

NICKEL

REVISTA

LA REVISTA DEDICADA AL NÍQUEL Y SUS APLICACIONES

NICKEL, VOL. 34, Nº 2, 2019

Hoy y mañana El níquel en la vida y la ciencia

*El futuro de
la captura y el almacenamiento
del carbono*

*Detectando las ondas
gravitacionales cósmicas
utilizando aleaciones de níquel*

*Nuevo puente Champlain
para los próximos 125 años*





ESTUDIO DE CASO 16 MERDEKA PNB 118

Compitiendo por ser el tercer edificio más alto del mundo, el rascacielos súper alto de 644 metros (2113 pies), Merdeka PNB 118 (de Permodalan Nasional Berhad, una empresa inversionista respaldada por el gobierno), está tomando forma en Kuala Lumpur. Situado en el emplazamiento de Merdeka, de significación histórica por ser el lugar donde se declaró la independencia de Malasia en 1957, la torre cristalina contará con 118 pisos y estará coronada por un alto chapitel de 150 metros.

Según la empresa arquitectónica Fender Katsalidis Architects, que trabajó con el arquitecto local RSP Architects y los arquitectos paisajistas Sasaki Associates, “el diseño faceteado del edificio se parece a los que se encuentran en las artes y artesanías tradicionales de Malasia”.

Construido para durar

Un sistema estructural de acero que consta de seis zonas de armadura de cinturón, tres zonas de vigas de soporte, plataformas de piso de composite y una extensa armadura de cubierta constituye la estructura principal. Estos sistemas aseguran la estabilidad y están diseñados para resistir el viento y los terremotos. La superestructura está soportada por una gruesa losa de cimentación de 4 metros y 137 pilotes moldeados en el lugar cuya caja se ha hecho con perforadora, cada uno de 2.2 metros de diámetro y 60 metros de longitud.

Instalaciones sanitarias de acero inoxidable

Se eligieron tuberías de acero inoxidable para las instalaciones sanitarias de los 118 pisos a los que había que suministrar servicio. El acero inoxidable es ideal para las presiones muy elevadas

que se encuentran en las estructuras súper altas, así como para facilitar agua potable de primera calidad. Se utilizarán más de 70 toneladas de acero inoxidable tan solo para el sistema de instalaciones sanitarias. Usando acero inoxidable tipo 304 (UNSS30400), las tuberías y accesorios tienen un tamaño de entre 15 y 60.5 mm. Se eligió el sistema de instalación sanitaria HOTO de HOTO Stainless Steel Industries, un fabricante de Malasia de tubos de acero inoxidable, para suministrar los sistemas de agua fría y descarga de agua y Qudotech Std Bhd hará la instalación. Está previsto que este ambicioso proyecto concluya en 2021.

Ni



EDITORIAL: NUEVO NUEVO, NUEVO ANTIGUO Y EINSTEIN

Nuestra sociedad está fascinada por lo nuevo y eso es comprensible. Pero no debemos olvidar que los materiales que nos han traído adonde estamos, siguen con nosotros. Y eso incluye al níquel.



Un pequeño ejemplo es el acero inoxidable al níquel de los vehículos que llevarán a la humanidad más allá de la Tierra en el futuro. Eso es lo que busca Elon Musk, director general de SpaceX. Sin embargo, SpaceX no está sola, y –especialmente si su cohete súper pesado tiene éxito– será emulada por otros pioneros espaciales.

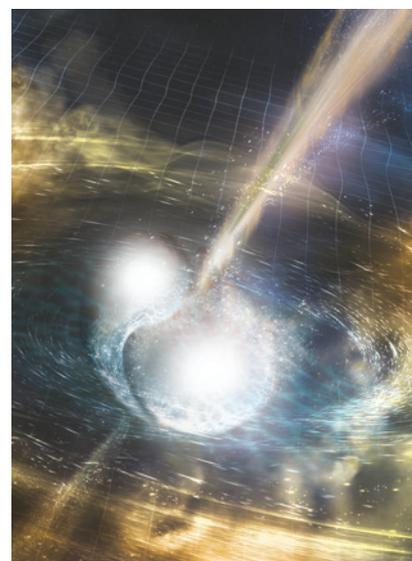
Más cerca de nuestra realidad cotidiana se encuentra la infraestructura. Un puente principal, que se inauguró con bombos y platillos en 1962, duró tan solo 50 años. Siguió utilizándose hasta 2019 con un costo e inconveniencias muy elevados. Su sustituto, el nuevo puente Champlain sobre el Río San Lorenzo en Quebec, Canadá, tiene una vida útil de 125 años. Una diferencia importante entre el fallido puente y el nuevo puente es el amplio uso de aceros inoxidables al níquel (véase la página 6). Si bien las consecuencias de la selección de materiales inadecuados a lo largo del ciclo de vida completo de la estructura de 1962 fueron muy costosas, el nuevo puente refleja las lecciones aprendidas.

¿Y Einstein? Aumente sus conocimientos de las ondas gravitacionales y descubra cómo las aleaciones que contienen níquel hicieron su detección posible (véase la página 10).

Nickel celebra los continuos aportes de los materiales que contienen níquel en la ingeniería, la arquitectura y la ciencia. El níquel, en diversas formas, es una parte esencial de nuestro futuro. En nuestro planeta y fuera de él.

Clare Richardson

Editora, Revista *Nickel*



Sucedan muchas cosas en la impresión de este artista de un evento espacial cataclísmico: la colisión de dos estrellas de neutrones. Esta es una obra de la imaginación, pero cada vez los científicos entienden más sobre el probable funcionamiento de la física en el Universo.

Un ejemplo de ello es la reciente detección y medición de las ondas de gravedad y, sí, el níquel está implicado. Vaya a la página 10 para ver la historia sobre LIGO y Virgo.

ÍNDICE

- 02 **Estudio de caso n° 16**
Merdeka PNB 118
- 03 **Editorial**
Nuevo, antiguo y Einstein
- 04 **Actualidades de Nickel**
- 06 **Nuevo puente Champlain**
un futuro de 125 años
- 08 **La presa Boundary Dam**
Cinco años de captura y almacenamiento de carbono
- 10 **Ondas gravitacionales**
Detección utilizando níquel
- 13 **Trenes de hidrógeno**
Níquel a bordo
- 14 **Toboganes**
del Aeropuerto Jewel Changi
- 15 **Nuevas publicaciones**
- 15 **Detalles UNS**
- 16 **Guitarra a prueba de golpes**
Manufactura de aditivos usa níquel

La revista Nickel es una publicación del Nickel Institute

www.nickelinstitute.org

Dr. Hudson Bates, Presidente
Clare Richardson, Editora

communications@nickelinstitute.org

Colaboradores:
Gary Coates, Rick Huza, Larry Martin, Richard Matheson,
Bruce McKean, Geir Moe, Kim Oakes, Odette Ziezold

Diseño: Constructive Communications

El material aquí contenido ha sido preparado para información general del lector y no deberá utilizarse ni tomarse como base para aplicaciones específicas sin antes obtener asesoramiento. Aunque se considera que el material es técnicamente correcto, el Nickel Institute, sus miembros, su personal y sus consultores no afirman ni garantizan que sea adecuado para ningún uso general o específico ni aceptan ningún tipo de obligación o responsabilidad respecto a la información aquí contenida.

