

Nuevo Depósito de Jales (NDJ)

Unidad Minera Buenavista del Cobre

Estado de Sonora, México

Informe de Divulgación



Foto: Vista del NDJ desde la esquina de margen derecha de la cortina.

Nuevo Depósito de Jales (NDJ)

UM BVC

Informe de Divulgación

Contenido

1.	Descripción del Depósito de Jales NDJ	3
2.	Descripción del diseño para todas las fases del ciclo de vida del NDJ	4
3.	Vigilancia y Monitoreo Permanentes del NDJ	5
4.	Clasificación por consecuencia	6
5.	Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE)	8
6.	Revisiones independientes	9
7.	Hallazgos en las revisiones de desempeño y de revisión de seguridad de presas (Dam Safety Review – DSR)	10
8.	Hallazgos materiales del Programa de Monitoreo Ambiental y Social	12
9.	Declaración de Conformidad del Nuevo Depósito de Jales en la UM BVC con el Estándar Global de Gestión de Jales (GISTM)	13

1. Descripción del Depósito de Jales NDJ

A continuación, se describe el Nuevo Depósito de Jales (NDJ).

Resumen del diseño	Descripción	Comentario
Inicio de operación	2015	Activo y tiene un Plan de Manejo de Jales
Estatus de ciclo de vida	3ª Etapa de 8 etapas	En 2025 se terminará la 3ª Etapa a la Elev. 1359 msnm
Número de estructuras de contención de residuos	Una obra de contención (cortina)	Tiene bordos interiores en el vaso para el manejo de los jales
Tipo de construcción	Construcción “Aguas Abajo” con materiales de banco de préstamo	Cortina flexible, filtrante y zonificada con materiales de banco de préstamo compactados.
Revisión anual del rendimiento de los depósitos (más reciente)	En 2024	GAP Analysis por Expertos Independientes
ITRB Revisión Independiente	En 2025	DSR (Dam Safety Review) Por Expertos Independientes
Comunidades aledañas	Ninguna.	No hay comunidades aledañas que puedan ser afectadas (DBA).

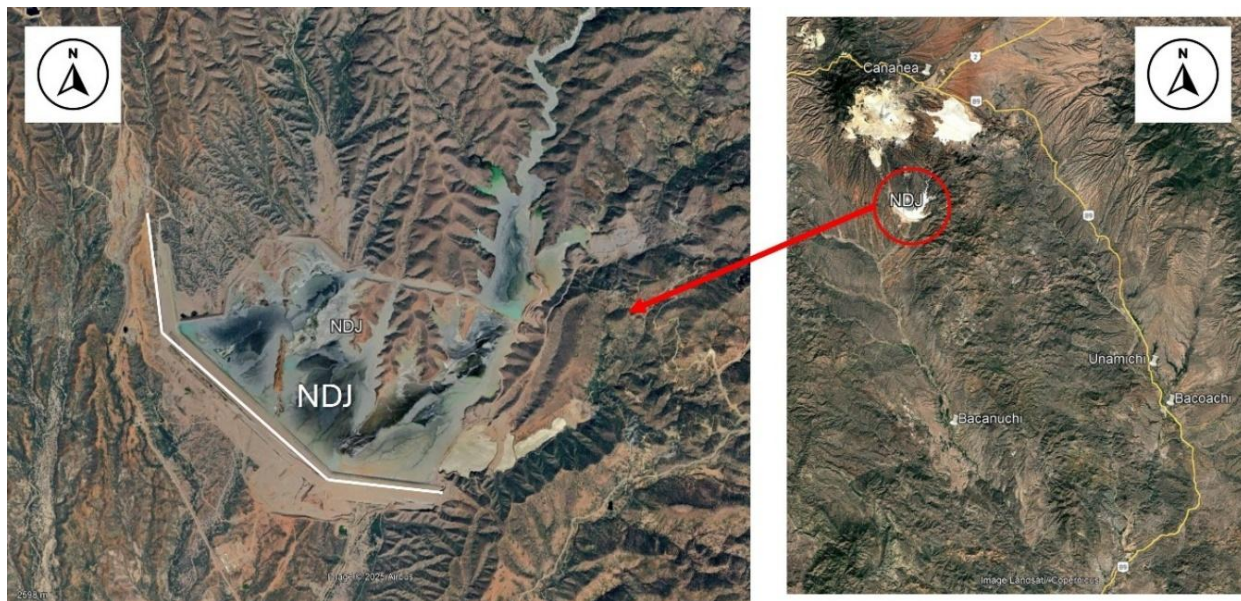
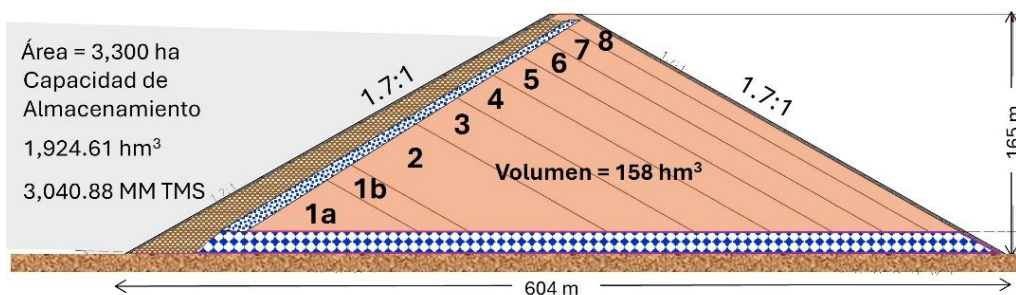


