DIP Cromo Camagüey, en el que está concebida la



explotación en los próximos años de los yacimientos concesionados de La Mamina y Victoria Los nuevos requisitos propuestos y aprobados aparecen en las Tablas XII y XIII.

Todas estas especificaciones para nuestros minerales y concentrados cumplen con la mayoría de las exigencias a nivel internacional. Las normas ISO de ensayos se tradujeron idénticamente y se adoptaron como normas cubanas. Los métodos de ensayo de estas normas ya habían sido aplicados y acreditados con anterioridad en el Departamento de caracterización de Materiales (DCM) del CIPIMM

Plomo antimonial

Se elaboró un anteproyecto de la norma de especificaciones y ensayos de plomo antimonial en forma de lingotes que fue clasificado en cuatro tipos de calidad en función de su composición química (Tabla XIV). Para los ensayos se consideraron las normas británicas, ASTM y de empresa descritas anteriormente.

Rocas fosfóricas y fosforitas

Se elaboró un anteproyecto de la norma de especificaciones y ensayos de rocas fosfóricas y fosforitas en la que se establecieron solamente los requisitos de P_2O_5 , CaO, humedad, F y granulometría para cuatro tipos de usos fundamentales (uso directo como portador de fósforo y encalador de suelos ácidos, uso como fertilizante órgano mineral, uso como fertilizantes químicos y uso como sal mineral fosfatada empleada en la alimentación del ganado vacuno).

Barrenación y Voladura

Después de muchas reuniones de trabajo entre especialistas de nuestras empresas mineras, la Oficina de Recursos Minerales y del Ministerio de las Construcción, se acordó elaborar solamente una norma de Vocabulario donde se expusieron 106 términos y sus definiciones que debían ser utilizados donde se realizara el arranque de rocas con explosivos en la minería y obras de construcción.

Simbología cartográfica

A partir de la bibliografía señalada, se elaboraron 12 partes para los símbolos cartográficos, en las que se definieron la forma en que debía realizarse la representación gráfica de los objetos y fenómenos naturales cartografiables:

Parte 1 Reglas generales de representación gráfica

Parte 2 Símbolos Geológicos

Parte 3 Símbolos Tectónicos

Parte 4 Símbolos Recursos Minerales

Parte 5 Símbolos Geofísicos

Parte 6 Símbolos Paleontológicos

Parte 7 Símbolos Geoquímicos

Parte 8 Símbolos Geomorfológicos

Parte 9 Símbolos Litológicos. Rocas Sedimentarias

Parte 10 Símbolos Litológicos. Rocas Ígneas

Parte 11 Símbolos Litológicos. Rocas Metamórficas

Parte 12 Símbolos Litológicos. Rocas de contacto y rocas sometidas a transformaciones metasomáticas, neumatolíticas o hidrotermales o transformaciones por intemperismo.



Control de la calidad de la producción y la exportación

Las empresas mineras del país en la actualidad disponen de un diagrama de control analítico donde se definen los puntos del proceso productivo donde es necesario llevar a cabo el muestreo, su frecuencia, los ensayos que deben realizarse y las normas o procedimientos correspondientes. Esto constituye un requisito indispensable del control de la calidad de la producción. En la actualidad, dichos diagramas para todas las producciones estudiadas no se cumplen íntegramente, debido a que no se realizan todos los ensayos indicados, algunos de los que se realizan no constituyen especificaciones aprobadas, y por último, no aparecen referenciadas las correspondientes normas cubanas elaboradas por el CTN 101 y presentadas en este trabajo.

Para el caso de las exportaciones, existen yacimientos y áreas perspectivas que garantizan la obtención de diferentes productos por varios años con el consiguiente beneficio para la sociedad cubana. Los requisitos y ensayos de estas normas cubanas deben por lo tanto cumplirse sistemáticamente. Sin embargo, en los contratos firmados hasta el momento, la empresa exportadora se compromete a emitir un certificado de calidad en el que aparecen los resultados analíticos de los laboratorios centrales de las empresas productoras y de Cubacontrol de muchos ensayos que además de no constituir requisitos imprescindibles para los usos a que serán destinados, no aparecen en las normas cubanas de especificaciones, y por el contrario, no se reportan otros que si están declarados. Tampoco aparecen en los Anexos de los contratos de compra venta, la norma que ampara al producto, requisito este que debe estar en ambos documentos. Todo esto constituye una violación en la que tienen gran responsabilidad las empresas productoras, los laboratorios de ensayo y la empresa exportadora, aun cuando han sido declaradas como no conformidades del sistema de la calidad en los resultados de las auditorias que realizan el organismo superior de las empresas mineras (IAT 0001.A3, MINBAS, Rev.03) y la entidad normalizativa nacional (PR-IE-02, ONN, Rev. 04).

