

MÉTODOS Y SISTEMAS PARA TRANSFERIR MATERIAL APUNTALANTE PARA FRACTURACIÓN CON RIESGO REDUCIDO DE PRODUCCIÓN Y LIBERACIÓN DE POLVO DE SÍLICE EN UN POZO

ANTECEDENTES

Solicitudes relacionadas

Esta solicitud está relacionada, y por ende reivindica la prioridad y el beneficio, de la Solicitud Provisional Estadounidense N.º 62/012.160, presentada el 13 de junio de 2014, titulada “Process and Apparatus for Reducing Silica Exposure During the Delivery of Proppants to a Mine”, Solicitud Provisional Estadounidense N.º 62/014.479, presentada el 19 de junio de 2014, titulada “System and Methods for Reducing Silica Exposure at a Well Site”, y Solicitud Provisional Estadounidense N.º 62/114.614, presentada el 11 de febrero de 2015, titulada “Methods and Systems to Transfer Proppant for Fracking with Reduced Risk of Production and Release of Silica Dust at a Well Site”, cada una de las cuales se incorpora al presente documento en su totalidad y a título referencial.

Campo de la invención

La presente invención está relacionada con la reducción del riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo, durante una operación de fracturación. Más particularmente, la invención se refiere a métodos y sistemas para mejorar la transferencia de material apuntalante destinado a operaciones de fracturación hidráulica desde un contenedor, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo.

Descripción de la técnica conocida

La fracturación hidráulica o “fracking” ha sido utilizada durante décadas, para estimular la producción de pozos de petróleo y gas convencionales. En los últimos años, el uso de la fracturación hidráulica se ha incrementado, debido al desarrollo de nuevas tecnologías de perforación, tales como la perforación horizontal y la fracturación multietápica. Con estas técnicas se consigue llegar a depósitos de gas natural y petróleo hasta ahora inaccesibles. La fracturación

hidráulica incluye en general el bombeado de fluido a presión elevada hacia un pozo. En el interior del pozo, el fluido es forzado a penetrar la formación cuya producción se quiere explotar. Cuando el fluido ingresa a la formación, genera fracturas, o crea fisuras, en ella. Entonces se bombea agua, además de otros fluidos, y algunos materiales apuntalantes sólidos, en las fisuras, con el objeto de estimular la liberación del petróleo y el gas de la formación.

Sin dudas, el material apuntalante predominante es la arena de sílice, elaborada de cuarzo antiguo erosionado, el mineral más común en la corteza continental de la Tierra. A diferencia de la arena común, que en general se siente granulosa al frotarla entre los dedos, la arena que se emplea como material apuntalante tiende a rodar cuando se la toca, dadas su forma esférica, redonda y la distribución estrechamente graduada de sus partículas. La calidad de la arena depende tanto del depósito como del procesamiento. El tamaño del grano es crítico, ya que todo material apuntalante debe satisfacer de manera fiable ciertos límites de malla, según las condiciones del pozo y el diseño de la completación. Por lo general, el material apuntalante más grueso permite una mayor capacidad pues queda más espacio en los poros intergranulares. Este tipo de material apuntalante, sin embargo, puede romperse o triturarse con más facilidad cuando debe resistir fuerzas, por la cantidad relativamente menor de puntos de contacto entre grano y grano, que son los que permiten soportar las fuerzas imperantes en las formaciones de gas y petróleo profundas.

La mayor accesibilidad a los combustibles fósiles trae consigo desafíos nuevos adicionales para la industria. Se han realizado estudios que permitieron determinar que la exposición a sílice en el aire constituye un peligro para la salud de los trabajadores a cargo de las operaciones de fracturación. Estos estudios muestran que los operarios pueden quedar expuestos a polvillo con altos niveles de sílice cristalina respirable (“polvo de sílice”) durante las operaciones de fracturación. Véase Eric J. Esswein, Michael Breitenstein, John Snawder, Max Kiefer y W. Karl Sieber (2013): Occupational Exposures to Respirable Crystalline Silica During Hydraulic Fracturing, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 10:7, 347-356. El Instituto Nacional de Seguridad Laboral (*National Institute for Occupational Safety* (“NIOSH”))

publicó una alerta de peligro junto con la OSHA referida a los riesgos sanitarios implícitos en la industria de la fracturación hidráulica. La alerta de peligro explica que las actividades de “transporte, movimiento y recarga de arena de sílice a través de transportadores areneros, a lo largo de cintas transportadoras y hacia el interior de las tolvas mezcladoras, puede liberar polvillo con contenido de sílice al aire”.

Los trabajadores deben manipular muchas toneladas de material apuntalante cuando se practica la fracturación hidráulica en un pozo. Estos trabajadores corren el riesgo de quedar expuestos al polvo de sílice, que a su vez los pone en riesgo de desarrollar una enfermedad denominada silicosis, o “asma del alfarero”. La silicosis es una forma de enfermedad pulmonar ocupacional provocada por la inhalación de polvo de sílice cristalina, y se caracteriza por inflamación y fibrosis en forma de lesiones nodulares en los lóbulos superiores de los pulmones. Es una clase de neumoconiosis, o enfermedad pulmonar causada por la inhalación de polvo, generalmente adquirida por trabajar en actividades mineras. Este polvo tiene otros efectos, como la contaminación del aire atmosférico, la provocación de inconvenientes a los habitantes de las cercanías y el deterioro del equipamiento que se encuentra en el emplazamiento del pozo. Existen blogueros y grupos ambientalistas que han entablado una campaña contra la fracturación hidráulica, apoyándose en parte en la generación del polvo de sílice en el emplazamiento del pozo.

A lo largo de todo el proceso de entrega, combinación y mezclado del material apuntalante en un pozo, ocurre una considerable producción y liberación de polvo de sílice. Una gran cantidad del material apuntalante es suministrado mediante cisternas neumáticas. Entonces es soplado hacia el interior de contenedores almacenadores de material apuntalante. Estos dispositivos de almacenamiento pueden ser precargados con el material apuntalante, sea volcando el material apuntalante en los dispositivos de almacenamiento, sea conduciendo neumáticamente el material apuntalante hasta los dispositivos de almacenamiento, y luego suministrarlos en un emplazamiento de pozo para la fracturación hidráulica. Una vez que se

encuentra en el emplazamiento del pozo, algunos contenedores almacenadores tienen aberturas en la parte superior que permiten escape de aire a la atmósfera. La circulación de aire crea una enorme nube de polvo, constituida por polvo de sílice, que se avienta por las puertas de acceso. Esto pone especialmente en problemas a los trabajadores que deben realizar observaciones en el interior de los contenedores almacenadores para controlar el nivel apropiado de carga. Cuando se suministra el material apuntalante desde el dispositivo de almacenamiento, se produce y libera más polvo de sílice. Cuando el material apuntalante es volcado dentro de una mezcladora, se produce y libera todavía más polvo de sílice. En consecuencia, habitualmente se produce y libera polvillo en muchas diferentes etapas del proceso en un pozo.