Ilustración 1. Imagen satelital (Google Earth) del Nuevo Depósito de Jales.

2. Descripción del diseño para todas las fases del ciclo de vida del NDJ

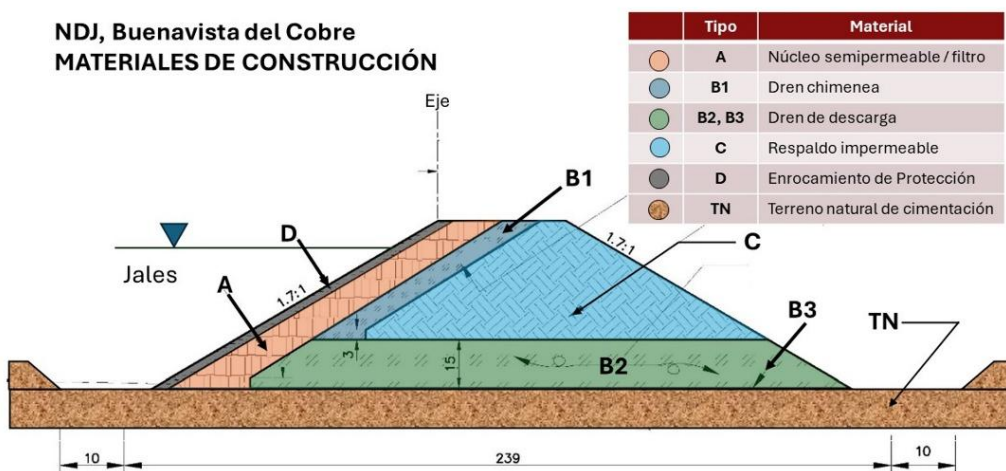
A continuación, se presenta una descripción del diseño para todas las fases del ciclo de vida del Nuevo Depósito de Jales (NDJ), incluidas la altura actual y la final.

Estructura	Etapas 2	Etapas 3	Etapas 8
Tipo de construcción de la cortina	Aguas Abajo	Aguas Abajo	Aguas Abajo
Tipo cortina u obra de contención	Flexible, Filtrante y Zonificada de materiales térreos de bancos de préstamo; compactados.		
Elevación de la corona [msnm]	1342	1359	1415
Altura al desplante de la sección máxima [m]	92	109	165
Año de terminación de construcción	2021	2025	2062
Capacidad o volumen para cada elevación [hm ³]	388.75	623.55	1924.61
Talud aguas abajo (H:V)	1.7:1	1.7:1	1.7:1
Longitud de la corona [km]	4.4	4.7	6.8
Período de retorno de la Avenida Máxima de Diseño [años]	12,000	12,000	12,000
Período de retorno del Sismo Máximo Creíble [años]	10,000	10,000	10,000



(a) El diseño de la cortina comprende 8 etapas de construcción

NDJ, Buenavista del Cobre MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



(b) Cortina flexible, filtrante y zonificada con respaldo impermeable.