A partir de todas estas normas cubanas, se recomienda la modificación inmediata del diagrama de control analítico y de los próximos contratos para la exportación, teniendo en cuenta los procedimientos analíticos desarrollados, aunque algunos de los ensayos tengan que ser contratados a un tercer laboratorio (DCM, CIPIMM) que pertenece a la misma organización y se encuentra actualmente en vías de reacreditación para dos de estos ensayos. Cilano y Febles (2009) presentaron estas particularidades para el caso de la comercialización de diferentes productos derivados de las zeolitas naturales

Elaboración y publicación de otros trabajos

Además de las normas cubanas elaboradas por el CTN 101 y aprobadas por la ONN, se presentaron en tres eventos internacionales y se publicaron en revistas, cinco trabajos relacionados con el proyecto (Cilano et al, 2009a; Cilano et al, 2009 b; Cilano et al, 2009c; Cilano et al, 2009d; Cilano, 2010c)

También se llevó a cabo la defensa de una maestría en el tema de desarrollo de los procedimientos analíticos para el control de la calidad de las zeolitas, los cuales dieron origen a las normas de ensayo para estos minerales (Cilano, 2010a). Para ello, fue necesario elaborar procedimientos técnicos y específicos internos para el CIPIMM (Cilano, 2010b; Cilano, 2010c). También se presentó un trabajo en un evento internacional (Cilano, 2010d). Estos resultados fueron aplicados para la producción de dos Materiales de Referencia (MR) de zeolita, ZECUAR-1 y ZECUAR-2 durante un convenio de colaboración entre el Centro de Investigaciones de la Industria Metalúrgica de Cuba y el Instituto de Tecnología Minera-Servicio Geológico Minero de Argentina. Estos MR constituyeron los números cuarto y quinto producidos a nivel mundial y están propuestos para su presentación en el próximo Congreso de Geociencias de la Sociedad Cubana de Geología.



Se llevó a cabo la presentación de dos trabajos, uno auspiciado por la Sociedad Cubana de Geología acerca de los principales logros de la normalización en la minería y la geología, (Cilano, 2011), y otro vinculado con el Ministerio de la Agricultura, (Chailloux y Cilano, 2011).

Los resultados investigativos de este trabajo fueron propuestos por la dirección del CIPIMM al CITMA, como unos de los **más relevantes del MINBAS**.

Perspectivas futuras de la normalización en la industria del oro y otros minerales industriales

Teniendo en cuenta la cantidad de los proyectos I+D priorizados para el desarrollo de tecnologías para la explotación de minerales de oro de distinta naturaleza, se realizó una evaluación preliminar de las principales especificaciones y los ensayos químicos de los minerales de oro y los productos intermedios y finales de su procesamiento (cementos, lodos y doré)

Los Procedimientos Técnicos (PT) establecidos para oro de acuerdo al sistema de calidad del Departamento de Caracterización de Materiales (DCM) del CIPIMM, solo comprenden minerales, concentrados y doré; para los casos de cementos y lodos electrolíticos, no existen como tales y mucho menos están validados metrológicamente.

El PT establecido para la determinación de oro y plata en minerales y concentrados (DCM-PT-05-001) es una adopción de una norma japonesa (JIS M 8111: 1967), la cual fue derogada y reemplazada por una versión más actualizada en 1998. Esto implica que no debemos utilizar más estos PT. En la actualidad se trabaja para desarrollar un nuevo procedimiento basado en las normas actuales (JIS 8111:98, ISO 11426:1997, ISO 10378:2005, ASTM E400- 1997, Lenahan and Murray, 2001).

También fue establecido desde hace años, que independientemente del tipo de mineral de partida y de la tecnología propuesta, el producto final sería una aleación de oro y plata (doré, o más conocido en el mercado como bullion) en el que debía certificarse además de los dos principales metales valiosos, Au y Ag, otros elementos minoritarios, tales como, Cu, Pb, Fe y Zn. Para ello, se ha venido utilizando sistemáticamente el procedimiento DCM-PT-05-003, en el que para mantener la plata en solución después del tratamiento con agua regia, es necesario utilizar un medio fuertemente ácido con ácido clorhídrico, lo cual es variable en función del contenido de plata. En la actualidad se está desarrollando un nuevo procedimiento para estos fines, basado en la literatura especializada (Lenahan and Murray, 2001; ASTM E 1446-2005). Mediante este nuevo procedimiento podrán estimarse de manera exacta de manera adicional. los elementos níquel, arsénico, hierro, bismuto, manganeso, platino, paladio, y osmio.