Durante este proceso, los trabajadores que se encuentran en el emplazamiento del pozo, también pueden hallarse cerca o directamente en el mismo trayecto de una nube de polvo de sílice aéreo. Si los trabajadores inhalan estas pequeñas partículas de polvo de sílice, cada uno de ellos corre el riesgo de que las partículas se incrusten profundamente en los diminutos sacos y conductos alveolares de los pulmones de los operarios, donde tiene lugar el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono. Los pulmones pueden no llegar a tener la capacidad de limpiar por sí mismos el polvo incrustado a través de la mucosidad o la tos. La exposición sustancial y concentrada al polvo de sílice constituye, por lo tanto, un riesgo de generación de la silicosis.

BREVE DESCRIPCIÓN

Los solicitantes de la presente observaron los problemas que se acaban de describir y concibieron y desarrollaron las formas de realización de sistemas y métodos, de acuerdo con la presente invención, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo. Las formas de realización de la presente invención solucionan en general los problemas relacionados con el riesgo de la inhalación de polvo de sílice en un pozo de una operación de fracturación. Más particularmente, las formas de realización de la presente invención incluyen métodos y sistemas para transferir el material apuntalante de un contenedor cerrado a un vertedero, para suministrarlo a una mezcladora o en algún otro lugar de un pozo, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice. Mediante el diseño, desarrollo, interconexión y ubicación singulares de equipos en un sistema, para transferir el material apuntalante, los solicitantes de la presente han reducido la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo donde hay operaciones de fracturación.

En una forma de realización, por ejemplo, un método incluye ubicar una pluralidad de contenedores sellados que contienen material apuntalante para la operación de fracturación, tal como el uso de montacargas o algún otro tipo de maquinaria pesada sobre una transportadora con compartimientos adaptados para alojar los contenedores y que se extiende por encima de una o varias cintas transportadoras. Una pluralidad de tolvas, por ejemplo, una debajo de cada contenedor cuando queda colocada en el compartimiento de la transportadora, se extiende por encima de una o varias cintas transportadoras. Una vez que los contenedores sellados están ubicados en los compartimientos de la transportadora, el material apuntalante puede ser liberado de los contenedores por vía hidráulica o eléctrica, y descargado de cada respectivo contenedor, hasta que cada respectivo contenedor queda sustancialmente vaciado del material apuntalante. En esta forma de realización, por ejemplo, cuando el material apuntalante ha sido liberado, es trasvasado por efecto embudo desde las una o varias salidas de cada uno de la pluralidad de contenedores a través de la pluralidad de tolvas, colocadas de modo de reducir

el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice. El material apuntalante, a su vez, es recibido de manera guiada sobre las una o varias cintas transportadoras mediante una pluralidad de divisiones asociadas a las una o varias cintas transportadoras, por ejemplo, las divisiones pueden extenderse hacia arriba, separadas entre sí, con respecto a la superficie superior de las una o varias cintas transportadoras, en forma tal que la pluralidad de divisiones queda ubicada para reducir la producción y liberación de polvo de sílice en el aire, mientras que se coloca el material apuntalante entre la pluralidad de divisiones y contacta las una o varias cintas transportadoras. Las una o varias cintas transportadoras llevan entonces el material apuntalante a través de una porción encamisada de la transportadora, colocada de modo de reducir el riesgo de que se libere el polvo de sílice, y hacia la ubicación de un vertedero a lo largo de una porción de extremo de la transportadora, por ejemplo. Una forma de realización de un vertedero, por ejemplo, puede tener una ubicación con posibilidad de giro, para conducir el material apuntalante hacia una tolva mezcladora para su utilización en una operación de fracturación, aunque el vertedero también puede depositar el material apuntalante en cualquier sitio del emplazamiento del pozo. Cuando los contenedores respectivos quedan sustancialmente vaciados del material apuntalante, los montacargas o cualquier otra maquinaria pueden retirar los contenedores vacíos, para ser reemplazados por nuevos contenedores cargados de material apuntalante para la operación de fracturación en el emplazamiento del pozo, de modo que el material apuntalante es suministrado de manera continua para alimentar el vertedero, a fin de depositarlo en una tolva mezcladora o algún otro sitio del lugar de la operación.

En otra forma de realización, por ejemplo, un método puede incluir ubicar una pluralidad de contenedores sellados que contienen material apuntalante para la operación de fracturación, mediante el uso de montacargas o alguna otra maquinaria pesada, sobre una transportadora que cuenta con compartimientos adaptados para alojar los contenedores. La transportadora, en una forma de realización, puede tener además una pluralidad de tolvas que se extienden por encima de una o varias cintas transportadoras. Cuando los contenedores sellados son colocados sobre la transportadora, el material

apuntalante puede ser descargado por abajo de cada respectivo contenedor, hasta que cada respectivo contenedor queda sustancialmente vaciado del material apuntalante. El material apuntalante, en este proceso, puede ser trasvasado por efecto embudo desde las una o varias salidas de cada uno de la pluralidad de contenedores a través de la pluralidad de tolvas, con el objeto de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice. El material apuntalante puede ser recibido de manera guiada sobre las una o varias cintas transportadoras, mediante una pluralidad de divisiones asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones está ubicada para reducir la producción y liberación de polvo de sílice en el aire en el momento en que el material apuntalante es colocado sobre la cinta transportadora y hace contacto con esta. Las una o varias cintas transportadoras llevan luego el material apuntalante a una tolva mezcladora. Cuando los contenedores respectivos quedan sustancialmente vaciados de material apuntalante, los montacargas u otra maquinaria retiran los contenedores vacíos para ser reemplazados por contenedores que tienen material apuntalante para la operación de fracturación en el emplazamiento del pozo, de modo que el material apuntalante es suministrado de manera continua y llega a la tolva mezcladora durante las operaciones de fracturación para su uso.

Las formas de realización de un sistema, por ejemplo, pueden incluir una transportadora ubicada en un pozo y que tiene compartimientos adaptados para alojar cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores. La transportadora tiene asimismo una o varias tolvas transportadoras que se alinean estrechamente con cada salida respectiva de la pluralidad de contenedores, para ayudar a trasvasar por efecto embudo y regular el material apuntalante que fluye desde los contenedores. Una o varias cintas transportadoras están colocadas por debajo de las una o varias tolvas transportadoras, para alojar el material apuntalante, a medida que el material apuntalante atraviesa la abertura de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas. Las una o varias cintas transportadoras, por ejemplo, pueden tener, cada una, un primer extremo, un segundo extremo y una pluralidad de divisiones asociadas. Una forma de realización de un sistema también puede incluir una cubierta ubicada por encima de una porción del

segundo extremo de las una o varias cintas transportadoras, para definir así una porción encamisada de las una o varias cintas transportadoras. La cubierta, de acuerdo con una forma de realización del mismo, por ejemplo, sustancialmente encierra la porción encamisada cuando las una o varias cintas transportadoras están trasladando el material apuntalante. El sistema puede incluir asimismo un vertedero que tiene una entrada ubicada de modo de alojar el segundo extremo de la cinta transportadora que traslada el material apuntalante, y una o varias salidas ubicadas en forma tal que el material apuntalante es depositado en el vertedero mediante alimentación por gravedad, y el material apuntalante, a su vez, fluye de las una o varias salidas del vertedero hasta una tolva mezcladora u otra ubicación en el emplazamiento del pozo.