Ilustración 2. Construcción en etapas y sección tipo de la cortina del NDJ.

3. Vigilancia y Monitoreo Permanentes del NDJ

Con la finalidad de conocer en todo momento las condiciones de seguridad del Nuevo Depósito de Jales (NDJ), se vigila el comportamiento geotécnico de la obra de contención (cortina) del depósito mediante el monitoreo en tiempo real y en forma permanente de la más moderna y avanzada instrumentación geotécnica, meteorológica y sísmica, conectada a una plataforma digital Trimble T4D.

La cortina del depósito está instrumentada con 13 estaciones piezométricas con cuatro niveles de piezómetros de cuerda vibrante (VWP) en todas ellas, para detectar la presencia de agua en la cortina o en su cimentación y, en ese caso medir la presión del agua; 12 estaciones con inclinómetros biaxiales fijos in situ (IPI); dos estaciones con extensómetros de cuerda vibrante (VWE); 14 antenas GNSS para detectar y monitorear los desplazamientos de la cortina; seis estaciones sismométricas con arreglo triaxial para medición de las aceleraciones sísmicas en tres componentes (dos horizontales y el vertical) y conocer la ocurrencia de sismos o detectar desplazamientos y medir la amplificación entre la roca basal y la corona de la cortina; y 10 estaciones meteorológicas automáticas para monitoreo de lluvia, viento, radiación solar y evaporación. En la Ilustración 3, se muestra la disposición de la instrumentación ya completamente operativa y un ejemplo de los umbrales de semaforización definidos para la vigilancia mediante el monitoreo en tiempo real y permanente de la cortina.

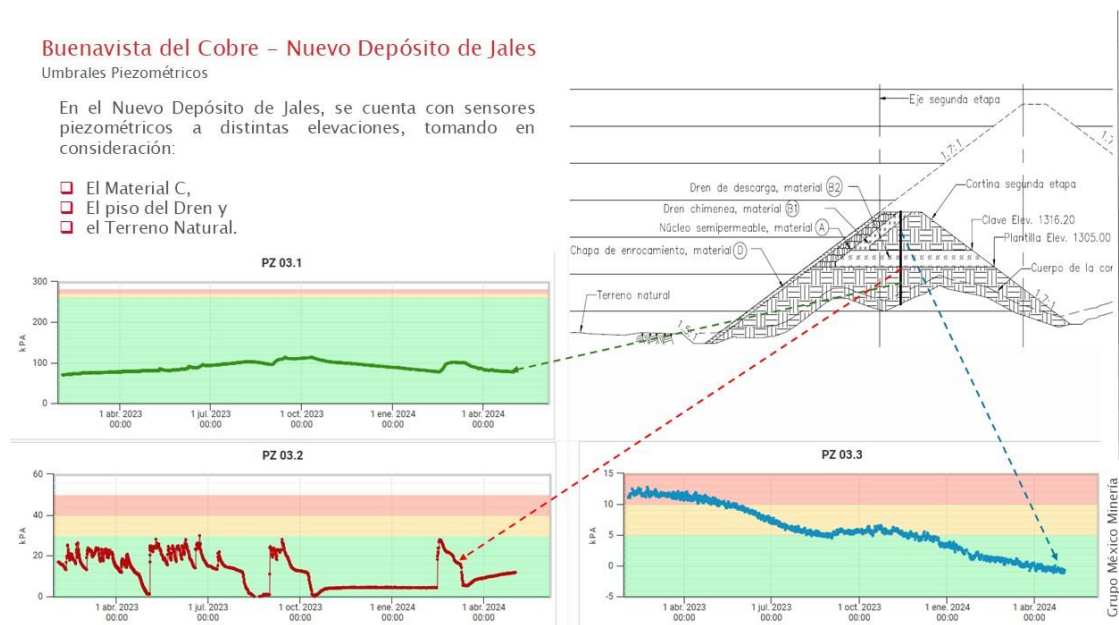


Ilustración 3. Instrumentación electrónica digital en tiempo real de la cortina del NDJ (Dren 3).