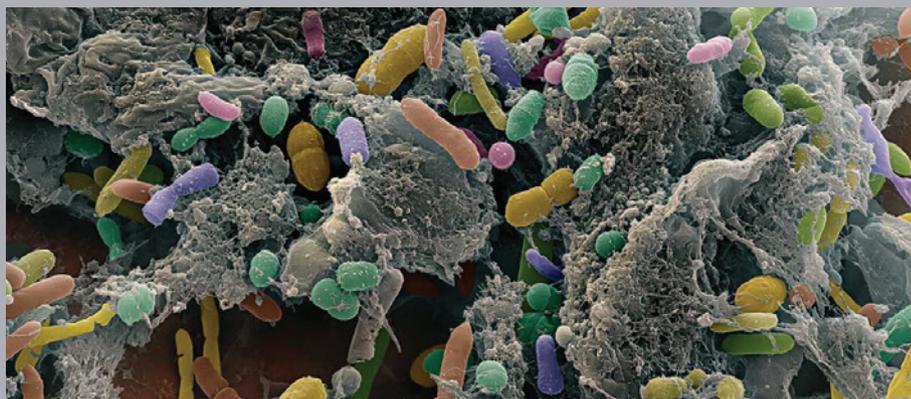
ISSN 0829-8351

Impreso en papel reciclado en Canadá por Hayes Print Group

Créditos de las imágenes:
Portada: iStockPhoto©cemagraphics

NICKEL

ACTUALIDADES



EYE OF SCIENCE/SCIENCE SOURCE

Gérmenes en el espacio

El espacio es inhóspito. Es un entorno estresante y poco natural para los seres humanos. Cuando los seres humanos llegan al espacio son portadores de bacterias de la Tierra. Pero lo que es benigno o puede tratarse fácilmente en la Tierra, llega a ser problemático en el espacio.

La profesora Elisabeth Grohmann de la Universidad de Ciencias Aplicadas Beuth de Berlín, autora de un nuevo estudio, ha dicho que “Igual que las hormonas del estrés vuelven a los astronautas vulnerables a la infección, las bacterias que ellos mismos portan se vuelven más resistentes –desarrollando gruesas capas protectoras y resistencia a los antibióticos– y más enérgicas, multiplicándose y metabolizándose más rápido”.

Se ha desarrollado una superficie patentada de plata y rutenio que se ha puesto a prueba en la zona de baños de la Estación Espacial Internacional. La presencia de bacterias medida después de 12 y 19 meses se redujo en más del 80% en comparación con las superficies de control.

La plata/rutenio es un revestimiento de superficie, y la superficie que se recubre es de acero inoxidable al níquel tipo 304 (UNS S30400), una aleación conocida por su capacidad para aceptar distintos tratamientos de superficie.

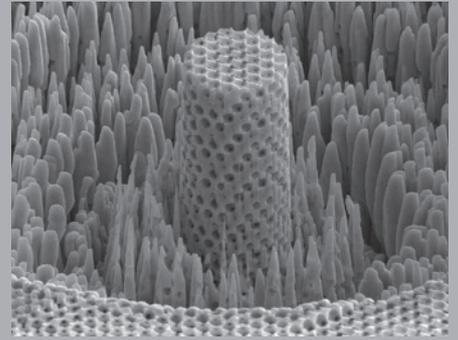
El espacio siempre será inhóspito, pero los materiales que contienen níquel, en papeles principales y secundarios, posibilitarán el sostenimiento de la vida humana.



Volver al futuro

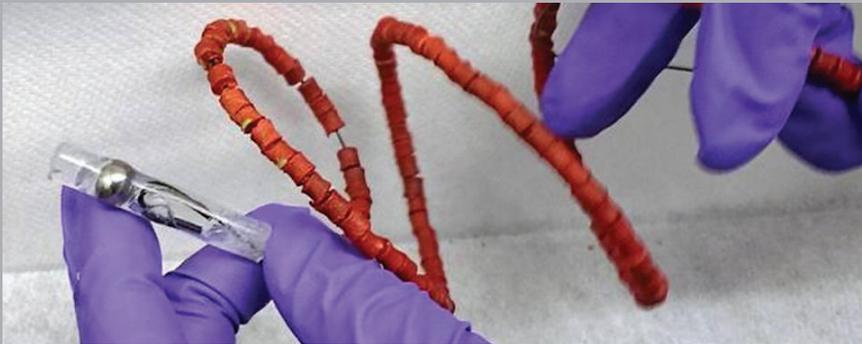
Los cohetes espaciales eran un elemento principal de la ciencia ficción en la década de 1950. En esa época se describían como cigarrillos gruesos brillantes con ventanas, aletas y patas. Las naves espaciales del futuro se están diseñando ahora con prototipos muy parecidos a las naves especulativas ficticias de hace 70 años. Y están fabricándose con aceros inoxidables al níquel.

SpaceX está desarrollando su vehículo Single Stage to Orbit (SSTO), que será propulsado por su cohete espacial súper pesado (conocido antes como BFR). Por numerosos motivos, Elon Musk, director general de SpaceX, dice que el acero inoxidable es la mejor opción por razones técnicas, económicas y de rendimiento, superando fácilmente al composite de carbono y aluminio.



Madera metálica

Es tan resistente como el titanio aeroespacial pero más ligera que el agua. Aunque se llama “madera metálica”, el material no contiene ningún tipo de madera. Investigadores de la Universidad de Pensilvania, la Universidad de Illinois, y la Universidad de Cambridge han construido una hoja de níquel con poros nanométricos que tiene la misma resistencia que el titanio pero es de cuatro a cinco veces más ligera. Por los poros parece madera, con espacios de aire entre los miles de millones de “puntales” de níquel. Ampliado miles de veces el material parece un panal. ¿El próximo reto? Averiguar cómo producir este material en grandes cantidades. Los grandes bloques podrían ser revolucionarios para las industrias de construcción y automóviles que buscan materiales más ligeros capaces de soportar cargas pesadas con relación a su peso.



Más tratamiento de la tuberculosis digestiva

Un enrollado y fino alambre podría significar un avance importante para tratar la tuberculosis, una de las enfermedades infecciosas que causa más muertes en el mundo, y que infecta a un cuarto de la población y mata a más de un millón de personas al año. En las zonas rurales de países como India, Sudáfrica y China, donde las tasas son elevadas, ha resultado difícil administrar el tratamiento de antibióticos diario durante seis meses. El alambre elástico, hecho de Nitinol (UNS N01555), una aleación de níquel y titanio, se introduce en el paciente. Cambia de forma cuando llega a las temperaturas más altas del estómago. Hasta 600 “pastillas” de varios antibióticos se cuelgan del alambre y los medicamentos se liberan a lo largo de un período de un mes. La forma de espiral impide que se adentre en el aparato digestivo. Garantizar los ciclos de tratamiento completos es un reto mundial que se ha resuelto con la ayuda del níquel.