Con respecto al muestreo y la determinación de oro y plata en el doré es necesario desarrollar nuevos procedimientos. Recientemente fue aprobada por el CTN 101 una norma cubana con un nuevo procedimiento de muestreo mediante inmersión, el cual resulta más exacto que el procedimiento anteriormente utilizado mediante barrenado. De hecho, esta nueva forma es la recomendada por la literatura actualizada y especializada (ASTM E 1335-12004; ASTM B 562- 2005; ISO 11596: 2008; JIS M 8104: 1992).

Los procedimientos establecidos por el DCM para la determinación de oro y plata en el doré también deben ser revisados y reemplazados por los métodos que actualmente se utilizan a nivel mundial (ASTM E 1335-1 2004; Lenahan, Murray, 2001; ISO 11426: 1997).

Otros procedimientos y normas deben desarrollarse y validarse para la caracterización de los cementos y lodos electrolíticos.



También será necesario disponer de normas de especificaciones y ensayos de magnesitas y dolomitas.

A partir de la aprobación de las normas de especificaciones y ensayos de las rocas fosfóricas y fosforitas, se pretende producir un Material de Referencia de este mineral mediante un convenio de colaboración con el Centro de Tecnología Mineral (CETEM) de Brasil.

Como se puede apreciar, es bastante el trabajo a desarrollar en el DCM primero y en el CTN 101 después para disponer de herramientas analíticas de mayor exactitud metrológica en el sector del control de la industria del oro y de otros minerales industriales.

CONCLUSIONES

- ✓ El CTN 101 “Minería y Minerales” elaboró en estos diez años de trabajo, 77 normas cubanas distribuidas en 63 de especificaciones y ensayos para los productos sal, zeolita, arenas cuarzosas, carbón activado, carbonato de calcio, bentonitas, cromitas, plomo antimonial y rocas fosfóricas y fosforitas; 12 de simbología cartográfica ; 1 de barrenación y voladura; y 1 para el muestreo del doré.
- ✓ Además de toda la experimentación documental realizada, en muchos casos fue necesario ejecutar tareas de innovación tecnológica y de laboratorio para la obtención de normas cubanas aplicables a la industria y para el control de la calidad. Es por esto que el trabajo presenta importancia científica y tecnológica. Las normas cubanas elaboradas satisfacen plenamente a productores, comerciales y usuarios.
- ✓ Debe destacarse que muchas de estas normas cubanas no tienen análogos internacionales ni extranjeros. En particular la Norma NC 625 es la primera norma de especificaciones de zeolitas registrada por las organizaciones de normalización del mundo. Esto resulta de gran importancia económica para el país, ya que es el primer requisito a cumplimentar para la futura certificación y obtención de marcas registradas para nuestras producciones de zeolitas. Además, los Materiales de Referencia ZECUAR-1 y ZECUAR-2, producidos a partir de los conceptos de esta norma, constituyeron los números cuarto y quinto a nivel mundial.
- ✓ Los resultados obtenidos durante este periodo, sirvieron para la presentación y/o publicación de ocho trabajos científicos técnicos y para la defensa de una Maestría en Ciencias Químicas.

BIBLIOGRAFIA

- API Specification 13A, Specification for drilling-fluid materials. Sixteenth Edition, february 2004
Association of Fertilizer and Phosphate Chemists, AFPC Manual, 10th Edition 2009, Version 1.9
Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 12th edition, Washington, DC. (1970).
ASTM B 102 – 00 (Reapproved 2005), Standard Specification for Lead- and Tin-Alloy Die Castings
ASTM B 453/B 453M – 05, Standard Specification for Copper-Zinc-Lead Alloy (Leaded-Brass) Rod, Bar, and Shapes
ASTM B 749 – 03, Standard Specification for Lead and Lead Alloy Strip, Sheet, and Plate Products
ASTM E 37 – 05, Standard Test Methods for Chemical Analysis of Pig Lead
ASTM Standards C 911-99, Standard Specification for Quicklime, Hidrated Lime and Limestone for Chemical Uses
ASTM Standards C 911-99, Standard Specification for Quicklime, Hidrated Lime and Limestone for Chemical Uses
ASTM Standards, “Annual Book of ASTM St, 15.01 Refractories, Carbon and graphite Products, Activated Carbon.