Una forma de realización de un sistema de la invención, por ejemplo, puede tener una transportadora ubicada en un pozo, con compartimientos adaptados para alojar cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores. La transportadora puede tener además una o varias tolvas transportadoras que se alinean estrechamente con cada salida respectiva de la pluralidad de contenedores cuando son colocados sobre la transportadora y una o varias cintas transportadoras situadas por debajo de las una o varias tolvas transportadoras, para recibir el material apuntalante a medida que el material apuntalante atraviesa la abertura de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas. Las una o varias cintas transportadoras, por ejemplo, pueden tener, cada una, un primer extremo, un segundo extremo y una pluralidad de divisiones asociadas. El sistema puede incluir asimismo una tolva mezcladora que tiene una entrada ubicada de modo de alojar el segundo extremo de las una o varias cintas transportadoras a fin de trasladar de ese modo el material apuntalante mediante alimentación por gravedad.

Las formas de realización del sistema pueden incluir asimismo una cubierta de tolva mezcladora colocada de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante está fluyendo entre las una o varias salidas del vertedero y las una o varias tolvas mezcladoras de las una o varias mezcladoras en un pozo y un montacargas

ubicado en un pozo con la función de cargar y descargar cada respectivo contenedor de la transportadora, a través de una o varias ranuras. Cada uno de la pluralidad de contenedores tiene una o varias ranuras, por ejemplo, ubicadas adyacentes a una porción inferior del contenedor respectivo, para optimizar el izado y la colocación de cada contenedor, por ejemplo cuando es levantado por un montacargas. La transportadora puede incluir asimismo una o varias cortinas colocadas sobre los uno o varios lados de la transportadora, o adyacentes a ellos, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante está fluyendo de la pluralidad de tolvas transportadoras a las una o varias cintas transportadoras.

Algunas formas de realización de un sistema, por ejemplo, están adaptadas y colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo, al disminuir la altura de caída del material apuntalante en el momento de pasar entre una estructura y otra, por ejemplo, y al encerrar sustancialmente el sistema completo o porciones del sistema completo para reducir el riesgo de que haya escape de polvo de sílice en el momento operativo del sistema. Además de los potenciales beneficios sanitarios para quienes trabajan en un pozo, y los potenciales beneficios ambientales para las áreas que circundan el emplazamiento del pozo, al reducirse el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice, las formas de realización del sistema descritas en la presente conllevan una serie de beneficios adicionales que alcanzan directamente a la propia industria de la fracturación hidráulica. Los pozos generalmente están emplazados en un llano abierto, sin demasiada protección contra los elementos de la naturaleza, y las formas de realización del sistema, por ejemplo, están adaptadas igualmente para impedir que la lluvia u otro tipo de precipitación moje el material apuntalante, o que el viento arrastre el material apuntalante desde las una o varias cintas transportadoras, por ejemplo, mientras el material apuntalante se está desplazando a través del sistema. Otros aspectos de las formas de realización del sistema incluyen, por ejemplo, la portabilidad y apilabilidad de los contenedores respectivos cargados con el material apuntalante que transportan en un pozo, lo cual disminuye la huella del material apuntalante que se necesita en el emplazamiento del pozo. Las formas de realización del

sistema, por ejemplo, también disminuyen los costos de traslado, con la posibilidad de trasladar tales contenedores a un emplazamiento de pozo mediante camiones o vagones de tren comunes. Por otra parte, dado que el material apuntalante se encuentra en contenedores, los camiones o vagones no necesitan esperar a ser descargados en el emplazamiento del pozo. En tal sentido, las formas de realización del sistema de la presente invención virtualmente eliminan la sobreestadía de los camiones o vagones en un pozo, cosa que incrementaba los gastos y el tiempo que se necesitaban para proporcionar suficiente material apuntalante para que las operaciones de fracturación se realizaran sin solución de continuidad en el emplazamiento del pozo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los aspectos, las características y las ventajas de la presente invención que se acaban de enumerar podrán ser mejor apreciados al considerarlos en referencia a la siguiente descripción de las formas de realización y los dibujos que se acompañan. Para describir las formas de realización de la invención ilustrada en los dibujos anexados, se hará uso de terminología específica para mayor claridad. Sin embargo, no se pretende limitar la invención a los términos específicos empleados y debe entenderse que cada término específico incluye equivalentes que operan de modo similar para lograr un propósito similar.

La FIG. 1 es una vista en perspectiva del ambiente de un emplazamiento de pozo para la fracturación hidráulica, usando una forma de realización del sistema y método de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva de un emplazamiento de pozo para la fracturación hidráulica, usando un sistema y método de la técnica conocida.

La FIG. 3 es una gráfica de flujo que ilustra las etapas de un método de acuerdo con las formas de realización de la presente invención.

La Fig. 4 es una vista en perspectiva de un montacargas preparándose para colocar un contenedor que tiene material apuntalante para la operación de

fracturación sobre una transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 5A es una vista en perspectiva fragmentada de un contenedor que tiene material apuntalante para la operación de fracturación colocado sobre una transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 5B es una vista en perspectiva despiezada de la FIG. 5A, de un contenedor que tiene material apuntalante para la operación de fracturación colocado sobre la transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 5C es una vista en perspectiva fragmentada de un contenedor que tiene material apuntalante para la operación de fracturación colocado sobre una transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención, con porciones del contenedor ilustradas en vista desprendida por claridad.

La Fig. 6A es una vista en perspectiva fragmentada de una tolva transportadora sustancialmente llena de material apuntalante para la operación de fracturación, de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 6B es una vista en perspectiva fragmentada de una tolva transportadora parcialmente llena de material apuntalante para la operación de fracturación, de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 6C es una vista en perspectiva fragmentada de una tolva transportadora, sin el material apuntalante, de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 7A es una vista en perspectiva fragmentada de una cinta transportadora que tiene una pluralidad de divisiones y una pluralidad de paredes externas para trasladar el material apuntalante de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 7B es una vista en perspectiva fragmentada de una forma de realización alternativa de una cinta transportadora ilustrada en la FIG. 7A, que tiene una pluralidad de divisiones y una pluralidad de paredes externas para

trasladar el material apuntalante de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 8A es una vista en perspectiva fragmentada de un segundo extremo de una transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención, con una vista parcial desprendida de la cubierta, para mostrar con claridad una cinta transportadora.

La Fig. 8B es una vista en perspectiva fragmentada de un segundo extremo de la transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención, con una vista parcial desprendida de un vertedero para mostrar claramente el segundo extremo de la cinta transportadora depositando material apuntalante en el vertedero mediante alimentación por gravedad.