EL NUEVO PUENTE CHAMPLAIN DE MONTREAL: MAYOR DURABILIDAD CON REFUERZO DE ACERO INOXIDABLE



Se especificaron tres posibles aleaciones de acero inoxidable: tipos 2304 (UNSS32304), 2101 (S32101) y 304 (S30400). Las tres aleaciones ofrecen una considerable resistencia a la corrosión durante 125 años puesto que todas incluyen suficientes niveles de cromo y níquel. Se utilizó el tipo 2304 (4% Ni) por motivos de costo y disponibilidad en el momento de la licitación. El material de refuerzo se produjo y se fabricó en Norteamérica.

El puente Champlain, que cruza el río y el canal de San Lorenzo, es el más transitado de Canadá y por él pasan más de 50 millones de vehículos al año y unos 11 millones de usuarios de transporte público. Se inauguró en 1962 para unir Montreal con la costa sur y ha servido a las comunidades de Quebec y del este de Canadá durante casi 58 años. Ahora está programada su demolición.

Lo sustituye el nuevo puente Samuel de Champlain, inaugurado el 1 de julio de 2019 por el Ministerio de Infraestructuras de Canadá. El puente de 3.4 kilómetros de longitud es una estructura atirantada con tres plataformas de carretera paralelas separadas que tienen 60.2 metros de anchura en total y que albergan seis carriles de carretera, dos carriles adicionales extra anchos para autobuses, dos carriles para transporte público, y un sendero multiusos de 3.5 metros para peatones y ciclistas.

La estructura original se había deteriorado considerablemente debido al efecto corrosivo de la sal de carretera, que no se planificó adecuadamente, y a algunos fallos de diseño. Un drenaje inadecuado y defectuoso ocasionó el estancamiento de agua y su derrame sobre elementos estructurales críticos. Además, las vigas pretensadas/postensadas de hormigón del tramo de acceso, que era una nueva tecnología a finales de la década de 1950, se deterioraron considerablemente. En 2013 se anunció que el puente iba a reemplazarse. La construcción empezó en 2015.

Los diseñadores se enfrentaron a muchos retos relacionados con el mantenimiento. El medio ambiente de Montreal es extremadamente duro, con temperaturas invernales que llegan a -25°C. Las temperaturas estacionales pueden variar hasta en 60°C, lo que tiene como resultado ciclos de congelación-descongelación extremos. El uso de la sal de carretera es necesario para mantener el puente abierto en condiciones invernales.

Dado que el puente es un vínculo económico esencial con el este de Canadá, el propietario exigió una vida útil de 125 años para el componente de calzada de la estructura. La durabilidad prolongada se alcanzó mediante la combinación del diseño y la selección de materiales apropiados. Los extensos análisis del costo del ciclo de vida justificaron la relación beneficios/costo de utilizar materiales más duraderos en todos los elementos principales. Los ahorros se obtendrán a lo largo de la vida útil del puente gracias a las reparaciones y la perturbación del tráfico durante las obras de carretera que se evitarán.

Para garantizar que se logren la durabilidad y vida útil deseadas, el propietario estipuló el uso de ciertos materiales



que “potencian la durabilidad” en vez de elegir un enfoque de especificación basado en el rendimiento. Esto incluyó los materiales de refuerzo (barras de refuerzo) elegidos.

Según la evaluación del Gobierno, las condiciones duras, la vida útil prolongada de los principales componentes de la estructura y la importancia económica de este enlace dictaron que el acero de refuerzo fuera inoxidable.

Se utilizó un total de 17,000 toneladas de refuerzo de acero inoxidable en las

secciones prefabricadas y moldeadas in situ de la plataforma de la calzada de todo el puente, incluidos los accesos, los estribos y todas las superficies alrededor de las juntas de dilatación.

El nuevo puente Samuel de Champlain combina la belleza y la utilidad, teniendo en cuenta todos los posibles modos de transporte. Gracias a sus componentes que contienen níquel, ni el clima ni los patrones de transporte derrotarán a este puente. NI

En resumidas cuentas, el refuerzo de acero inoxidable es una característica de valor agregado al diseño con ventajas mensurables en cuanto a los ahorros a largo plazo y a una utilización mayor de la red, evitando la congestión del tráfico provocada por las obras de carretera.

CINCO AÑOS DE CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

Las aleaciones que contienen níquel dan buenos resultados en el complejo de CCS Boundary Dam de SaskPower. En la sección del absorbedor, AL-6XN® con aproximadamente un 24% de níquel se utiliza para soportar la corrosividad del gas de combustión mojado.



SASKPOWER

Existen muchas formas innovadoras de reducir las emisiones de carbono. Una de ellas es el complejo de captura y almacenamiento de carbono (CCS, por sus siglas en inglés) en Boundary Dam, conocido también como Boundary Dam 3 (BD3). Después de cinco años de funcionamiento, los aceros inoxidables tipo 316L (UNS S31603) y las aleaciones de níquel, tales como AL-6XN® (N08367) y 254 MO® (S31254), siguen dando buenos resultados durante el servicio en lo que muchos inicialmente consideraron como un proyecto de demostración.

Satisfacer las necesidades energéticas y climáticas

Boundary Dam es una gran central eléctrica alimentada por carbón operada por una empresa de servicio público provincial, Saskatchewan Power Corporation. En funcionamiento desde 1955, la turbina BD3 fue retroadaptada en 2014 con una instalación de captura y almacenamiento de carbono, convirtiéndose en la primera central eléctrica alimentada por carbón del mundo en utilizar la captura postcombustión.

Con una vida útil nominal de 30 años, el concepto de diseño original era capturar y almacenar hasta un millón de toneladas de dióxido de carbono al año a partir del gas de combustión, con la ventaja agregada de prolongar la vida útil de las turbinas por décadas. Con un costo de alrededor de 1500 millones de dólares canadienses y una reducción en la producción de energía de la unidad de 139 MW a 115 MW netos, el aspecto económico de esta instalación ha sido objeto de polémicas a pesar de que la tecnología y los materiales están demostrando ser resistentes.

SO₂ y CO₂: un doble reto

Para la generación eléctrica a escala de empresa de servicio público, el carbón sigue utilizándose ampliamente, y proporciona energía para

aproximadamente el 40% de la electricidad mundial. Saskatchewan tiene más de cinco mil millones de toneladas de reservas de lignito (un carbón mineral) suficiente para otros 250 años a las tasas de consumo actuales.

El dióxido de sulfuro (SO₂) es un importante producto de combustión y presenta un doble reto para la CCS: la eliminación del SO₂ y del CO₂. Aguas arriba, las partículas se eliminan primero del gas de combustión en un precipitador. Las partículas, comercializadas como cenizas volantes, son un polvo fino utilizado en el hormigón, la minería, los pozos de petróleo, las bases de carretera, así como para la estabilización de residuos líquidos. El óxido de nitrógeno (NO_x) se minimiza en el gas de combustión mediante el uso de quemadores de bajo NO_x, y la limitación del aire secundario.

