

LAS INCLUSIONES DE DOBLE HÉLICE EN LAS ESMERALDAS COLOMBIANAS

Pierre Vuillet, Jaime Rotlewicz

Traducción: David Goubert

Palabras Clave: Colombia, Esmeralda, inclusiones en doble hélice.

En la serie dedicada a las características internas de las esmeraldas de Colombia y seguido al artículo concerniente a las inclusiones de pirita (Rotlewicz, 2000), este estudio ilustra las inclusiones en doble hélice. Los autores han querido limitarse aquí en la descripción de estas inclusiones y recordar el papel importante que desempeñan las imperfecciones de los cristales durante la cristalización. El análisis de los fenómenos responsables de la formación de estas inclusiones no ha sido abordado debido a que ello sobrepasa el límite de este artículo. Sin embargo, algunos comentarios que pueden contribuir a la explicación de la presencia de estas inclusiones dentro de las esmeraldas, son presentadas.

El artículo es una parte de las series dedicadas a las características internas de las esmeraldas de Colombia. A continuación del artículo de las inclusiones de pirita (Rotlewicz, 2000), las inclusiones dobles atornilladas, de hélice o en espiral son descritas y documentadas aquí. Los autores citan el papel importante que desempeñan las imperfecciones de los cristales durante la cristalización. El análisis de las causas que conducen a la formación de este tipo de inclusión no ha sido atendido aquí, debido a que va más allá del alcance de este artículo. A pesar, de que se presentan algunas pistas, las cuales contribuirían a la explicación del fenómeno responsable de la formación de estas inclusiones dentro de los cristales de la esmeralda.

Pierre Vuillet (pvuillet@yahoo.com) es un gemólogo de C.I. StarEmerald Colombia Ltda., Bogotá. Jaime (Jimmy) Rotlewicz (gemtec@elsitio.net.co) es el Director General de C.I. Gemtec Colombia Ltda., Bogotá.

Ver los agradecimientos y referencias consultadas al final del artículo.

Introducción

Las inclusiones y características internas en las piedras talladas son apreciadas diferentemente. Para unos, son los defectos que dañan la calidad de la piedra.

Para otros, ellas representan un interés primordial tanto sobre el plano estético como sobre las informaciones que ellas son susceptibles de suministrar. En efecto, ellas logran en ciertos casos identificar la naturaleza de la piedra, separar las piedras naturales de sus homólogas sintéticas y de sus imitaciones, pueden caracterizar la naturaleza del yacimiento, depósito o el método de crecimiento de la síntesis, también determinar cómo diagnóstico el campo de origen del yacimiento e identificar algún tratamiento o mejoras en la pared de piedra original. Ellas pueden igualmente ser la causa de fenómenos ópticos tales como el asterismo y el reflejo o brillo.

Y más sencillamente, ellas son a veces fascinantes bajo el lente de un microscopio. La captura de las inclusiones y características internas de las piedras representa un desafío real para el aficionado de la fotomicrografía. El arranque y enfoque, exige de mucha paciencia, está fundado sobre el uso del microscopio binocular y de sus accesorios tales como la iluminación limpia, lisa, o en fondo oscuro, filtros de polarización,

el dispositivo de inmersión y otros. La selección de los parámetros de la fotografía está, ella, ligada ella a la experiencia. La reciente introducción a la tecnología digital hace que las pruebas del retoque sean fáciles y accesibles a todos.

Las inclusiones de doble hélice

Este tipo de inclusión no es exclusiva de las esmeraldas de Colombia y se encuentran por igual dentro de otros berilos tales como las aguas marinas de Nigeria (comm. pers. E. Fritsch, 2001), las esmeraldas de síntesis hidrotermal de fabricación Biron (Hoy en día Pool, Australia) Guebelin y Koivula, 1986; Bosshart, 1991) y ciertos topacios (comm. pers. D.Gravier, E. Sternis y P. Dungler, 2001).

En la literatura gemológica anglosajona, este tipo de inclusión se denomina (modelo de crecimiento en espiral) (Bosshart, 1991). En realidad, se trata de una doble hélice en el cual el eje es siempre rectilíneo y paralelo al gran eje z del cristal de la esmeralda. La forma general de la inclusión es comparable a las roscas de un tornillo ligeramente cónico a dos redes diametralmente opuestas y de un mismo sentido de rotación. Los pasos son idénticos y constantes a lo largo del eje de la inclusión. Ella puede sobrepasar 30mm de largo, su diámetro exterior puede tener 1,5mm y el paso de cada hélice 3,0mm (figs. 1 y 2). Los autores han notado que estas huellas están en general, pero no exclusivamente, presentes en las esmeraldas extraídas de las minas en Chivor. Es difícil el determinar con certeza el yacimiento de origen de los cristales y piedras talladas. Para el conocedor, las esmeraldas de Chivor son suficientemente únicas para permitir su separación; ellas presentan una combinación de características como sigue:

Las propiedades descritas a continuación permiten al tallador o grabador, acorde a la talla, el posicionar la tabla de la piedra tallada con caras paralelas al gran eje z, lo que produce piedras rectangulares de color azulado donde los cortes chanfleados son de dimensiones reducidas. El comprador activo en Bogotá que examina más de 5.000 ct de piedras pequeñas por semana talladas puede encontrar este tipo de inclusión en el proyecto de venta de la mercancía de 2 a 3 veces por semana.