La Fig. 8C es una vista en perspectiva de un operador ubicando un vertedero para depositar material apuntalante dentro de una tolva mezcladora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 8D es una vista en perspectiva de una forma de realización alternativa de un segundo extremo de una transportadora sin cubierta, de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 9A es una vista en perspectiva de un contenedor de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La FIG. 9B es una vista frontal en elevación de un contenedor de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La FIG. 9C es una vista en perspectiva de un contenedor con porciones desprendidas para mostrar con claridad porciones laterales internas inferiores del contenedor de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 9D es otra vista en perspectiva de un contenedor de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 9E es una vista en planta desde abajo de un contenedor de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 10A es una vista lateral en elevación de una transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 10B es una vista en perspectiva de una transportadora, que ilustra un contenedor colocado por encima de la transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 10C es una vista lateral en elevación de una forma de realización alternativa de una transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 11 es una vista lateral en elevación de una cinta transportadora que se extiende por debajo de una tolva transportadora, con porciones desprendidas de una pared frontal externa de la cinta transportadora que ilustra una pluralidad de divisiones de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 12A es una vista lateral en elevación de una transportadora que tiene una cortina y una cubierta de tolva mezcladora para reducir aún más la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo, de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 12B es una vista en perspectiva de una cortina unida a la transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 12C es una vista en perspectiva de una cubierta de tolva mezcladora colocada entre un vertedero y una tolva mezcladora de una transportadora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

La Fig. 12D es una vista en perspectiva de una cubierta de tolva mezcladora de una transportadora, que está colocada entre un segundo extremo de la transportadora y una tolva mezcladora de acuerdo con una forma de realización de un sistema y método de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los aspectos, las características y las ventajas de la presente invención que se acaban de enumerar podrán ser mejor apreciados al considerarlos en referencia a la siguiente descripción de las formas de realización y los dibujos que se acompañan. Para describir las formas de realización de la invención ilustrada en los dibujos anexados, se hará uso de terminología específica para mayor claridad. Sin embargo, no se pretende limitar la invención a los términos específicos empleados y debe entenderse que cada término específico incluye equivalentes que operan de modo similar para lograr un propósito similar.

Las formas de realización de los métodos y sistemas son de utilidad en un pozo 30 de una operación de fracturación hidráulica. Estos emplazamientos de pozos 30, como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo, incluyen un piso desmontable 32 fabricado con pallets de madera, para facilitar el uso de maquinaria pesada, que incluye uno o varios montacargas 34, grúas 35, u otros motores hidráulicos, para cargar y descargar los contenedores 900 del ferrocarril 46 o de camiones de dieciocho ruedas 44. Los vagones 48 están diseñados especialmente para alojar cuatro contenedores 900 en una disposición de lado con lado, por ejemplo, y que contienen material apuntalante. Los contenedores 900 son apilables; en el emplazamiento del pozo 30, los contenedores 900S1 pueden ser apilados sobre otros contenedores 900S2, como para reducir la huella de los contenedores 900 en el emplazamiento del pozo 30 y así maximizar el espacio disponible. Los contenedores 900 pueden apilarse de hasta tres, por ejemplo, en el emplazamiento del pozo 30. Dado que todo el material apuntalante 38 está en contenedores, desaparecen los problemas logísticos de la técnica anterior donde ocurría la sobreestadía de camiones y trenes y la descarga del material apuntalante 38 en el emplazamiento del pozo 30. Los emplazamientos de pozos 30 pueden incluir además mezcladoras 36, para combinar el material apuntalante 38, que consiste principalmente en arena de sílice extraída, pero que potencialmente comprende arena revestida o tratada, cerámica o bauxita,

además de fluidos de fracturación hidráulica generalmente en una mezcla propia privada. El emplazamiento de pozo puede incluir además la maquinaria de fracturación hidráulica 40 para bombear el material apuntalante 38 y otros fluidos para la fracturación hidráulica dentro de la perforación 42 a presión elevada. Las formas de realización de los sistemas, por ejemplo, puede dar como resultado la transferencia de la arena de fracturación hidráulica para su depósito dentro de una mezcladora 36 o alguna otra ubicación deseada en el emplazamiento de pozo 30 con un riesgo reducido de producción y liberación de polvo de sílice 50 en el aire.

Tal cual se ha descripto detalladamente en la sección de antecedentes, los métodos de la técnica previa para la transferencia de arena de fracturación hidráulica o material apuntalante 38 daba lugar a la producción y liberación de polvo de sílice perjudicial 50 en el emplazamiento de pozo. Como se muestra en la FIG. 2, por ejemplo, en un pozo de la técnica conocida 52, hay operadores o máquinas a cargo de los métodos de la técnica conocida para transferir arena de fracturación hidráulica o material apuntalante de una pila enorme de arena 54 sobre transportadoras abiertas 56 hacia el interior de una mezcladora 36, para que sirva a la operación de fracturación. Los métodos de la técnica conocida de transferencia de material apuntalante 38 en un pozo 52 comprendían en general una pluralidad de camiones 44 para entregar el material apuntalante 38 a un emplazamiento de pozo 52. Sin embargo, estos camiones 44 tenían que esperar o sufrir sobreestadía, durante largos periodos para entregar la carga de arena 54 en el emplazamiento de pozo 32. Como puede verse en la FIG. 2, los métodos usados en la técnica conocida dan lugar a la elevada producción y liberación de polvo de sílice 50, lo que plantea un serio riesgo para la salud de los trabajadores del pozo y un efecto potencialmente negativo en el ambiente.

La gráfica de circulación ilustrada en la FIG. 3, y como se muestra en las FIGS. 4, 5C, 6A-6C, 7A y 8A-8C, muestra las formas de realización de un método para transferir el material apuntalante 38 destinado a la fracturación hidráulica, reduciendo al mismo tiempo el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el aire en un pozo 30. Usando montacargas 34, grúas

35, o alguna otra maquinaria pesada, los operadores o las máquinas colocan 100 una pluralidad de contenedores sellados 900, donde cada uno contiene material apuntalante 38 para la fracturación hidráulica, sobre una transportadora 1000 que está adaptada para alojar los contenedores 900 y que tiene una pluralidad de tolvas transportadoras 600 que se extienden por encima de una o varias cintas transportadoras 700. Estos contenedores 900 pueden ser colocados en una disposición de lado con lado 102, o adyacentes entre sí 104, sobre la transportadora 1000. Esta forma de colocación puede, por ejemplo, maximizar la cantidad de material apuntalante 38 que se puede transportar al pozo 42 en el menor tiempo posible en aras de la eficiencia, sin dejar de reducir simultáneamente el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50.

Los operadores o las máquinas utilizan elementos hidráulicos o electrónicos para abrir en forma selectiva una serie de compuertas, por ejemplo, una compuerta de flujo 932 en el fondo 906 de cada respectivo contenedor 900, y una compuerta de tolva transportadora 612 en el fondo 608 de cada respectiva tolva transportadora 600, destinadas a controlar una serie de aberturas, por ejemplo, una o varias salidas 924 de un contenedor 900 y una o varias aberturas controlables 610 de una tolva transportadora 600, por las cuales el material apuntalante 38 es canalizado. La colocación compacta y el diseño de los contenedores 900 y la transportadora 1000, por ejemplo, minimizan el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el momento de trasvasar el material apuntalante 38 a la cinta transportadora 700. Por ejemplo, una vez que los contenedores sellados 900 han sido colocados sobre la transportadora 1000, los operadores o las máquinas descargan por abajo 110 el material apuntalante 38 de cada respectivo contenedor 900, hasta que cada respectivo contenedor 900 queda sustancialmente vaciado del material apuntalante 38. El material apuntalante 38 entonces es trasvasado por efecto embudo 120 de las una o varias aberturas 924 de cada uno de la pluralidad de contenedores 900 a través de la pluralidad de tolvas transportadoras 600 que están adaptadas y colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50.