El proceso utilizado para reducir las emisiones es una técnica de captura de CO₂ a base de disolvente, combinada con un proceso de eliminación del SO₂.

En primer lugar, el SO₂ se elimina del gas de combustión y posteriormente el CO₂ se captura en la misma instalación. La unidad de CCS BD3 de SaskPower es capaz de eliminar hasta el 100% del SO₂, convirtiéndolo en un ácido

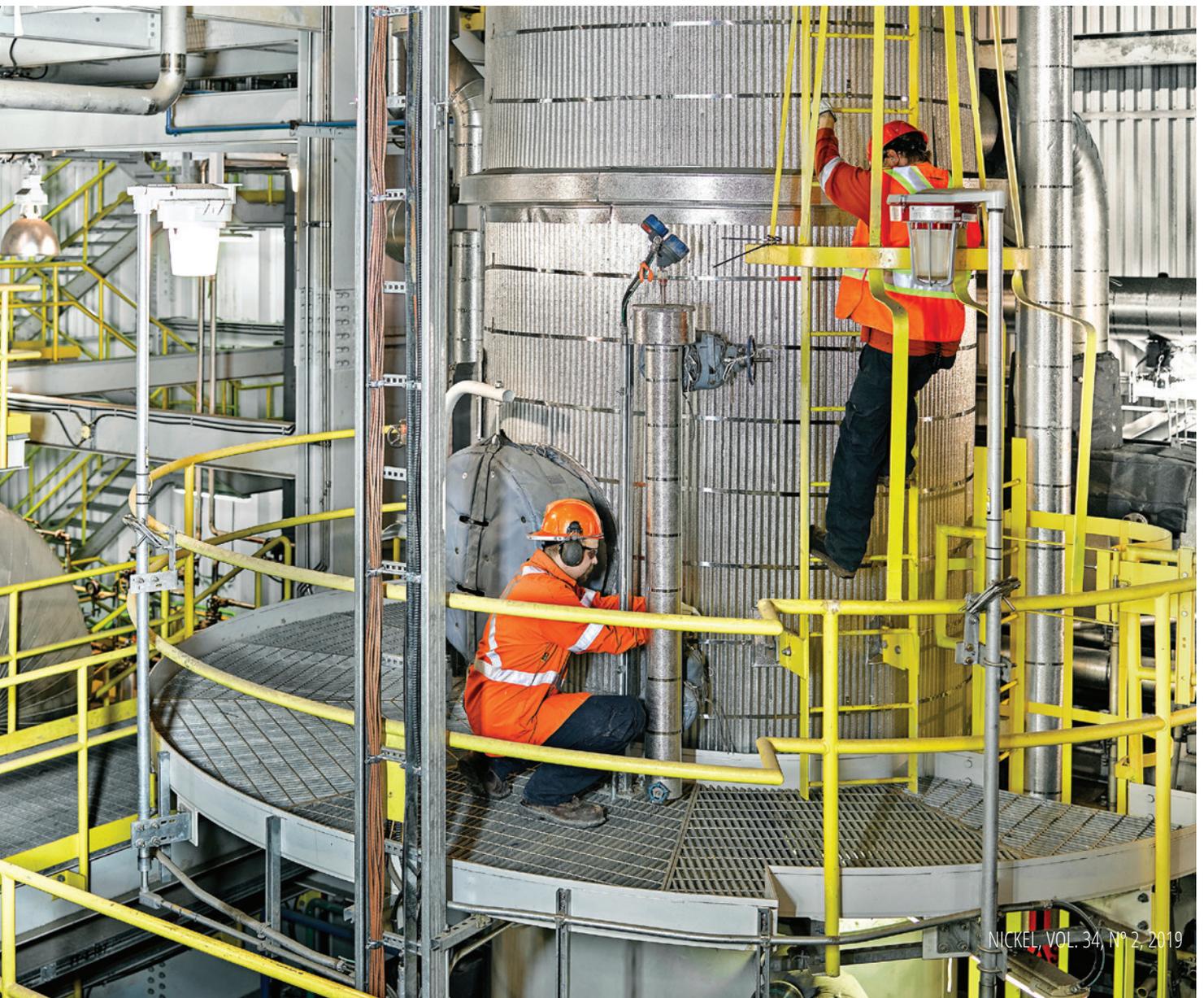
sulfúrico comercializable a una tasa de 16,000 litros al día.

Puede eliminarse hasta el 90% del CO₂ del gas de combustión. Este gas se comprime a una presión de 17.2 MPa (2500 psig) en un estado supercrítico o en una condición de fase densa. Luego se transporta a través de tuberías a lugares de almacenamiento geológico: un depósito de petróleo de aproximadamente 1.4 kilómetros de profundidad en una operación de recuperación de petróleo mejorada cerca de Weyburn, Saskatchewan, o un acuífero salino de aproximadamente 3.4 kilómetros de profundidad. Para demostrar que el almacenamiento de CO₂ a gran profundidad en una capa de arenisca llena de salmuera es una manera segura de reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero, este sitio de almacenamiento geológico está sujeto a medición, monitorización y verificación.

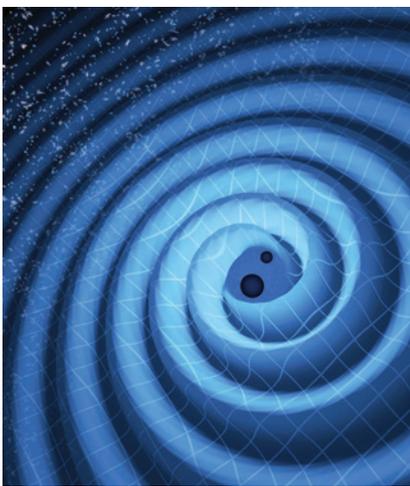
Las periódicas inspecciones en servicio han demostrado que las aleaciones que contienen níquel en toda la unidad están en buen estado. Los componentes del sistema de procesamiento tales como los recipientes, las unidades de purificación y filtración, las tuberías, los compresores y los intercambiadores de calor generalmente no exhiben señales de picadura y corrosión. En la mayoría de los casos, el metal expuesto al proceso tiene el mismo buen aspecto que cuando se puso en servicio.

El acero inoxidable AL-6XN[®], una aleación súper austenítica, es conocido por su alta resistencia, así como resistencia a la corrosión por picadura en soluciones ácidas; solo un ejemplo de cómo los materiales que contienen níquel posibilitan tecnologías innovadoras proporcionando caminos para un futuro con una reducción de las emisiones de carbono. Ni

Desde 2014, las estadísticas de rendimiento de la planta de SaskPower han demostrado una mejora continua, con aproximadamente 2.6 millones de toneladas de CO₂ procesados hasta la fecha. En 2018, la instalación de CCS capturó un total de 625,996 toneladas de CO₂, considerablemente más que en 2017. Cuando se excluyeron las razones externas del tiempo de inactividad, la disponibilidad de la unidad de CCS fue del 94%.