- ASTM Standards, "Annual Book of ASTM St, 15.01 Refractories, Carbon and graphite Products, Activated Carbon.
- BS 2975-1:2004 "Sampling and análisis of glass-making sands" Part 1: Methods for sampling and physical testing of glass-making sands.
- BS 2975-2:2008 Methods for sampling and physical testing of glass-making sands. Part. 2. Methods for chemical analysis.
- BS 3908.10: 1978, Antimonio en aleaciones de Plomo. (Método titrimétrico)
- BS 3908.13: 1978, Antimonio en plomo y aleaciones de plomo (Bajos contenidos)
- BS 7319-5: 2000, Method for determination of anticaking additives content
- BS 7319-6: 2000, Method for determination of cadmium content
- BS 7319-7: 2000, Method for determination of copper content
- BS 7319-8: 2000, Method for determination of lead content
- BS 7319-9: 2000, Method for determination of mercury content
- BS 7583 : 1996 Specification for Portland limestone cement
- Chailloux, C.M., Cilano, C.G. , 2011. "Marco regulatorio para los minerales técnicos. insuficiencias y proyecciones", Taller sobre Minerales Técnicos, MINAG
- Cilano, C. G. y otros, "La Norma Cubana NC 625: 2008 y su relación con la producción y la exportación de productos de zeolitas", Segunda Convención de las Ingenierías de las Geociencias y Química, C Habana, 2010d.
- Cilano, C. G., "Zeolitas naturales. Determinación del contenido de zeolita mediante difracción de rayos-x. Método directo." Procedimiento Técnico DCM, PT 10-001, 2010b.
- Cilano, C. G., Febles, G.J.A., 2009. Aplicación de las normas cubanas de especificaciones y ensayos de las zeolitas durante el proceso de producción, contratación y exportación, Taller Internacional Zeolitas Naturales, Holguín, Cuba.
- Cilano, C.G y otros, 2011 "Logros, dificultades y perspectivas de la normalización en la minería y geología de Cuba", Evento Geociencias Santiago, Santiago de Cuba, Cuba.
- Cilano, C.G. y otros, Aplicación de las normas cubanas de especificaciones y ensayos de las zeolitas durante el proceso de producción, contratación y exportación, www.monografia.com, 2009a
- Cilano, C.G., Alvarez A. A., 2000. Estandarización de métodos y procedimientos para la caracterización de zeolitas, XIII Seminario Científico, CNIC.
- Cilano, C.G., 2010. Desarrollo de procedimientos analíticos para el control de la producción y la exportación de minerales de zeolitas, Maestría
- Cilano, C.G., 2010c. Guía para la validación de procedimientos analíticos, Procedimiento Específico DCM, PE-3,3-01.
- Cilano, C.G.; Fernández, I.R., 2004 "Introducción de la sal cubana grado alimentario en el mercado mundial" 9na. Convención y Feria de las Industrias Metalúrgicas, Mecánicas y del Reciclaje, METANICA 2004, V congreso Internacional, Sociedad Cubana de Química
- Cilano, C.G.; Fernández, I.R., 2004. "Introducción de la sal cubana grado alimentario en el mercado mundial" 9na. Convención y Feria de las Industrias Metalúrgicas, Mecánicas y del Reciclaje, METANICA 2004, V congreso Internacional, Sociedad Cubana de Química
- Cilano, C.G. y otros, Un primer paso para la exportación de productos del grupo empresarial geominsal, Geociencias 2009b, Tercera Convención Cubana de las Ciencias de la Tierra.
- CODEX STAN ISO-1985, Rev. 1-1997, ENMIENDA 1-1999, ENMIENDA 2-2001, Sal Grado Alimentario.
- Directivas NC, Disposiciones para el trabajo técnico. Parte 1: Normas Cubanas y otros documentos relacionados.
- ICONTEC 2096:1986, Bebidas alcohólicas. Bentonitas para uso tecnológico.
- ICONTEC 2271:1985, Bentonitas
- International Agency Energy Agency, " Assessment of soil phosphorus status and management of phosphatic fertilisers to optimize crop production", 2002
- IS 12485 : 1988- Bentonite for grouting in civil engineering works- Specifications.
- ISO 10378 – 1994, Concentrados de sulfuro de cobre - Determinación de contenido de oro y plata - análisis gravimétrico por ensayo al fuego y método espectrométrico de absorción atómica.
- ISO 10414-1:2008, Petroleum and natural gas industries. Field testing of
- ISO 11426- 1993, Determination of gold in gold jewellery alloys - Cupellation method (fire assay).
- ISO 13500:2008, Petroleum and natural gas industries, Drilling fluid materials. Specifications and tests.
- ISO 1418-1972, Method for assaying of gold in gold and gold alloys.
- ISO 5975 – 1983 Chromium ores - Determination of calcium and magnesium contents - EDTA titimetric method.