En ciertos casos, una inclusión sólida está presente en una de las extremidades de la doble hélice donde el diámetro es máximo en la proximidad de la inclusión, luego disminuye gradualmente con el alejamiento. La doble hélice se sitúa entre la inclusión sólida que presenta siempre una forma cristalina desarrollada y el pinacoide c del cristal. (Figura 2). La pirita (Figura 3)

En un carbonato (figura 4), dos inclusiones sólidas frecuentemente presente en las esmeraldas de Colombia (Eppler, 1961; Sinkankas, 1989; Bosshart, 1991; Rotlewicz, 2000), han sido identificadas.

Algunas inclusiones tienen una estructura diferente. Se trata de un caso de fractura continua en forma de doble hélice presentando una buena simetría, el núcleo central de la fractura es entonces visible (figura 5).

Discusión

Cuando una inclusión sólida está presente en el origen de la hélice doble, el aspecto general de la figura recuerda el arrastre causado por un fluido a alta velocidad, o el movimiento helicoidal de un cuerpo que cae en el aire o un líquido (ejemplo: una semilla de acacia que cae de la rama). La inclusión forma un obstáculo que perturba el crecimiento posterior de la esmeralda. Estas perturbaciones se manifiestan bajo la forma de una escarcha en doble hélice que no está completamente curada sobre una gran distancia a lo largo del eje z, dirección preferencial de la cristalización. Si la inclusión sólida no es visible, o podría estar disuelta en la esmeralda después del crecimiento del cristal, sobre todo si se trata de un carbonato, o la doble hélice nació en forma espontánea. La inclusión puede por igual tomar la forma de una separación (o fractura) en doble hélice más o menos bien definida según el grado de curación. A curación mínima, el núcleo central de la inclusión estará visible. (figura 6)

La dirección de crecimiento del cristal ha podido ser establecida gracias a la presencia de una inclusión sólida (figuras 3 y 4) donde la forma decreciente de la doble hélice (figuras 1, 5, y 6). La figura 3 es muy confusa por la determinación del sentido de enroscado de la doble hélice.

Las razones por las cuales la escarcha es una doble hélice son desconocidas. Si bien los fenómenos relacionados a la formación de este tipo de inclusión se salen del marco de este estudio, es interesante resaltar las siguientes anotaciones:

* El crecimiento de cristales y las condiciones de crecimiento no son constantes y pueden subir de variaciones bruscas o regulares; la cristalización, la disolución parcial y la re cristalización pueden alternar (Sunagawa 1998).

*Las imperfecciones químicas y de estructura, incluyendo las dislocaciones helicoidales juegan un papel importante en el crecimiento de los cristales (Bloss, 1994; Mercer, 1990 (ver recuadro). Casey (1995) presenta la simulación de una dislocación a dos hélices imbricadas o anidadas que suministra una fuente constante de sitios para el crecimiento del cristal.

*Las figuras de corrosión sobre las caras o lados pinacoidales de los berilos tienen un contorno hexagonal que se redondea con la distancia o alargue del punto de origen de la figura de corrosión (Sinkas, 1989).

*Gubelin y Koivula (1986) ilustran una inclusión de biotita enroscada en doble hélice en una esmeralda de Mozambique y orientada según el eje z de la esmeralda.

* Los cristales brutos son muy alargados y de sección débil (comúnmente llamados canutillos en el mercado de Bogotá) y frecuentemente con acabados de la combinación pinacoidal c (caras perpendiculares del eje grande z) y de lados o caras piramidales.

*El color verde de saturación débil (componente ordinario, ω) está modificada por una fuerte baja tinta azul (componente extraordinario, ϵ).

*La concentración del color y de las líneas de cruce son perpendiculares en el gran eje z.

*Las piedras son bien cristalizadas y las inclusiones son raras.

Conclusiones

Los autores han deseado llamar la atención del lector sobre el esteticismo de las inclusiones en doble hélice en las esmeraldas de Colombia y dar algunos índices en cuanto a la causa de su formación. Las técnicas de Topografía de difracción X (Topografía - Rayos X) Tomografía de catodoluminiscencia (CL Tomografía) (Sunagawa, 1998), inasequibles para este estudio, serían susceptibles de suministrar las informaciones necesarias para la explicación de su presencia en los cristales de esmeralda alargados y en la sección inferior.

Este Estudio ha permitido poner en evidencia la presencia de una doble hélice en donde una espiral simple se ha referido previamente. Cuatro de cinco inclusiones presentadas dan un paso "a la izquierda". No ha sido posible el determinar con certeza el sentido del paso de la última muestra. La baja cantidad de inclusiones estudiadas no permite establecer el carácter siniestro de la doble hélice en las esmeraldas de Colombia.