EINSTEIN EN LO CIERTO (DE NUEVO) ONDAS GRAVITACIONALES PRONOSTICADAS SON DETECTADAS GRACIAS A ALEACIONES QUE CONTIENEN NÍQUEL



En la ilustración de arriba, dos agujeros negros están a punto de fusionarse. Cada uno tendrá su propia rotación e, impulsados por su mutua atracción gravitacional, están volando en espiral uno contra el otro. Estos agujeros negros fueron detectados el 26 de diciembre de 2015 y eran respectivamente 14 y ocho veces la masa del sol. La dimensión onda-tiempo aquí está representada por el patrón de rejilla y está siendo distorsionada por las ondas gravitacionales generadas por la fusión. Tales eventos no son triviales incluso en la escala del Universo. Sin embargo, como demuestran LIGO y Virgo, no son raros.

En 1916, Albert Einstein publicó el artículo que pronosticaba las ondas gravitacionales: ondas en el tejido espaciotemporal ocasionadas por los fenómenos más violentos de nuestro distante universo, como las explosiones de supernovas o la colisión de agujeros negros. Durante más de un siglo, esta predicción ha intrigado a los científicos: ¿podrían detectarse esas ondas, si existieran? Si es así, las implicaciones para la física fundamental –la confianza de que la teoría general de la relatividad de Einstein era, en efecto, un marco teórico viable– serían profundas.

La astronomía de las ondas gravitacionales era una rama teórica de la astronomía de observación que esperaba utilizar ondas gravitacionales para recopilar datos observacionales sobre objetos como las estrellas de neutrones, los agujeros negros y acontecimientos como supernovas. Pero en primer lugar había que comprobar su existencia. Se encontró apoyo científico y político para tal búsqueda y el resultado fue tres iniciativas coordinadas, dos en los Estados Unidos (LIGO) y una en la Unión Europea (Virgo).

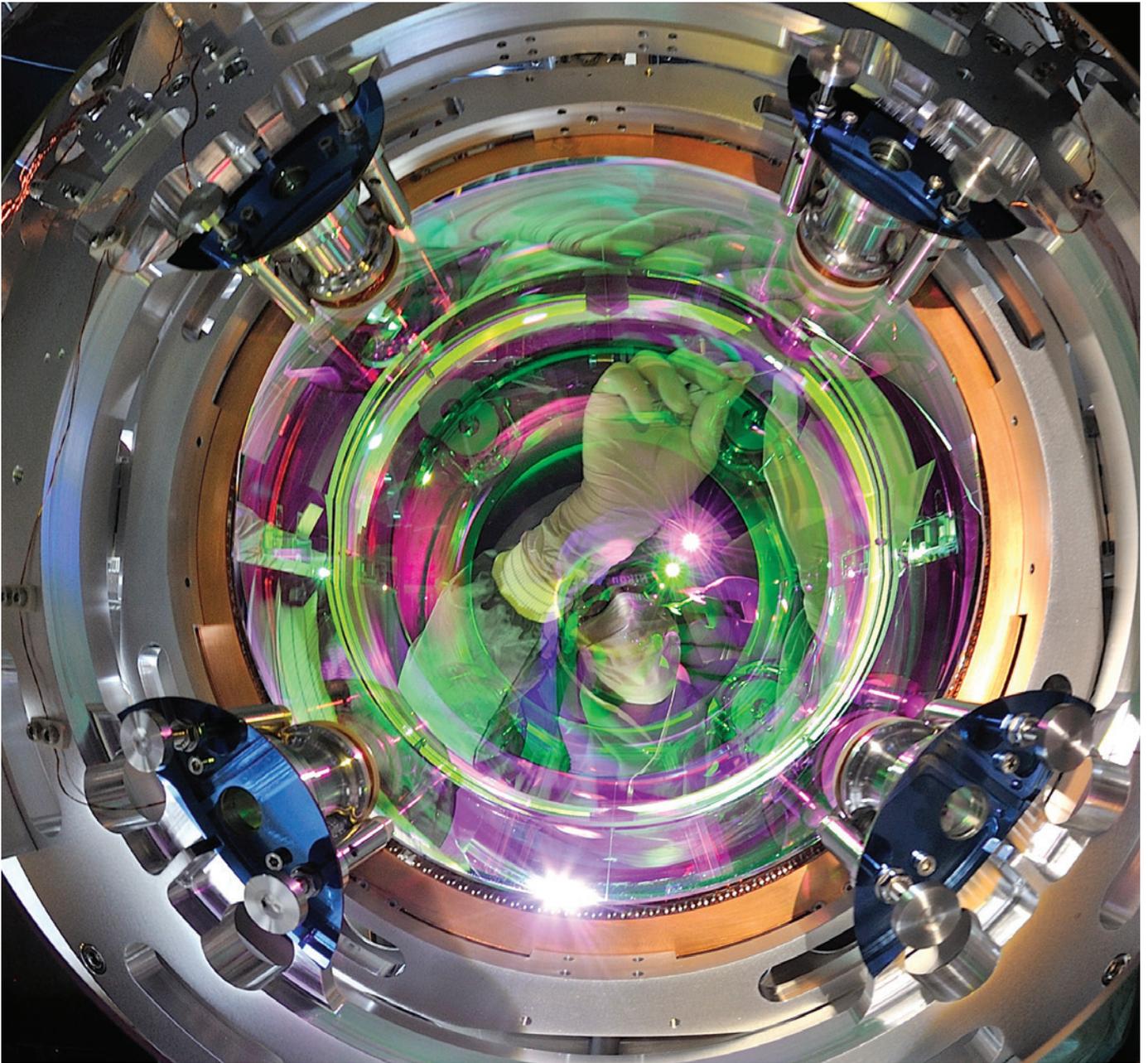
De la teoría a la práctica

El *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* (LIGO, Observatorio de Ondas Gravitacionales de Interferómetro Láser) es un experimento y observatorio de física a gran escala, operado para la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos por Caltech (Instituto de Tecnología de California) y MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts) para detectar las ondas gravitacionales cósmicas y desarrollar observaciones de ondas gravitacionales como herramienta astronómica.

Se construyeron dos observatorios con objeto de detectar las ondas gravitacionales por interferometría láser. Esto se hace comparando el tiempo de viaje de los haces de láser enviados junto con dos trayectorias perpendiculares de 4000 metros de longitud y reflejadas desde cuerpos de prueba aislados y suspendidos.

Las operaciones iniciales de LIGO entre 2002 y 2010 no detectaron ninguna onda gravitacional. En 2008, comenzó el trabajo para mejorar los detectores originales de LIGO. Con mejoras que dieron como resultado un enorme aumento de la sensibilidad, las dos trayectorias de 4000 metros se comparan ahora continuamente con una precisión de 10^{-19} metros, $1/10,000^{\circ}$ el tamaño de un protón.