El material apuntalante 38 es recibido 130 sobre la cinta transportadora 700 por una pluralidad de divisiones 712 asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones 712 está colocada de modo de reducir la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el aire, cuando el material apuntalante 38 llega a la cinta transportadora 700 y es transportado por la misma. Esta pluralidad de divisiones 712, por ejemplo, incluye una pluralidad de dedos 714 separados entre sí sobre la superficie superior 702 de la cinta transportadora 700. La pluralidad de divisiones 712 puede incluir asimismo paredes externas 716 de la cinta transportadora. La pluralidad de divisiones 712, por lo tanto, puede recibir de manera guiada el material apuntalante sobre la cinta transportadora 700 al mismo tiempo que, por ejemplo, se desmenuzan los terrones de material apuntalante 38, si los hay, que podrían atravesar cada tolva transportadora respectiva 600, y se reduce aún más la producción y liberación de polvo de sílice 50 cuando el material apuntalante 38 llega a la cinta transportadora 700. La cinta transportadora 700 además está ubicada muy cerca por debajo o en la adyacencia de la porción de fondo 608 de cada tolva transportadora 600, para reducir también a unas pocas pulgadas la altura de caída del material apuntalante 38, por ejemplo, cuando llega a la cinta transportadora 700 y es transportado por ella.

Las una o varias cintas transportadoras 700 trasladan entonces 140 el material apuntalante 38 a través de una porción encamisada 802, adaptada y colocada de modo de reducir el riesgo de que se desprenda polvo de sílice 50, hasta un vertedero 822. Esta porción encamisada 802 puede ser omitida opcionalmente, si la transportadora 1000 está diseñada para depositar el material apuntalante 38 directamente de la cinta transportadora 700 al interior de una tolva mezcladora 810, por ejemplo, como se muestra en las formas de realización descritas en la presente, que incluyen la FIG. 8D por ejemplo. La cinta transportadora 700 se desplaza en un bucle continuo alrededor de una trayectoria designada, controlada por los rodillos 708 y alimentada mediante uno o varios motores diesel o eléctricos 710. De acuerdo con una forma de realización, la cinta transportadora 700 puede estar casi cerrada o totalmente cerrada, mientras transporta el material apuntalante 38 hasta el vertedero 822. En una forma de realización, por ejemplo, el material apuntalante 38 puede ser

protegido de los elementos del ambiente, como el viento y la lluvia, por ejemplo, para evitar que se deteriore la condición del material apuntalante 38 y para minimizar además la producción y liberación de polvo de sílice 50 hacia el emplazamiento de pozo 30. El material apuntalante 38 puede ser depositado 150 en el vertedero 822 mediante alimentación por gravedad 812, cuando la cinta transportadora 700 gira alrededor de los rodillos 708 de la transportadora 1000. Este vertedero 822 puede tener un diseño y estar colocado con posibilidad de rotación, para dirigir el material apuntalante 38 al interior de una tolva mezcladora 810, para usar en la operación de fracturación, aunque el vertedero 822 podría depositar el material apuntalante 38 en cualquier lugar del emplazamiento de pozo 38. El vertedero 822 puede tener manijas 823 para que un operador 806 del pozo 30 dirija el material apuntalante 38 desde una o varias salidas 826 del vertedero 822 mediante alimentación por gravedad 812 al interior de una o varias tolvas mezcladoras 810, por ejemplo.

Cuando los respectivos contenedores 900 han sido sustancialmente vaciados de material apuntalante 38, los montacargas 34, las grúas 35 u otra maquinaria pueden retirar 160 los contenedores vacíos 900, para ser reemplazados por contenedores 900 que tienen material apuntalante 38 para la fracturación hidráulica en el emplazamiento de pozo 30, de modo que el material apuntalante 38 es alimentado continuamente a la tolva mezcladora 810 u otra ubicación en el emplazamiento de pozo 30, mientras se está operando. Los contenedores pueden ser apilados 900S1, 900S1 en el emplazamiento de pozo 30, por ejemplo, en un número de hasta tres, para ser recargados con material apuntalante, o bien pueden ser transportados fuera del emplazamiento de pozo 30 para ser recargados con material apuntalante 38. Los aspectos relativos a los contenedores de las formas de realización de la invención permiten el flujo continuo de material apuntalante 38 hasta el pozo 42 en un pozo 30, mientras la transportadora 1000 está en funcionamiento.

Las formas de realización de los contenedores 900, por ejemplo, pueden ser adaptadas y colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en un pozo 30. Como se ilustra en las FIGS. 9A-9E, cada respectivo contenedor 900 es una especie de cajón con un marco

externo 902 que tiene dos juegos de lados paralelos 901A1, 901A2, 901B1, 901B2 que son perpendiculares, cada uno, a una parte superior 904 y un fondo 906. El contenedor 900 puede ser un contenedor ISO de diez pies (3,05 m). El contenedor puede tener una escalerilla 903 para que un operador pueda trepar hasta la parte superior 904 del contenedor 900 e inspeccionar la carga dentro del contenedor 900, por ejemplo. Esto significa que el contenedor 900 puede tener una longitud de 3,05 m (10 pies), un ancho de 2,44 m (8 pies) y una altura de 2,60 m (8,5 pies), por ejemplo. La altura también puede ser de 2,90 m (9,5 pies). Esta forma de realización, por ejemplo, puede aceptar aproximadamente 23 toneladas de material apuntalante 38 (aproximadamente 43.000 – 48.000 libras), en cada uno de dichos contenedores 900. Los contenedores 900 tienen un diseño que les permite drenar el material apuntalante 38 que llevan cargado, en menos de 2 minutos o a razón de aproximadamente 11,5 toneladas (25.000 libras) por minuto. Dado el peso y la magnitud del material apuntalante 38, el contenedor 900 está hecho de acero u otro material similar, y el marco externo 902 tiene la estructura de una jaula o un retículo y sirve de estructura de soporte y para ubicar cada contenedor 900 sobre los compartimientos 1002 de la transportadora 1000, que están adaptados para alojar cada respectivo contenedor 900. El marco 902 incluye asimismo una pluralidad de ranuras 901 que incluyen, por ejemplo, dos ranuras 901, a través de las cuales un montacargas 34 puede levantar y colocar la pluralidad de contenedores 900 sobre la transportadora 1000.

La parte superior 904 de cada contenedor 900 tiene una entrada 905 que puede ser abierta y cerrada por una puerta 914, escotilla, compuerta, o algún otro mecanismo de cierre. Esta puerta 914 puede proveer un sello o conexión hermética al aire y al agua, al contenedor 900, ya que es conveniente que el material apuntalante 38 se mantenga sustancialmente seco. Si bien el material apuntalante 38 puede fluir por las formas de realización del sistema con algún grado de contenido de humedad, es preferible prevenir el apelotonamiento del material apuntalante 38 que se forma por la humedad. La puerta 914 también es importante para impedir el escape del polvo de sílice 50 del material apuntalante 38 contenido allí, antes de la transferencia y durante la transferencia del material apuntalante 38 desde los contenedores 900 a través

de una forma de realización de un sistema. La persona con experiencia en la técnica está en condiciones de determinar las opciones viables para diseñar, fijar o adosar una puerta 914, a fin de cumplir con esta función de sellamiento.