- ISO 5997-1984. Chromium ores and concentrates – Determination of silicon content – Molecular absorption spectrometric method and gravimetric method.
- ISO 6129: Chromium ores – Determination of hygroscopic moisture content in analytical samples – Gravimetric methods.
- ISO 6130 – 1985 (E) Chromium ores, Determination of total iron content – Titrimetric method after reduction
- ISO 6331 – 1983 Chromium ores and concentrates – Determination of chromium content – Titrimetric method
- ISO 8889: 1988 (E) Chromium ores and concentrates – Determination of aluminium content . Complexometric method.
- ISO-710, 1974: Graphical symbols for use on detailed maps, plans and geological cross-sections
- JIS M 8111 – 1967, Japanese Industrial Standard - Methods for determination of gold and silver in ores”
- Lamazares, J. L., A. Alvarez, J. Rodríguez, 1989 Determinación de impurezas en oro electrolítico obtenido a partir de soluciones ácidas por EAA con llamas, Informe de Investigación 588-10-10, CIPIMM.
- NC 1:2005, Reglas para la estructura, redacción y edición de las Normas Cubanas y otros documentos relacionados.
- NC 24-03:87 “Productos químicos inorgánicos. Sal Común. Especificaciones de Calidad”.
- NC 28-01:1983, “Fertilizantes mezclado, granulado y complejo”
- NC 333:2004, Guía para la elaboración de Normas de Producto.
- NC 44:18:84 “Minerales. Arena Sílice. Análisis Químico.
- NC 44-14: 83, Minerales. Cromita refractaria. Análisis químico.
- NC 44-14-1: 83, Minerales. Cromita refractaria. Determinación de humedad.
- NC 44-14-2: 83, Minerales. Cromita refractaria. Determinación gravimétrica de dióxido de silicio.
- NC 44-14-3: 83, Minerales. Cromita refractaria. Determinación volumétrica del trióxido de cromo. Método de control.
- NC 44-14-4: 83, Minerales. Cromita refractaria. Determinación volumétrica de trióxido de cromo. Método de arbitraje.
- NC 44-14-5: 83, Minerales. Cromita refractaria. Determinación de hierro.
- NC 44-14-6: 83, Minerales. Cromita refractaria. Determinación complejométrica de óxido de calcio y óxido de magnesio.
- NC 44-14-7: 83, Minerales. Cromita refractaria. Determinación complejométrica de trióxido de aluminio.
- NC 44-15: 83, Minerales. Cromita refractaria. Especificaciones de calidad.
- NC 44-31:86, Minerales. Bentonita secada nitrificada. Especificaciones de calidad.
- NC 44-32:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Métodos de control.
- NC 44-32-1:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación de la humedad.
- NC 44-32-2:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación de pérdida de agua a 40 grados centígrados.
- NC 44-32-3:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación de pH de la extracción acuosa.
- NC 44-32-4:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación de dióxido de silicio.
- NC 44-32-5:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación
- NC 44-32-6:83 Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación de
- NC 44-32-8:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación
- NC 44-32-9:83, Minerales. Bentonita secada y nitrificada. Determinación de
- NC 44-41:1998 Mineralogía. Carbonato de Calcio. Especificaciones de Calidad.
- NC 480:2006 Sal Calidad Alimentaria.
- NC 481:2006 Sal Común. Uso industrial y alimentación animal.
- NC 592- 1: 2012, Arenas Cuarzosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Determinación del contenido de óxido de silicio. Método Gravimétrico)
- NC 592- 10: 2012. Arena Cuarzosa. Métodos de ensayo. Parte 10: Determinación del por ciento de Arcilla. Método de Levigación
- NC 592- 3: 2012, Arenas Cuarzosas. Métodos de ensayo. Parte 3: Determinación del contenido de Óxido Férrico. Método Colorimétrico con á - á Bipiridilo. Método por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama
- NC 592- 5: 2012, Arenas Cuarzosas. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la Pérdida por Ignición. Método Gravimétrico
- NC 592- 7: 2012, Arena Cuarzosa. Métodos de ensayo. Parte 7: Determinación de Ca, Mg, Al y Cr. Método por Espectrofotometría de Absorción Atómica con Llama. Método de espectrometría de Emisión Atómica con Plasma Inductivamente Acoplado