Lograr este grado de sensibilidad requiere una notable combinación de innovaciones tecnológicas en láseres de precisión, tecnología de vacío y sistemas ópticos y mecánicos avanzados. Dos observatorios de LIGO, en los estados de Washington y Louisiana, están operados al unísono para rechazar las perturbaciones terrestres.



COLABORACIÓN EGO/VIRGO/PERCEBALL

La UE también

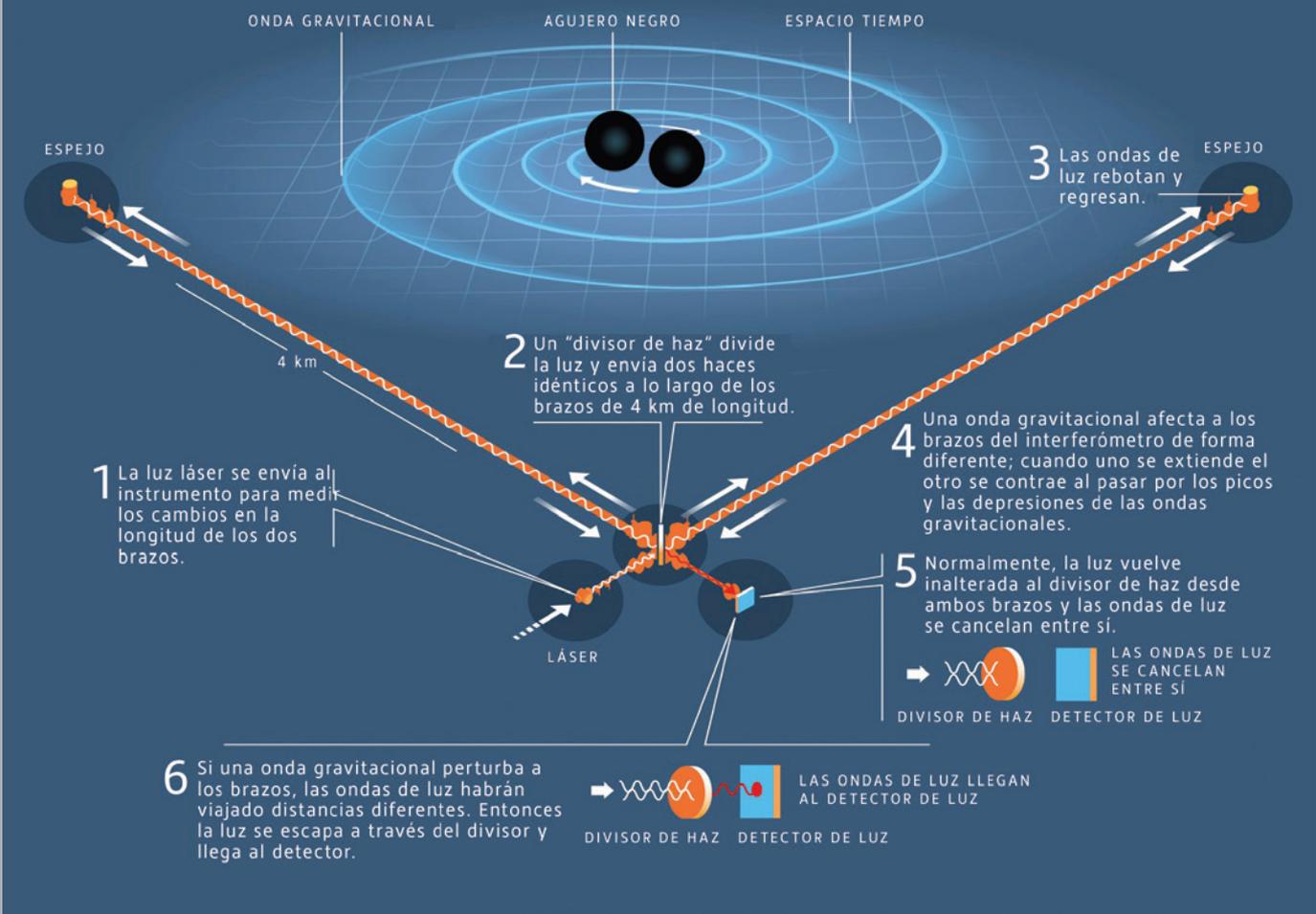
Virgo, el equivalente europeo de LIGO, se remonta al año 2000 cuando Francia (Centre National de la Recherche Scientifique/CNRS) e Italia (Istituto Nazionale de Fisica Nucleare/INFN) formaron el Observatorio Gravitacional Europeo (EGO, por sus siglas en inglés). Posteriormente se unieron institutos de los Países Bajos, Polonia, Hungría y España. Tenía una historia parecida a la de LIGO y se sometió a una actualización similar.

Se detectaron once eventos gravitacionales durante los dos primeros períodos de observación entre septiembre de 2015 y enero de 2016 y noviembre de 2016 y agosto de 2017. Desde que empezó el tercer período de observación en enero de 2019, ha habido 18 detecciones adicionales que aún no se han confirmado como eventos gravitacionales.

La física no puede llegar a ser más fundamental y las aleaciones que contienen níquel han permitido nuevamente a los científicos e ingenieros sobrepasar los límites. En este caso, a otra dimensión. **NI**

LIGO ha sido actualizado a lo que se conoce como el tercer período de observación. Aquí un técnico está trabajando en un aspecto de esa actualización. El uso y la esencialidad de los materiales que contienen níquel para la resistencia, maquinabilidad, rigidez y estabilidad térmica son aparentes.

LIGO – UN INTERFERÓMETRO GIGANTE



JOHAN JARNESTAD LA REAL ACADEMIA SUECA DE CIENCIAS

LABORATORIO DE CALTECH/LIGO



"Los interferómetros fusionan dos o más fuentes de luz para crear un patrón de interferencia que puede medirse y analizarse. A menudo se usan para hacer mediciones muy pequeñas que no pueden lograrse de ninguna otra forma".

Fuente: LIGO Caltech

¿DÓNDE ESTÁ EL NÍQUEL?

Los materiales que contienen níquel se utilizaron en la fabricación de muchos componentes críticos en los observatorios LIGO y Virgo, que tienen instalaciones parecidas. En los observatorios LIGO, para impedir que la refracción del aire perturbe la trayectoria del láser, cada una de las máquinas LIGO está encerrada en uno de los sistemas de vacío ultra alto más grandes del planeta. Cada sistema está compuesto de 8000 m de tubo de haces electrónicos dirigidos de acero inoxidable tipo 304L (UNS S30403), 1.2 m de diámetro y 3.2 mm de grosor. Por lo tanto, los tubos de haces electrónicos dirigidos a ambos lados incluyen más de 120 toneladas de níquel; otras 15 toneladas aproximadamente se incluyen en los recipientes de vacío, las válvulas y las bobinas de conexión que albergan y protegen los sistemas ópticos en los vértices y los extremos de cada sistema.

Otros componentes internos están fabricados con el tipo 304 (S30400), 304L y 316 (S31600). Algunos componentes están recubiertos además con revestimientos de níquel negro no reflectores para controlar las reflexiones de luz difusa. Los resortes de aislamiento y las juntas flexibles de suspensión de alta tensión críticos están fabricados de Maraging 300 (K93120) endurecido por envejecimiento, que están niquelados para resistir la corrosión durante el procesamiento y el ensamblaje.