El contenedor 900 está fabricado de acero u otro material similar. Según puede observarse desde el exterior del contenedor 900, y como se muestra en las FIGS. 9A-9E, la porción de fondo 916 del contenedor 900 está abierta y se ve como una estructura de embudo 918, encerrada dentro de un marco externo abierto 902. Con referencia a la FIG. 9D, el marco externo 902 forma un fondo 906 que comprende una superficie plana 920, perpendicular a los dos pares de lados paralelos 901A1, 901A2, 901B1, 901B2. Con referencia a la FIG. 9B, la porción de fondo 916 está abierta para permitir que la estructura de embudo de forma cilíndrica o angular 918 vierta el material apuntalante 38 en el contenedor 900, de acuerdo con las formas de realización de los métodos y sistemas. Las formas de realización que tienen la característica de porción de fondo 916 pueden ser de utilidad en el transporte internacional. Durante el transporte internacional, por ejemplo, es importante evitar los espacios cerrados dentro de tal contenedor 900. La exposición de la conformación de embudo 918 en la porción de fondo 916 del contenedor 900 les permitirá a los inspectores tener acceso visual al área adyacente a la conformación de embudo 918.

Como puede apreciarse en la vista parcial desprendida de un contenedor 900 ilustrado en la FIG. 9C y la serie de vistas transversales del contenedor en las FIGS. 5A-5C, la estructura de embudo 918 comprende una pluralidad de porciones internas inferiores inclinadas 922 del contenedor 900. La pluralidad de porciones internas inferiores inclinadas 922 se encuentra aproximadamente en el centro 923 del fondo 906 y tiene una abertura o aberturas 924. La pluralidad de porciones internas inferiores inclinadas 922 está diseñada para asegurar que, cuando el material apuntalante 38 es dirigido afuera del contenedor 900, el material apuntalante 38 fluya del contenedor 900 hasta vaciarse sustancialmente. Las porciones internas inferiores inclinadas 922 de cada respectivo contenedor 900 están inclinadas hacia adentro con respecto a las paredes internas 926 del contenedor respectivo 900 hacia un fondo 906 del contenedor según un ángulo 928 de aproximadamente 31 grados

a aproximadamente 37 grados con respecto a un plano horizontal 920 del fondo de cada respectivo contenedor 900, cuando cada respectivo contenedor 900 está nivelado. Los experimentos han mostrado que este ángulo 928 es particularmente efectivo para liberar completamente el material apuntalante 38 del interior del contenedor 900. Si quedaran restos de material apuntalante 38 en el contenedor 900, por ejemplo, se podría plantear una amenaza para los trabajadores que se encuentran en la cercanía del contenedor 900 durante el transporte del contenedor 900 a otro lugar. Por otra parte, dado que la pluralidad de porciones internas inferiores inclinadas 922 está inclinada en este sentido, el material apuntalante 38 no abandona directamente el interior, como podría ocurrir en otro caso. En lugar de eso, el material apuntalante 38 circula a lo largo de la pluralidad de porciones internas inferiores inclinadas 922, creando un sumidero o embudo 930, hacia las una o varias aberturas 924, con el fin de reducir la producción y liberación de polvo de sílice 50 cuando el material apuntalante 38 está circulando fuera del contenedor 900.

Una compuerta de flujo 932 está ubicada dentro de guías 933 ubicadas en el fondo 906 por encima o en la adyacencia de la abertura o aberturas 924 de las porciones internas inferiores inclinadas 922 de cada respectivo contenedor 900, como se muestra en las FIGS. 9D-9E. La compuerta de flujo 932 puede ser plana y está diseñada para cubrir la abertura o aberturas 924. La compuerta de flujo 932 puede ser una compuerta reguladora u otra estructura capaz de controlar la circulación del material apuntalante 38 desde la abertura o aberturas 924 y que la persona capacitada en la técnica conoce. La compuerta de flujo 932 incluye una manija 934 ubicada del lado externo de la compuerta de flujo 932. Con referencia a las FIGS. 5A-5C, en una forma de realización del sistema, por ejemplo, la manija 934 de la compuerta de flujo 932 está diseñada para asentarse en los uno o varios dientes 500 de la transportadora 1000, en forma tal que un elemento accionador 502 conectado a los dientes 500 puede mover la compuerta de flujo 932 para incrementar la abertura o el cierre de las una o varias aberturas 924 del contenedor 900. Para un contenedor 900 de este tamaño y magnitud, que contiene aproximadamente 2 toneladas de material apuntalante 38, el elemento accionador 502 puede ser controlado hidráulica o eléctricamente para incrementar la apertura y el cierre

de la compuerta de flujo 932. Si se usa hidráulica, por ejemplo, una pluralidad de mangueras de presión hidráulica 503 puede conectar el elemento accionador a los uno o varios motores 710. Si se usa electrónica, por ejemplo, se puede emplear una pluralidad de cables 505 para conectar el elemento accionador a los uno o varios motores 710. También están contempladas las conexiones inalámbricas. La persona capacitada en la técnica conoce las distintas conexiones a los motores 710 y controles 1017 de las que se pueden disponer para motorizar el elemento accionador 502. La compuerta de flujo 932 puede ser operada a control remoto a través de internet, o localmente en el emplazamiento de pozo 30, sea por un operario o una máquina. Esta compuerta de flujo 932 también controla la tasa de circulación del material apuntalante 38 desde el contenedor 900, para reducir la producción y liberación al aire de polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, en las una o varias aberturas 924.

Los contenedores 900 descritos en la presente están adaptados para encajar en los compartimientos 1002 de una transportadora 1000 adaptada para alojar los contenedores 900 encima. Como se muestra en las FIGS. 10A, 10B y 12B, una forma de realización de una transportadora 1000 de las formas de realización de los métodos y sistemas incluyen un marco 1004 con una parte superior 1006, un fondo 1008, dos lados 1010A y 1010B, un primer extremo 1012 y un segundo extremo 1014. La transportadora 1000 está fabricada de acero u otro material similar. Puede tener aproximadamente 12,19 m (40 pies) de longitud, 2,60 m (8,5 pies) de ancho, 1,22 m (4 pies) de altura, y tener ruedas 1016 y controles 1017 en el primer extremo 1012, el segundo extremo 1014, o en ambos, pero incluido, por ejemplo, en el segundo extremo 1014, y un gancho de remolque 1018 en el primer extremo 1012, el segundo extremo 1014, o en ambos, pero incluido, por ejemplo, en el segundo extremo 1014, en forma tal que un operador podría acoplar la transportadora 1000 a la cabina de un camión de 18 ruedas 44 y arrastrar la transportadora 1000 por una vía de ferrocarril. El tamaño de la transportadora 1000 está pensado para tener las mismas dimensiones o dimensiones menores que las permitidas por la ley para los tráileres de camiones 44, de manera que las dimensiones se pueden regular según cambian las dimensiones para el tráfico seguro en

carreteras. El marco 1004 debe poder aguantar hasta varias toneladas de material apuntalante 38 alojadas en una pluralidad de contenedores 900. La transportadora 1000 tiene uno o varios elevadores hidráulicos o eléctricos 1019, para garantizar que el marco 1004 quede nivelado, dado que el emplazamiento del pozo puede tener un suelo irregular. Si se usa hidráulica, por ejemplo, una pluralidad de mangueras de presión hidráulica 1021 puede conectar los elementos elevadores 1019 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. Si se usa electrónica, por ejemplo, se puede emplear una pluralidad de cables 1023 para conectar los elementos elevadores 1019 a los uno o varios motores 710. También están contempladas las conexiones inalámbricas. Una persona capacitada en la técnica conoce las distintas conexiones a motores 710 y controles 1017 que están disponibles para motorizar los elementos elevadores 1019. Los uno o varios elementos elevadores 1019 también disminuyen el riesgo de que la transportadora 1000 se vuelque o desestabilice en el emplazamiento de pozo 30.