- NC 592-2: 2012, Arenas Cuarzosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación del contenido de Tritóxido de Aluminio. Método Volumétrico con la Sal disódica del ácido etilendiamino tetra acético. Método Colorimétrico con Alizarina S
- NC 592-4: 2012, Arenas Cuarzosas. Métodos de ensayo. Parte 4: Determinación del contenido de Dióxido de Titanio. Método Colorimétrico con diantipirimetano. Método Colorimétrico con tirón
- NC 592-6: 2012, Arenas Cuarzosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación del contenido de Humedad. Método Gravimétrico
- NC 592-8: 2012, Arena Cuarzosa. Métodos de ensayos. Parte 8: Determinación del contenido de Cromo Total. Método Colorimétrico
- NC 626: 2008, Zeolitas. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico total. Método del cloruro de amonio.
- NC 631: 2008, Análisis Granulométrico por tamizado. Requisitos generales
- NC 631: 2008, Minerales. Análisis granulométrico por tamizado. Requisitos generales.
- NC 648:2012, Arena cuarzosa. Muestreo y Preparación de muestras.
- NC 764: 2010, Carbonato de calcio. Ensayos
- NC-ISO 78-2:2004, Química. Disposiciones para las Normas. Parte 2: Métodos de análisis químico.
- NC-ISO/IEC Guía 21-1: 2005, Adopción regional o nacional de Normas internacionales y de otros documentos normativos internacionales. Parte 1: Adopción de Normas internacionales.
- NC-ISO-IEC Guía 21-2: 2005, Adopción regional o nacional de Normas internacionales y de otros documentos normativos internacionales. Parte 2: Adopción de documentos internacionales que no son Normas internacionales.
- NEIB 1360-31:2003 "Minerales No metálicos. Manual de Especificaciones.
- NEIB 1360-31:2003, Minerales No metálicos. Manual de Especificaciones.
- NR IB 1132:91, Minerales. Zeolita. Preparación de muestras para ensayos de laboratorio.
- NR IB 1133:91, Minerales. Zeolitas. Determinación de elementos nocivos en muestras de zeolitas.
- NR IB 1135:91, Minerales. Zeolitas. Determinación del intercambio catiónico total. Método del cloruro de amonio
- NR IB 525:86, Zeolita. Determinación de la presencia mediante calores de inmersión.
- NTC 1361:00, Abonos o fertilizantes. roca fosfórica para aplicación directa al suelo
- NTP 311.166:1988), Fertilizantes. Rocas fosfóricas. Requisitos
- UNE 34207:1981, Cloruro de sodio. Determinación de yoduros. Método yodimétrico.
- UNE 34210:1981, Cloruro de sodio. Determinación de hierro con SPANDS
- UNE 34231:1981, Cloruro de sodio. Determinación de hexacianoferrato con Azul
- UNE EN 1018: 2007 "Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Carbonato de calcio"
- UNE EN 12485:2001 "Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Carbonato de calcio, Cal y Dolomita calcinada. Métodos de análisis.
- UNE EN 12485:2001 "Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Carbonato de calcio, Cal y Dolomita calcinada. Métodos de análisis.
- UNE EN 12902: 2006 Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Materiales inorgánicos de filtración y soporte. Métodos de ensayo.
- UNE EN 12902: 2006 Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Materiales inorgánicos de filtración y soporte. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 12915-1: 2004 "Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Carbón activo granulado. Parte 1: Carbón activo granulado virgen.
- UNE-EN 12915-1: 2004 "Productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Carbón activo granulado. Parte 1: Carbón activo granulado virgen.
- www.quiminet.com.mx, Usos y aplicaciones de la bentonita, 2006. www.segemar.gov.ar, Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) Instituto Nacional de Tecnología Minera (INTI), 2008.

Tabla I Requisitos de la sal grado electroquímico

Componente	Unidades	Especificación
NaCl	%	> 99,0
Ca	ppm	< 1400
Mg	ppm	< 450
Ca / Mg	-	> 3
SiO ₂	ppm	< 15
Insolubles	g/kg	< 1.5
Pb	ppm	< 0.1
Co	ppm	< 0.1
Mn	ppm	< 0.5
Hg	ppm	< 0.1
Metales Pesados totales Cr, Mo, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, As, Sb	ppm	< 1
Al	ppm	< 1
SO ₄	g/kg	< 3
F	ppm	< 2
I	ppm	< 0.2
Br	ppm	< 250
Ba	ppm	< 0.2
Sr	ppm	< 80
Fe	ppm	< 0.5
Ni	ppb	< 0.1
Orgánicos como TOC	ppm	< 15