Ni

NÍQUEL A BORDO

LOS TRENES DE HIDRÓGENO DE ALSTOM OFRECEN UN SERVICIO DE PASAJEROS SIN EMISIONES EN LA BAJA SAJONIA

El Coradia iLint, un tren de celdas de combustible de hidrógeno construido por Alstom Transport, realizó su primer viaje programado desde la estación de Bremervörde en la Baja Sajonia, Alemania, el 16 de septiembre de 2018. El Coradia iLint es el primer tren de pasajeros del mundo impulsado por una celda de combustible de hidrógeno, que genera energía eléctrica para la tracción combinando el hidrógeno almacenado con el oxígeno del aire. El tren es silencioso y su única emisión es el vapor de agua.

La energía cinética recuperada durante el frenado y la energía excedente generada por la celda de combustible se almacena en baterías de iones de litio de níquel-manganeso-cobalto (NMC). Esta energía excedente almacenada está disponible para las operaciones normales y suministra potencia adicional durante las fases de aceleración del tren.

El tren puede transportar hasta 150 pasajeros sentados y 150 pasajeros de pie. Su velocidad máxima es de 140 km/h y puede viajar entre 600 y 800 km con un depósito lleno de hidrógeno, con la ayuda de la batería de NMC. El

Dr. Jörg Nikutta, Director Ejecutivo de Alstom en Alemania, dice lo siguiente: “Nuestra tecnología está lista para usarse. Representa una alternativa ecológica existente para las líneas no electrificadas o parcialmente electrificadas y ofrece una mayor comodidad para los pasajeros gracias a un tren considerablemente más silencioso que un tren de unidades múltiples de diésel convencional”.

El acero inoxidable al níquel de alta resistencia 410L (UNS S40977) se utiliza para los armazones de los vagones puesto que es resistente a la corrosión y dura más que el acero ordinario al carbono. Ni



CORADIA I LINT

Dos locomotoras Coradia iLint sustituirán a los trenes de diésel en la ruta de 100 km que une las ciudades de Cuxhaven y Buxtehude, y está programado introducir otros 14 trenes de hidrógeno a lo largo de la Baja Sajonia para 2021.

CELDA DE COMBUSTIBLE

La energía cinética recuperada durante el frenado y la energía excedente generada por la celda de combustible se almacena en baterías de iones de litio que contienen níquel (NMC).

HIDRÓGENO

Almacenado como gas en tanques contenedores en el techo, el hidrógeno es el combustible usado por la celda de combustible.



O₂



H₂



ALSTOM

IMPRESIONANTES TOBOGANES EN EL AEROPUERTO JEWEL CHANGI



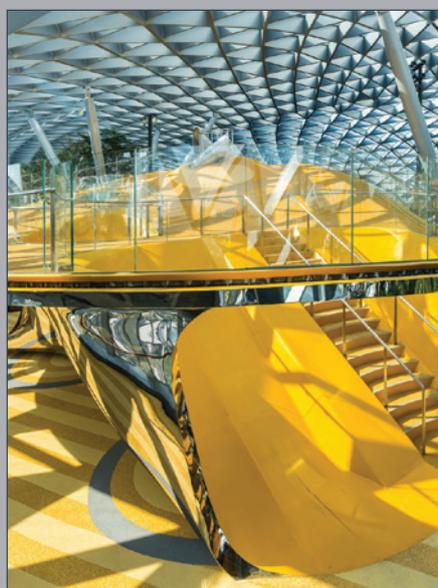
IMAGE: JEWEL CHANGI AIRPORT

Jewel es un complejo comercial y de entretenimiento temático sobre naturaleza en el Aeropuerto Changi de Singapur. Canopy Park está en el décimo piso y cuenta con jardines e instalaciones de ocio.

¿Qué hay que hacer para que un aeropuerto sea más acogedor? Crear la primera escultura artística y tobogán combinados del mundo en una atracción única. Esencial para la estrategia del aeropuerto de brindar una experiencia extraordinaria al visitante, los toboganes forman parte de este destino de estilo de vida multidimensional donde la naturaleza confluye con la ingeniería bajo una hermosa cúpula de vidrio y acero.

Ubicados en el Canopy Park del nivel superior del nuevo desarrollo del Aeropuerto Changi de Singapur, cuatro toboganes de varias pendientes y alturas ofrecen distintas experiencias sorprendentes: un tobogán familiar, un tobogán de caída brusca y dos toboganes en espiral cubiertos de vidrio.

La estructura incorpora una superficie de acero de doble curva, vidrio curvado y luces de fibra óptica. Se soldaron, martillaron y pulieron placas de acero inoxidable de tipo 316 (UNS S31600) para lograr el acabado liso de espejo, que forma una revestadura continua de acero brillante sin soldadura y que envuelve los tres conos que sostienen la gran plataforma de acceso. Diseñada por Carve, la escultura tiene más de 311 m² de acero inoxidable y pesa un total de 70 toneladas, de las cuales 50 son de acero inoxidable.



Abarca una superficie de más de 18m por 16.7m y tiene 6.5m de altura en el punto más alto.

Desde el concepto hasta la finalización del proyecto se tardaron dos años y fue construido en tres partes distintas del mundo antes de ser ensamblado en Jewel por Playpoint.

La estructura de juego se está convirtiendo rápidamente en un gran éxito, un lugar favorito para las redes sociales y una buena razón para reservar un vuelo a Changi. A medida que más de estas experiencias elevadas se incorporan en los aeropuertos en el futuro, esperamos que el níquel siga formando parte de esas iniciativas. **Ni**

NICKEL

 REVISTA DIGITAL

WWW.NICKELINSTITUTE.ORG

SUSCRÍBASE gratis a la revista *Nickel*. Recibirá un ejemplar impreso o un aviso por correo electrónico cada vez que se publique un nuevo número. www.nickelinstitute.org

LEA la revista digital *Nickel* en varios idiomas. www.nickelinstitute.org/library/

CONSULTE LOS NÚMEROS ANTERIORES de la revista *Nickel*, desde julio de 2009, en nuestra hemeroteca digital. www.nickelinstitute.org/library/

SÍGANOS en Twitter @Nickellnstitute 

CONÉCTESE en LinkedIn: visite la página del Nickel Institute 

VEA videos sobre el níquel en el canal del Nickel Institute en YouTube 

www.youtube.com/user/Nickellnstitute

CARVE

NUEVAS PUBLICACIONES

El Nickel Institute ha publicado dos guías técnicas nuevas para asistir en la utilización eficaz de materiales que contienen níquel.