Como se muestra en la FIG. 10B, la parte superior 1006 del marco 1004 comprende una superficie superior 1020 adaptada para alojar las formas de realización de los contenedores 900 descritos en la presente. La superficie superior 1020 tiene uno o varios compartimientos 1002, cada uno adaptado para alojar uno o varios contenedores 900, un ejemplo de lo cual puede verse en la FIG. 6C. En una forma de realización, por ejemplo, la transportadora 1000 tiene tres a cinco compartimientos 1002 para alojar tres a cinco contenedores 900 cargados con material apuntalante 38 para fracturación hidráulica. Como se muestra en la FIG. 10B y FIG. 12A, la superficie superior 1020 puede tener cuatro compartimientos 1002 para alojar cuatro contenedores 900 cargados con material apuntalante 38 para fracturación hidráulica. En la misma forma de realización, por ejemplo, los cuatro contenedores 900 son colocados sobre la transportadora 1000 en forma tal que cada contenedor 900 tiene uno o ambos lados paralelos 901A1 y 901A2 adyacentes a los uno o ambos lados paralelos 901A1 y 901A2 de otro contenedor 900, la parte superior 904 y la parte inferior 906 de cada contenedor 900 es perpendicular a la superficie superior 1020 de la transportadora 1000, y la parte superior 904 y la parte inferior 906 de cada contenedor 900 se extienden por encima de la cinta transportadora 700

ubicada por debajo de la superficie superior 1020 de la transportadora 1000. En esta forma de realización, por ejemplo, cada contenedor 900 está ubicado en fila, en forma tal que el material apuntalante 38 cargado en cada contenedor 900 circulará de cada contenedor 900 hacia una o varias cintas transportadoras 700. En otra forma de realización, la pluralidad de contenedores 900 es colocada en una disposición de lado con lado en la superficie superior 1020 de la transportadora 1000 que se extiende por encima de una o varias cintas transportadoras 700.

Como puede verse en las FIGS. 4, 5A, 5C, 6A-6C, los uno o varios compartimientos 1002 de la transportadora 1000 pueden incluir ángulos 1022, guías, conexiones de cerradura y llave, y conexiones macho-hembra, por ejemplo. Estos ángulos 1022, por ejemplo, pueden fabricarse de acero u otro material similar. No es necesario que el contenedor 900 calce ajustadamente en cada compartimiento 1002. Al contrario, por ejemplo, solo se necesita que los ángulos 1022 guíen el contenedor 900 hacia su posición en el compartimiento 1002, de manera tal que el contenedor 900 no se deslice de la transportadora 1000. Alternativamente, el contenedor 900 puede calzar ajustadamente en el compartimiento 1002. El peso descomunal del contenedor 900, sin embargo, alcanzaría para impedir que el contenedor 900 se desplace de lugar, una vez que está colocado en el compartimiento 1002, incluso si no hay tales ángulos 1022, y no es indispensable que el compartimiento 1002 disponga de dichos ángulos 1022, como se describe en la presente. En una forma de realización de un sistema, y como se muestra en la FIG. 4, por ejemplo, un montacargas 34, una grúa 35 o alguna otra maquinaria pesada levanta un contenedor 900 que tiene material apuntalante 38 por encima de la parte superior del respectivo compartimiento 1002 de la transportadora 1000, que comprende los ángulos de acero 1022 que se extienden verticalmente desde cada ángulo respectivo de cada compartimiento respectivo 1002 de la transportadora 1000, y hace descender el contenedor 900 que tiene material apuntalante 38 en su lugar sobre la transportadora 1000. Los ángulos 1022 del compartimiento 1002 guían el contenedor 900 para ponerlo en su lugar. Con referencia a la FIG. 5C, los respectivos ángulos 1022 de los compartimientos tienen una pluralidad de celdas de carga 1024 para determinar el peso de cada

contenedor 900 en cada compartimiento respectivo 1002 de la transportadora 1000. En una forma de realización de la presente invención, por ejemplo, se coloca una celda de carga 1024 en cada uno de los cuatro ángulos del compartimiento 1002. Estas celdas de carga 1024 le informan a un operador o a una máquina cuánto material apuntalante 38 queda en el contenedor respectivo 900 por el peso, de modo que el operador o la máquina saben cuándo reemplazar el respectivo contenedor vacío 900 con otro contenedor 900 cargado de material apuntalante 38 en un pozo 30. Las respectivas celdas de carga 1024 están conectadas eléctrica o inalámbricamente, a través de los cables 1025 o inalámbricamente con una luz 1026 que le indica al operador o a la máquina que el contenedor 900 ha quedado colocado apropiadamente en el compartimiento 1002. Cuando un contenedor 900 está colocado apropiadamente en el compartimiento 1002, por ejemplo, la luz 1026 puede cambiar de rojo a verde, por ejemplo. Téngase presente que no es necesario que un montacargas 34 levante el contenedor respectivo 900 por encima de los ángulos 1022 del compartimiento 1002 de la transportadora 1000, si se utilizan estructuras alternativas en lugar de los ángulos 1022. De este modo, el montacargas 34, por ejemplo, podría levantar el contenedor 900 hasta la altura de la superficie superior 1020 de la transportadora 1000 y deslizar el contenedor 900 hacia el respectivo compartimiento 1002.

La transportadora 1000, que tiene una pluralidad de compartimientos 1002 adaptados para alojar los contenedores 900, puede tener además una pluralidad de aberturas 1028 en la superficie superior 1020 de la transportadora 1000. La pluralidad de aberturas 1028 está ubicada por debajo de la respectiva pluralidad de contenedores 900 sobre la transportadora 1000, en forma tal que el material apuntalante 38 que circula desde cada respectivo contenedor 900 pasará por cada respectiva abertura 1028. Cada abertura 1028 tiene uno o varios dientes 500 colocados por encima o en la adyacencia de la abertura o aberturas 1028, los uno o varios dientes 500 están adaptados para recibir una manija 934 de una compuerta de flujo 932 de un contenedor 900 para enganchar, contactar o comunicar con la correspondiente manija 934 de la compuerta de flujo 932 del contenedor 900, como se muestra en una forma de realización ilustrada en las FIGS. 5A-5C y 10C. La manija 934 de la compuerta

de flujo 932, los uno o varios dientes 500, o ambos, están conectados eléctrica o inalámbricamente con la luz 1026, junto con las respectivas celdas de carga 1024 de los ángulos 1022, a través de los cables 1025 o inalámbricamente, para indicarle a un operador o a una máquina que el contenedor 900 se encuentra en la posición apropiada, cuando la manija 934 de la compuerta de flujo 932 está alineada o situada en los uno o varios dientes 500 del compartimiento 1002. La variedad de conexiones o contactos para fijar o colocar el contenedor 900 sobre la superficie superior 1020 de la transportadora 1000, en forma tal que el elemento accionador 502 puede accionar la compuerta de flujo 932 del contenedor 900, resultará obvia para la persona con experiencia en la técnica.