Tabla II Especificaciones de la Sal Calidad Alimentaria

REQUISITO	CONTENIDO	ENSAYO
Cloruro de sodio, min.%m/m	97,0	Apartado 9.2
Materias insolubles en aguamáx.% m/m	0, 15	NC-ISO 2479
Calcio máx.% m/m	0, 18	NC-ISO 2482
Magnesio máx.% m/m	0, 06	NC-ISO 2482
Humedad máx.% m/m	3,0	NC-ISO 2483
Oxido de hierro(III) máx. mg/kg	50, 0	NC 317
Yodomin. –máx. mg/kg	18-50	NC 316

Tabla III Especificaciones de la Sal Común - Uso industrial y alimentación animal

Requisitos físico-químicos	Contenido
Cloruro de sodio, mín. % m/m	96,0
Materias insolubles en agua máx. % m/m	1,2
ión calcio máx. % m/m	0,5
ión magnesio máx... % m/m	0,25
Humedad máx. % m/m	6,0
Óxido de hierro (III) máx. mg/kg	500
Composición granulométrica	Se acuerda entre las partes

Tabla IV Normas Cubanas elaboradas para los ensayos químicos de la sal

Código	Especificación
NC 480:2006	Sal Calidad Alimentaria
NC 481:2006	Sal Común-Uso Industrial y Alimentación Animal
NC 480:2006	NaCl
NC-ISO 2479:03	Materia insoluble en agua
NC-ISO 2480-03	Sulfato
NC-ISO 2481-03	Halógenos
NC-ISO 2482-03	Ca y Mg
NC-ISO 2483-03	H ₂ O
NC-ISO 2590	As colorimétrico
NC 316:03	Iodo
NC 317:03	Fe colorimétrico
NC 631:2008	Análisis granulométrico
NC 603:2008	

Tabla V Especificaciones de Zeolitas Naturales

Propiedades físico - químicas	UM	Grados		
		I	II	III
Contenido de zeolita (mín)	%	80	60	40
Capacidad de Intercambio Catiónico Total (mín)	meq/100g	120	80	55
Análisis Granulométrico	7 grados			
Flúor (g/t)	<200			
Plomo (g/t)	<10			
Arsénico (g/t)	<3			
Cadmio (g/t)	<2			
Mercurio (g/t)	<5			
Digoxinas (g/t)	<1			

**Tabla VI Normas Cubanas elaboradas para las Zeolitas Naturales**

Código	Especificación
NC 625:2008	Zeolitas naturales - Requisitos
NC 626:2008	CICT
NC 627:2008	Preparación de muestras
NC 628-1:2008	Mercurio
NC 628-2:2008	As, Cd, Pb (EEO/ICP)
NC 629:2008	Contenido de zeolitas, arcillas y calcita por ATD
NC 630:2008	Contenido de zeolitas por DRX
NC 631:2008	Análisis granulométrico

Tabla VII Especificaciones de la Arena Cuarzosa para la Industria

Requisitos	A	B	C	D	E
SiO ₂ (% mín.)	99,0	98,0	97,0	96,0	90,0
Fe ₂ O ₃ (% máx.)	0,03	0,15	0,25	-	-
Al ₂ O ₃ (% máx.)	0,30	0,60	0,80	-	-
TiO ₂ (% máx.)	0,05	0,10	0,50	-	-
Cr ₂ O ₃ (% máx.)	0,03	0,05	0,50	-	-
PPI (% máx.)	0,10	0,40	1,50	0,60	3,0
Arcilla (% máx.)	0,20	0,40	4,0	2,0	10,0
Color	Blanca	Amarilla	Amarilla	Blanca	Amarilla

Nota: Arena beneficiada: A, B y D

Arena no beneficiada: C y E

Tabla VIII Intervalos de concentración y métodos para arenas en Norma británica

Oxide	Method	Range % m/m	
		Min	Max
LOI	Gravimetric	0.10	1.0
Fe ₂ O ₃	XRF / UV-VIS / ICP-OES	0.005	1.0
Al ₂ O ₃	XRF / ICP-OES / AAS	0.04	5.0
Cr ₂ O ₃	ICP-OES / AAS	0.000 1	0.03
K ₂ O	XRF / Flame Photometer / AAS	0.01	3.0
SiO ₂	XRF / Gravimetric	94.0	99.8
TiO ₂	XRF / UV-VIS	0.016	0.10
CaO	XRF / AAS / Titration	0.006	1.0
MgO	XRF / AAS	0.002	1.0
Mn ₃ O ₄	XRF / AAS	0.0	0.03
S=	XRF / ICP-OES / Combustion	0.0	0.05
Ni	ICP-OES	0.0	0.000 6
Co	ICP-OES	0.0	0.000 1
Cu	ICP-OES	0.0	0.000 35
Na ₂ O	XRF / AAS / ICP-OES / Flame Photometer	0.05	2.0
Pb ₃ O ₄	XRF	0.0	0.000 5
Carbon	Combustion	0.0	0.1

NOTE The analytes are expressed in the stable oxidation state; correction should be made if other oxidation states are needed.