Selección de aleaciones para el servicio en ácido sulfúrico (10057)

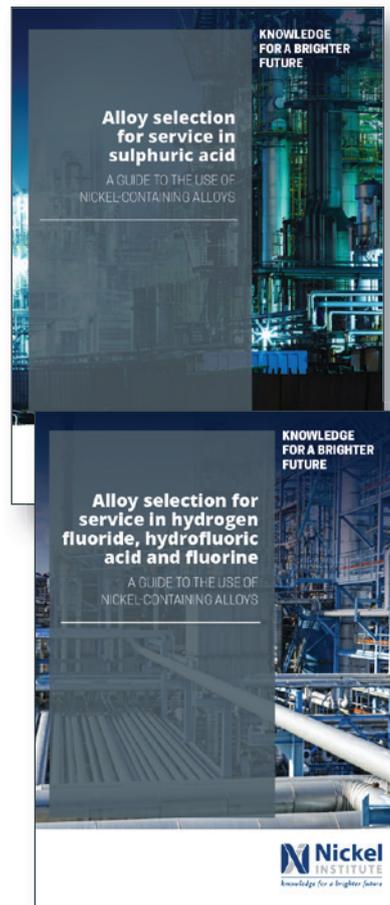
examina el efecto corrosivo del ácido sulfúrico a cualquier concentración, y la influencia de los contaminantes sobre su corrosividad con una amplia gama de materiales, incluidos los aceros, aceros inoxidables, aleaciones a base de níquel, plomo, titanio, circonio y tántalo en varias condiciones. Trata también brevemente la fabricación del ácido sulfúrico de tres posibles materias primas.

Selección de aleaciones para servicio en fluoruro de hidrógeno, ácido fluorhídrico y fluorina (10074)

examina el efecto corrosivo de la fluorina, del fluoruro de hidrógeno y del ácido fluorhídrico con una gama de materiales, incluidos los aceros, aceros inoxidables, aleaciones a base de níquel, aleaciones a base de cobre, titanio, circonio y tántalo en varias condiciones.

Estas publicaciones técnicas totalmente revisadas del Nickel Institute ofrecen una guía útil para los ingenieros de materiales.

Pueden descargarse gratuitamente desde www.nickelinstitute.org



NI

Detalles del UNS Composiciones químicas (en porcentaje en peso) de las aleaciones y los aceros inoxidables mencionados en este número de la revista Nickel.

UNS	Al	C	Co	Cr	Cu	Fe	H	Mn	Mo	N	Nb	Ni	O	P	S	Si	Ti
K93120 pág. 12	0.05-0.15	0.03 máx.	8.0-9.5	-	-	bal.	-	0.10 máx.	4.6-5.2	-	-	18.0-19.0	-	0.010 máx.	0.010 máx.	0.10 máx.	0.55-0.80
N01555 pág. 5	-	0.07 máx.	0.05 máx.	0.01 máx.	0.01 máx.	0.05 máx.	0.005 máx.	-	-	-	0.025 máx.	54.0-57.0	0.05 máx.	-	-	-	bal.
N08367 pág. 8	-	0.030 máx.	-	20.0-22.0	0.75 máx.	bal.	-	2.00 máx.	6.0-7.0	0.18-0.25	-	23.5-25.5	-	0.040 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-
S30400 pág. 2,4,6,12	-	0.08 máx.	-	18.0-20.0	-	bal.	-	2.00 máx.	-	0.10 máx.	-	8.0-10.5	-	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-
S30403 pág. 12	-	0.03 máx.	-	18.0-20.0	-	bal.	-	2.00 máx.	-	0.10 máx.	-	8.0-12.0	-	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-
S31254 pág. 8	-	0.020 máx.	-	19.5-20.5	0.50-1.00	bal.	-	1.00 máx.	6.0-6.5	0.18-0.22	-	17.5-18.5	-	0.030 máx.	0.010 máx.	0.80 máx.	-
S31600 pág. 12,14	-	0.08 máx.	-	16.0-18.0	-	bal.	-	2.00 máx.	2.00-3.00	0.10 máx.	-	10.0-14.0	-	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-
S31603 pág. 8	-	0.03 máx.	-	16.0-18.0	-	bal.	-	2.00 máx.	2.00-3.00	0.10 máx.	-	10.0-14.0	-	0.045 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-
S32101 pág. 6	-	0.04 máx.	-	21.0-22.0	0.10-0.80	bal.	-	4.00-6.00	0.10-0.80	0.20-0.25	-	1.35-1.70	-	0.040 máx.	0.030 máx.	1.00 máx.	-
S32304 pág. 6	-	0.03 máx.	-	21.5-24.5	0.05-0.60	bal.	-	2.50 máx.	0.05-0.60	0.05-0.20	-	3.0-5.5	-	0.040 máx.	0.040 máx.	1.00 máx.	-
S33207 pág. 16	-	0.030 máx.	-	29.0-33.0	1.0 máx.	bal.	-	1.50 máx.	3.0-5.0	0.40-0.60	-	6.0-9.0	-	0.035 máx.	0.010 máx.	0.80 máx.	-
S40977 pág. 13	-	0.030 máx.	-	10.5-12.5	-	bal.	-	1.50 máx.	-	0.030 máx.	-	0.30-1.00	-	0.040 máx.	0.015 máx.	1.00 máx.	-



COPYRIGHT © SANDVIK AB. (PUBB)

El acero hiperdúplex es un 30% más resistente que el anterior acero inoxidable más resistente de Sandvik. Se utilizó para soportar el diapasón y unirlo al cuerpo de la guitarra, utilizando una estructura isotrópica ligera.

¡UN GOLPE DE ÉXITO!

Uno de los diez principales guitarristas eléctricos del mundo según la revista TIME, el músico sueco de heavy metal Yngwie Malmsteen ha destrozado más de 100 guitarras en su carrera. Sandvik Additive Manufacturing, productores del polvo metálico para la fabricación de aditivos, decidió retarlo fabricando la primera guitarra indestructible del mundo, elaborada únicamente con metal e impresa en 3D.

“La tecnología de materiales, el maquinado de precisión, la fabricación de aditivos y la producción basada en datos: estos son los tipos de proceso que se requieren para crear algo tan complicado y hermoso como una guitarra para un músico maestro”, dijo Kristian Egeberg, presidente de Sandvik Additive Manufacturing. “Pero también queríamos demostrar que podíamos conseguir que fuera irrompible”.

Eligieron titanio y acero inoxidable (austeno-ferrítico) hiperdúplex 3207 HD TM (UNS S33207), que contiene aproximadamente un 7% de níquel. Nadie había imprimido antes el cuerpo de una guitarra hecha de estos materiales. El

socio de diseño de Sandvik, el diseñador de guitarras del Reino Unido Andy Holt de Drewman Guitars, no tenía ni idea de si esto era factible.

El cuerpo se creó utilizando un láser de fusión de lecho de polvo, una tecnología de aditivos ideal para imprimir componentes metálicos con geometrías extremadamente complejas. Cada capa fue de 50 micrones de grosor (más delgada que un cabello humano).

Confiados en que iba a ser un éxito, permitieron que Malmsteen subiera al escenario y diera rienda suelta a sus habilidades de destrozo sobre ella.

¿En sus propias palabras? “¡Es imposible romperla, pero rompe otras cosas!”

NI