4. Clasificación por consecuencia

La clasificación del riesgo por consecuencias del NDJ se soporta en un proceso que identifica las consecuencias potenciales de daño aguas abajo de la obra de contención (cortina) a lo largo del cauce del arroyo Jaralito que inicia en la sección crítica considerada para los análisis de simulación de una hipotética ruptura de la cortina (Dam Breach Analysis DBA) que estaría asociada a una hipotética falla catastrófica del depósito.

Para efectuar esos análisis se consideraron múltiples factores, como la ubicación, el tipo de jales almacenados, la población potencialmente afectada, las infraestructuras, los recursos naturales y la importancia ambiental de la zona donde se localiza el NDJ. La clasificación por consecuencias es esencial para la gestión del Sistema de Jales que incluye la construcción de la obra de contención y el manejo de los jales con una recuperación de agua diaria de manera que nunca haya agua almacenada en el vaso del depósito, y toda el agua se recupera de inmediato y se recicla a los procesos de molienda en la Concentradora II.

Por otra parte, considerando que la cortina está construida con materiales térreos producto de bancos de préstamo compactados a más del 95% de la densidad seca máxima Proctor Modificada y compacidades relativas de 100%, así como que la cortina es filtrante de manera que es físicamente imposible que se almacene agua contra el talud aguas arriba. Los parámetros físicos para los análisis se han obtenido directamente en la cortina y los jales almacenados, mediante campañas de exploraciones con sondeos de piezocono sísmico y veleta en los jales, ficómetro y presiómetro en la cortina, y recuperación de muestras inalteradas y alteradas representativas de la columna de jales almacenados y de la cortina; con ensayos de laboratorio incluyendo la reología de los jales. Con este soporte experimental y los modelos matemáticos desarrollados para los análisis de estabilidad, se obtienen factores de seguridad superiores a los factores mínimos aceptables por el *Global Industry Standard on Tailings Management* (GISTM 2020)¹, la *International Commission on Large Dams* (ICOLD 2022)², la *Canadian Dam Association* (CDA 2013 y 2021)^{3,4} y la *International Council on Mining and Metals* (ICMM 2021, a y b)^{5,6}, en condiciones

¹ GISTM (2020). Global Industry Standard on Tailings Management. The International Council on Mining and Metals (ICMM), the United Nations Environment Program (UNEP), and the Principles for Responsible Investment (PRI).

² ICOLD (2022). Tailings Dam Safety. Bulletin No. 194. International Committee on Large Dams. Ginebra, Suiza.

³ CDA (2013). Dam Safety Guidelines. Canadian Dam Association. CA.

⁴ CDA (2021). Tailings Dam Breach Analysis. Technical Bulletin. Canadian Dam Association. CA.

⁵ ICMM (2021a). Tailings Management, Good Practices Guide - BPA. International Council on Mining and Metals. UK.

⁶ ICMM (2021b). Protocolos de Conformidad con el GISTM, Good Practices Guide - BPA. International Council on Mining and Metals. UK.

de operación normal (estática), condiciones de operación inusuales por avenida máxima con período de retorno de 12,000 años, bajo la acción del Sismo Máximo Creíble (MCE) determinado probabilísticamente para un período de retorno de 10,000 años y en las condiciones Post-Sismo para estudiar el fenómeno de licuación de jales y suelos.