Tabla IX Especificaciones del Carbonato de Calcio

Denominación del Índice de Calidad	UM	A	B	C	D	E	Método de Ensayo
CaCO ₃ Mín	%	99,0	98,5	98,0	95,0	98,0	UNE-EN 12485
CaO Mín	%	55,46	55,18	54,9	53,22	54,9	UNE-EN 12485
MgO Máx.	%	0.15	0.15	0.15	0.25	0.15	UNE-EN 12485
Fe ₂ O ₃ Máx.	%	0.05	0.05	0.05	0.5	0.05	UNE-EN 12485
Al ₂ O ₃ Máx.	%	0.1	0.1	0.1	1.5	0.1	UNE-EN 12485
SiO ₂ Máx.	%	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	UNE-EN 12485
PPI Máx.	%	43	43	43	43	43	UNE-EN 3262-1
H ₂ O Máx.	%	0.5	0.5	0.5	12	12	ISO 787-2
pH		8-10	8-12	-	-	-	ISO 787-9
Residuos insolubles en HCl (máx).		1,0	2,0	2,0	3,0	2,0	UNE-EN 3262-5
Color	-	Blanco	Blanco Cremoso	Cremoso Amarillento	Crema Rosado	Cremoso Amarillento	Visual

Tabla X Norma Cubana de Especificaciones y Ensayo de Carbón Activado

Especificación	Contenido	Método de Ensayo
Ceniza, máx (%)	15	EN 12902:1999
Humedad, máx. (%)	5	EN 12902:1999
Materia soluble en agua, máx (%)	3	EN 12902:1999
Zinc, máx (%)	0,002	EN 12902:1999
Índice Yodo, min (mg/l)	600	EN 12902:1999
Extraíbles en agua, máx (µg/L)		EN12902:1999
As	10	NC ISO 6595
Cd	0,5	ISO 8288
Cr	5	ISO 9174
Hg	0,3	EN 1483
Ni	5	ISO 8288
Pb	5	ISO 8288
Sb	3	ISO 11885
CN	5	ISO 6703-1
Densidad aparente (g/mL)	0,5-0,6	EN 12902:1999
Dureza (%)	90-95	EN 12915:1999
Granulometría	-	ISO 2591-1

Tabla XI Requisitos físico- químicos para las bentonitas

Propiedades físico químicas	UM	Requisito	Ensayo
Hinchamiento, min	mL	24	Parte de la norma
CICT, máx.	meq/100gr	65	NC 626:2008
Humedad	%	5-30	NC 626:2008
Contenido CaCO ₃	%	1-20	NC 764:2010
Fracción -0,074 mm (vía seca)	%	95	NC 631:2008

Tabla XII Composición química

Tipo Cromita Refractaria	Composición química (%)					
	Cr ₂ O ₃ mín.	Al ₂ O ₃ máx.	MgO máx.	SiO ₂ máx.	FeO máx.	CaO máx.
Rajón	30,0	26,0	19,5	7,6	15,0	1,0
Concentrado Grueso						
Concentrado Fino	34,0			19,0	5,0	

Tabla XIII Composición granulométrica

Tipo Cromita Refractaria	Abertura de tamiz (mm), mayor de:	Retenido (%)
Rajón	350	10 máx.
	20	80 mín.
	Bandeja	10 máx.
Concentrado grueso	6	5 máx.
	1	75 mín.
	Bandeja	20 máx.
Concentrado fino	1	10 máx.
	0,25	60 máx.
	Bandeja	30 máx.

Tabla XIV Tipos de calidad del plomo antimonial según composición química

COMPONENTE	U/M	A	B	C	D
Pb (mínimo)	%	99.0	98,0	97,0	97,0
Sb	%	< 0,85	1,6 – 1,9	2.75-2.85	1-3
As	%	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Cu	%	< 0.05	<0,05	< 0.01	< 0.01
Se	%	< 0.01	< 0.03	< 0.01	< 0.01
Sn	%	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Bi	%	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Fe	%	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zn	%	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01