Nota del traductor: las referencias a las figuras y fotografías se suministran a continuación para que el lector pueda encontrarlas en el documento original en francés

Figura 1. La inclusión en doble hélice de paso "a la izquierda" dentro de un cristal de esmeralda de Chivor. Ninguna inclusión sólida es visible en el origen de la impresión. La medida del cristal es de 4,5 cm de largo. Col Gemtec; foto R. Giraldo CGIE.

Figura 2. Esquema de un cristal de esmeralda de Chivor presentando una inclusión en doble hélice con presencia de su origen de una inclusión sólida.

Figura 3. Vista espectacular de las perturbaciones causadas por un cristal deforme de pirita dentro de una esmeralda de Chivor. ES difícil de determinar el sentido de paso de las hélices. El eje de inclusión en doble hélice es perpendicular a las líneas de cruce de la esmeralda. X40. Foto J. Rotlewicz.

Figura 4. Inclusión en doble hélice provocada por un carbonato. La doble hélice es de paso "a la izquierda". El yacimiento de origen de la esmeralda en Colombia es desconocido. X35. Foto J. Rotlewicz.

Figura 5: Escarcha en doble hélice creada por desprendimiento. El tallador ha colocado la tabla en un plano paralelo al eje z, estilo de talla típico de esmeraldas de Chivor. X15 Foto J. Rotlewicz.

Figura6: Según el grado de curado, las escarchas tienen una definición diferente. Los diámetros de hélices disminuyen de izquierda a derecha en el sentido de crecimiento de cristales. A: doble hélice de paso "a izquierda" sin núcleo central en una piedra tallada de yacimiento de Colombia indeterminado. El curado de escarcha es parcial y sólo, los contornos de las hélices son visibles. B: fractura en forma de doble hélice de paso "a izquierda" con núcleo central creado por desprendimiento (aumento parcial figura 5). Para mayor claridad, la silueta de la doble hélice está materializada. El curado mínimo de escarcha transforma a las dos hélices y al núcleo central claramente visibles. A x 25; B x 30, Foto de J. Rotlewicz.

Las imperfecciones de los cristales (por F. D. Bloss)

La estructura ideal del cristal tal como se describe en la literatura implica un orden perfecto tanto a corta como a larga distancia. A corta distancia, el orden perfecto se realiza si los iones ubicados en el entorno inmediato de un ion de referencia A son idénticos en número, tipo y distribución geométrica de los iones presentes en el entorno del ion A', correspondiente al ion de referencia, una vez aplicadas las operaciones de simetría de translación y rotación que caracterizan a la estructura del cristal. A larga distancia, el orden perfecto se realiza si los vectores unitarios de la célula básica de la malla o red de cristal coinciden en el lugar o sitio A de referencia un sitio A" cuando multiplicamos estos vectores por un gran número entero.

En la realidad, el diagrama de difracción X de un cristal ordinario difiere del diagrama teórico del cristal ideal. Esto se debe a las imperfecciones de la composición química y de la estructura del cristal ordinario.

Las imperfecciones de la composición química concierne principalmente a la sustitución de iones por otros existiendo un radio iónico y una valencia similar. Cuando la valencia es diferente, ésta es compensada por adición de iones intersticiales o "agujeros". Estas imperfecciones son a veces una causa de color de la sustancia. El funcionamiento de láseres y de circuitos electrónicos están directamente relacionados a la introducción controlada de impurezas en la maya o red cristalina del sustrato.

Entre las imperfecciones de estructura, la dislocación de tipo helicoidal aparece debido a la introducción de un cristal de un eje helicoidal que normalmente no está presente. La superficie superior del cristal entonces parece una rampa o desnivel helicoidal de los cuales el declive (el paso) alcanzó su punto máximo inmediatamente alrededor de la dislocación luego disminuye hasta desaparecer finalmente con la distancia; el cristal encuentra entonces su orden perfecto. Estas superficies en forma de rampa en hélice facilitan el crecimiento del cristal, debido a que los átomos y los iones constituyendo la estructura son sometidos a una atracción mucho más fuerte hacia la parte frontal de una rampa o declive, particularmente si este paso tiene una altura de una o varias células unitarias.

El crecimiento en rampa del cristal es pues mucho más veloz que un crecimiento provocado por la adición sucesiva de nuevas capas de células unitarias por debajo de otras capas existentes, ya que ella permite evitar la tarea difícil de nucleación inicial de nuevas capas.

Agradecimientos

Los autores agradecen a: Emmanuel Fritsch (Emmanuel.fritsch@cnrs.imn.fr), Profesor al Servicio de Formación Continua De la Universidad de Nantes y al Instituto de Materiales Jean Rouxel (CNRS-IMN), Nantes, por su gran colaboración. Philippe Monneret, Grand Chatel, quien permitió la edición de ciertos documentos publicados. Denis Gravier (dgravier@aol.com) en Le Minéral Brut, Saint Jean Le Vieux, y a su esposa Daniele quienes tuvieron la gentileza de releer el documento original de composición Microsoft® Publisher 98