Con base en los análisis de los escenarios y del análisis de *Escenarios y Modos de Falla Creíbles*, los resultados de las evaluaciones numéricas de todos los modos resultan en que no hay derrame de jales y, por lo tanto, tampoco habrá efectos aguas abajo del depósito. **Se concluye que el Nuevo Depósito de Jales (NDJ) de BVC no presenta escenarios con Modos de Falla Creíbles.**

Aun forzando una falla hipotética (CDA 2021) y considerando las cargas externas máximas como se indicó antes, el DBA resultó en una Clasificación de Riesgo por Consecuencias ***Baja*** que corresponde **al nivel más bajo contemplado en el GISTM.**

Asimismo, hay que destacar que la revisión de seguridad por los diferentes *escenarios y Modos de Falla Creíbles* está en línea con la normativa y estándares más exigentes para depósitos de jales (GISTM, ICOLD, CDA, ICMM)^{1,2,3,4,5}, la normativa oficial mexicana (NOM-141-SEMARNAT-2003) y las *Buenas Prácticas Internacionales*, Grupo México. Independientemente de la categoría de consecuencias obtenida, aplica para los depósitos de jales el uso de los criterios de diseño más estrictos a nivel internacional.

En conclusión, las localidades más cercanas aguas abajo de la cortina del NDJ están completamente seguras, y son el rancho Ojo Caliente (Cananea) a 4.1 km con 2 habitantes y Bacanuchi (Arizpe) dista 33 km con 183 habitantes (INEGI 2020). Los resultados de una hipotética falla muestran que los jales ni siquiera llegarían al Bordo de Contingencias dista 2 km de la cortina. Por lo que respecta al medio ambiente y camino rural, ese derrame hipotético tampoco producirá impactos. El Área Natural Protegida es Bavispe ANP más cercana dista 29 km al Noreste (Ilustración 1), y queda totalmente fuera del área de influencia del NDJ.

Con base en los resultados obtenidos, **se puede afirmar que tanto las poblaciones como sus bienes muebles e inmuebles, la infraestructura y el medio ambiente, están seguros debido a que el NDJ cumple con los más estrictos estándares mundiales, tiene factores de seguridad superiores a los mínimos aceptables por esos estándares y un manejo de jales controlado para asegurar el buen desempeño y la más alta seguridad del depósito NDJ.**

5. Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE)

El Nuevo Depósito de jales (NDJ) de BVC no presenta *Modos de falla Creíbles* por lo que no hay posibilidades de que se presente una falla de la cortina que provoque un derrame de jales. Sin embargo, y con la finalidad de considerar la posibilidad (inexistente hoy) de que en algún momento ocurriera un problema, el NDJ tiene un *Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE)* para estar preparados en el caso de un mal funcionamiento de la cortina del NDJ, sus obras auxiliares o su infraestructura asociada.

En la elaboración del *Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE)* del NDJ se han aplicado las mejores prácticas y conocimientos tomando en consideración las potenciales consecuencias, las evaluaciones de impacto y de la exposición y vulnerabilidad de los seres humanos y el medio ambiente, con la participación de los operadores y expertos internos y externos en su preparación.

El PPRE es evaluado y mejorado continuamente en conjunto con las partes interesadas, colaborando con organismos públicos, asegurando los recursos necesarios, capacitando y realizando ejercicios periódicos. El compromiso de Grupo México es estar preparados para brindar una respuesta inmediata para salvar vidas, evitar daños a las personas y a sus bienes, suministrar ayuda humanitaria y evitar o reducir al mínimo los daños en el medioambiente.

El PPRE para el NDJ tiene como objetivo principal establecer lineamientos de acción y planes específicos en caso de ocurrencia de emergencias. En particular, el PPRE define las acciones destinadas a minimizar las potenciales consecuencias para las personas y el medioambiente ante una eventual falla en el depósito, incluyendo las medidas de mitigación durante y después de la emergencia, así como posibles acciones de remediación.

6. Revisiones independientes

Las revisiones independientes más reciente del NDJ se realizaron en 2023 y 2024 por los expertos de Knight Piésold (KP), empresa de sólido y amplio reconocimiento internacional en la materia. En 2025 y como una etapa de transición, KP ya inició una nueva revisión a profundidad de todos los aspectos del NDJ como lo indica el GISTM. Una vez concluida esta etapa de transición, en una segunda fase a desarrollar a inicios de 2026, KP asumirá la actuación plena del Ingeniero de Registro (EoR) Externo del NDJ.

Entretanto y de acuerdo con KP, Grupo México tiene designado un Ingeniero de Registro Interno, lo cual es permitido por el GISTM (Principio 9 Requerimiento 9.1). Esto representa una etapa de transición en lo que se inicia la participación del Ingeniero de Registro de KP (externo) y quien cuenta con el apoyo de expertos multidisciplinarios independientes en depósitos de jales de la empresa Knight Piésold.

Entre las revisiones por los expertos multidisciplinarios independientes de KP, las más importantes son el GAP Analysis efectuado en 2023 y el Dam Safety Review (DSR) efectuado en 2024, los cuales se encuentra entre las evidencias de cumplimiento del GISTM.

En el segundo semestre de 2025 se ha iniciado una nueva revisión que dará como resultado un nuevo DSR, como preparación para iniciar la participación del Ingeniero de Registro (EoR Engineer of Record) de KP, con lo que se dará cumplimiento al GISTM, en particular el Principio 9.

Es importante también considerar que el GISTM indica que las revisiones independientes de los depósitos de jales se deben efectuar con una periodicidad de cada cinco (5) años.

7. Hallazgos en las revisiones de desempeño y de revisión de seguridad de presas (Dam Safety Review – DSR)

El Dam Safety Review (DSR) realizado en 2024 presenta los hallazgos resumidos y que se atienden como se describe en la [Tabla 1](#).

Tabla 1. Hallazgos y Acciones correctivas emprendidas o efectuadas en el NDJ.

Prioridad	Hallazgo
1	Situación resuelta. Rellenar la excavación en la zona del dren 14. Ya se realizó en 2024. En esa zona y en toda la cortina, los factores de seguridad resultaron mayores que los valores mínimos aceptables (ICOLD, CDA) con acciones hidrológicas y sísmicas extremas. Situación resuelta completamente.
2	<p>Situación resuelta. Actualizar la caracterización de los materiales que componen el depósito. En 2024 y 2025 ya se realizaron nuevas exploraciones geotécnicas con ensayos de campo y laboratorio en los materiales de cortina y en los jales almacenados.</p> <p>Situación resuelta. Actualizar el análisis de estabilidad de la cortina incluyendo el análisis de flujo de agua y las propiedades de los materiales que resultan de nuevas exploraciones y ensayos de campo y laboratorio. Ya se realizó a finales de 2024 y se está actualizando en 2025. Los factores de seguridad resultan mayores que los valores mínimos aceptables (ICOLD, CDA) con acciones hidrológicas y sísmicas extremas.</p> <p>Situación resuelta. Llevar un monitoreo continuo de las variables críticas (piezométricas, desplazamientos (inclinómetros y GNSS), aceleraciones y batimétricas), junto con su análisis, para asegurar el cumplimiento de las intenciones de diseño. Ya se tienen operativa la vigilancia de la instrumentación con sus umbrales y semáforos, así como la telemetría, visualización y seguimiento en tiempo real en la plataforma Trimble T4D.</p>
3	Situación resuelta. Actualizar los análisis de rotura de presa (DBA – Dam Breach Analysis) en función de las observaciones realizadas que se refieren

Prioridad	Hallazgo
	<p>principalmente a considerar propiedades reológicas determinadas experimentalmente para los jales almacenados en el NDJ, y con ello evaluar nuevamente la clasificación de riesgo por consecuencia y en los criterios de diseño hidráulico y sísmico de cada depósito. Esto ya se realizó en 2025.</p> <p>En desarrollo. Actualizar el estudio de peligro sísmico para el NDJ, donde se indique claramente como se obtienen los espectros de respuesta, en función de los períodos de retorno correspondientes a la clasificación del riesgo por consecuencia (GISTM, CDA). En proceso.</p> <p>Situación resuelta. Desarrollar un Manual de Operación, Mantenimiento y Vigilancia (MOMV) para el NDJ. Se hizo la versión 1.0 del MOMV y está en proceso su actualización.</p> <p>En desarrollo. Desarrollar un Plan de Preparación y Respuesta ante Emergencias (PPRE) para el NDJ. En proceso.</p>
4	No se identificaron recomendaciones de prioridad 4.

8. Hallazgos materiales del Programa de Monitoreo Ambiental y Social

Con el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y el Sistema de Gestión de Riesgos (SGR) el registro y la evaluación continuos de los **Controles Críticos** del NDJ cuentan con el seguimiento y monitoreo de los objetivos, controles y parámetros de desempeño del depósito, entre los que se incluye el cumplimiento de los permisos ambientales y sectoriales adquiridos.

El seguimiento de controles operativos se realiza a través del Sistema de Gestión Ambiental, el sistema de gestión de riesgos críticos de la División Minera de Grupo México y los procedimientos establecidos en el Manual de Operación, Mantenimiento y Vigilancia.

En ese seguimiento la instrumentación y monitoreo en tiempo real con las mediciones de la presión de poro o niveles de agua en la cortina y la cimentación mediante los piezómetros de cuerda vibrante (VWP), de los desplazamientos mediante los inclinómetros biaxiales fijos in situ (IPI), los extensómetros de cuerda vibrante (VWE), las antenas GNSS y las estaciones acelerométricas triaxiales, estas últimas también para registrar sismos, permiten hacer el seguimiento y la vigilancia continuos y en forma permanente del comportamiento de la obra de contención y su cimentación y alimentan la matriz de Controles Críticos del NDJ.

En conclusión, se puede afirmar que con base en el monitoreo y los resultados de la operación del NDJ, se verifica y se manifiesta que tanto los compromisos operacionales adoptados como el estado de los permisos ambientales y sectoriales, se encuentran en estado de cabal y total cumplimiento.

En el ámbito del NDJ no se ha tenido ningún problema ambiental, sectorial o social por lo que no ha habido necesidad de identificar ni emprender acciones de mitigación.

9. Declaración de Conformidad del Nuevo Depósito de Jales en la UM BVC con el Estándar Global de Gestión de Jales (GISTM)

El presente Informe de divulgación se ha elaborado de conformidad con los 77 requisitos de los 15 principios del GISTM y con el beneficio de las orientaciones emitidas por el ICMM. Se refiere únicamente a la conformidad con las GISTM y no aborda el cumplimiento de los requisitos legales o reglamentarios aplicables. Cualquier indicación de que el depósito no está en plena conformidad con uno o más requisitos de la GISTM, no debe entenderse en el sentido de que el depósito no está en conformidad con los requisitos legales o reglamentarios aplicables que puedan solaparse con los requisitos de la GISTM. La empresa trata de garantizar el pleno cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios aplicables en todo momento.

Grupo México a través de un equipo multidisciplinario y con base en los reportes de revisores expertos independientes, ha llevado a cabo un proceso de autoevaluación para evaluar la conformidad de todos los requisitos establecidos en el Estándar Global de Gestión de Jales para la Industria Minera (GISTM 2020), sobre la base de revisión realizada por un consultor experto, siguiendo los lineamientos establecidos en los Protocolos de Conformidad del ICMM (2021).

De los **77** requisitos evaluados del GISTM (2020)^{1,6}, **70** requisitos sí resultan aplicables, y de éstos se ha determinado que **68** requisitos (**97%**) se encuentran con la condición de "**Cumple**" y los otros **2** requisitos (**3%**) se encuentran con la condición de "**Cumple en proceso**", es decir, ya se está desarrollando lo necesario para lograr su cumplimiento a la mayor brevedad posible y se refieren mayormente a los Principios 13 y 15. Los restantes **7** requisitos han sido considerados como "**No aplicables**" al NDJ.

De esta manera y con base en los resultados obtenidos de la evaluación de conformidad del NDJ con el GISTM, **se concluye que el Nuevo Depósito de Jales (NDJ) de la Unidad Minera de Buenavista del Cobre (BVC) cumple de plena conformidad al 100% en el 97% de los requisitos y el 3% restante ya se encuentra en proceso de implementación para lograr el 100% de cumplimiento con todos los principios y requisitos del Estándar Global de Gestión de Jales para la Industria Minera (GISTM 2020)¹.**