Las formas de realización de la transportadora 1000, por ejemplo, pueden incluir además una pluralidad de tolvas transportadoras 600 ubicadas en la adyacencia o por debajo de la pluralidad de aberturas 1028 en la superficie superior 1020 de la transportadora 1000. La pluralidad de tolvas transportadoras 600 está ubicada en forma tal que cuando los contenedores 900 están colocados sobre la transportadora 1000, cada tolva transportadora respectiva 600 queda por debajo de la compuerta de flujo 932 de las una o varias aberturas 924 de cada respectivo contenedor 900. Como se muestra en las FIGS. 5A-C y FIGS. 6A-6C, cada tolva transportadora respectiva 600 puede incluir una pluralidad de lados inclinados 602 que forman una estructura de receptáculo o embudo para que el material apuntalante 38 entre y pase a medida que el material apuntalante 38 es descargado de cada respectivo contenedor 900 cuando se encuentra en operación. La pluralidad de lados inclinados 602 puede incluir un par de lados cortos 604A1, 604A2 y un par de lados largos 604B1, 604B2. Según los resultados experimentales, los lados cortos 604A1-A2 pueden tener un ángulo de embudo 605A o pendiente de aproximadamente 35 a 40 grados con respecto a un plano horizontal 1020, que incluye, por ejemplo, 38 grados, y los lados largos 604B1-B2 pueden tener un ángulo de embudo 605B o pendiente de aproximadamente 28 a 33 grados con respecto a un plano horizontal 1020, que incluye, por ejemplo, 31 grados, para maximizar la capacidad de la tolva transportadora 600 y la circulación del material apuntalante 38 desde la tolva transportadora 600.

La tolva transportadora 600 tiene una porción superior 606 y una porción de fondo 608, y la porción de fondo 608 puede incluir una o varias aberturas controlables 610. La porción superior 606 de la tolva transportadora 600 puede estar en el mismo plano, por encima de este, o por debajo de la superficie superior 1020 de la transportadora 1000. La porción superior 606 de la tolva transportadora 600 puede estar en el mismo plano o más elevada que la superficie superior 1020 de la transportadora 1000, como puede verse en las FIGS. 10B, 10C. Cada tolva transportadora 600, por ejemplo, puede estar de 0 a 5,08 cm (0 a 2 pulgadas) por debajo de la respectiva compuerta de flujo 932 de las una o varias aberturas 924 del fondo de cada contenedor 900. En esta forma de realización, por ejemplo, la distancia que el material apuntalante circulante 38 tiene que atravesar de las una o varias aberturas 924 del contenedor 900 hasta el interior de la tolva transportadora 600 se minimiza, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50. Esta estrecha cercanía limita todavía más el riesgo de que los trabajadores queden expuestos al polvo de sílice 50 en el emplazamiento de pozo 30. La porción de fondo 608 de la tolva transportadora 600 puede incluir además una o varias aberturas controlables 610. Las una o varias aberturas controlables 610 pueden incluir una compuerta de tolva 612. La compuerta de tolva, por ejemplo, puede estar hecha de acero o material similar, y puede tener la forma de una “V” invertida, o alguna otra forma que facilite la circulación del material apuntalante 38 por la porción de fondo 608 de la tolva transportadora 600. La compuerta de tolva 612 puede conectarse a un elemento accionador de compuerta de tolva 613 que puede ser controlado opcionalmente por vía hidráulica o eléctrica, para mejorar la apertura y el cierre de las una o varias aberturas controlables 610 de la tolva transportadora 600. Si se usa hidráulica, por ejemplo, una pluralidad de mangueras de presión hidráulica 614 pueden conectar el elemento accionador de compuerta de tolva 613 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. Si se usa electrónica, por ejemplo, se puede utilizar una pluralidad de cables 616 para conectar la compuerta de tolva 612 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. También están contempladas las conexiones inalámbricas. La persona capacitada en la técnica conoce las distintas conexiones a los motores 710 y controles 1017 que están disponibles para motorizar el elemento accionador de compuerta de tolva 613. En las

formas de realización que se muestran en la serie de Figuras 6A a 6C, por ejemplo, el material apuntalante 38 es descargado controladamente de la tolva transportadora 600, de modo que en ningún momento se descarga un exceso de material apuntalante 38. Esta forma de realización impide que se genere una nube de polvo de sílice 50 en el área de la cinta transportadora 700, a la vez que maximiza la eficacia del suministro de material apuntalante 38 sobre la cinta transportadora 700.

Las formas de realización de los métodos y sistemas, por ejemplo, pueden incluir además una o varias cintas transportadoras 700. Cada respectiva cinta transportadora 700 tiene una superficie superior 702, una superficie inferior 704 y dos lados 706A, 706B. Cada respectiva cinta transportadora 700 está fabricada de una sola pieza larga o está unida mediante cremalleras formando una pieza alargada. Cada respectiva cinta transportadora 700 tiene una porción de primer extremo 705 y una porción de segundo extremo 707. Cada respectiva cinta transportadora 700 está enrollada adecuadamente en los rodillos 708, para seguir una trayectoria deseada. Cada respectiva cinta transportadora 700 es alimentada por uno o varios motores 710. Estos motores 710 pueden ser diesel, eléctricos, o una combinación de ambos. Los motores diesel 710 han sido utilizados en este rubro durante muchos años y son confiables en ubicaciones remotas. Los motores eléctricos 710, sin embargo, son más limpios de usar pero pueden requerir, por ejemplo, que en el lugar haya un generador, baterías o acceso a energía eléctrica para funcionar. La industria, sin embargo, tiende al uso de fuentes de energía más limpias, y la persona capacitada en la técnica tendrá conocimiento de los distintos motores 710 disponibles. Como se muestra en las FIGS. 7A-7B y 8A-8D, cada respectiva cinta transportadora está adaptada para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 mientras el material apuntalante 38 cae de manera guiada de la pluralidad de tolvas transportadoras 600 a las una o varias cintas transportadoras 700. Las respectivas una o varias cintas transportadoras 700 pueden incluir una pluralidad de divisiones 712. Las formas de realización de la pluralidad de divisiones 712 pueden incluir una pluralidad de dedos 714 y una pared externa 716 de cada lado. Cada respectiva cinta transportadora 700 puede estar

construida de modo que incluya o integre la pluralidad de dedos 714 y las paredes externas 716. Alternativamente, la pluralidad de dedos 714 y las paredes externas 716 pueden estar conectadas a una superficie superior 702 de una cinta transportadora, usando adhesivo de circulación comercial.

Con referencia a la FIG. 11, la pluralidad de dedos 714 de la cinta transportadora 700 están conectados a una superficie superior 702 y se extienden hacia arriba hacia la tolva transportadora 600, cuando están colocados por debajo de la tolva transportadora 600, y cada uno de la pluralidad de dedos 714 está separado de otro de la pluralidad de dedos 714, de modo que la superficie superior recibe el material apuntalante 38 sobre sí misma y entre la pluralidad de dedos 714. La pluralidad de dedos 714 son perpendiculares o casi perpendiculares a la superficie superior 702 de las una o varias cintas transportadoras 700. La pluralidad de dedos 714 están apenas separados unos de otros, incluso de 2,54 a 10,16 cm (1 a 4 pulgadas) de separación entre sí. La pluralidad de dedos 714 puede disponerse siguiendo un patrón regular o un patrón irregular sobre la superficie superior 702 de la respectiva cinta transportadora 700. Solamente es necesario que la disposición o el patrón de la pluralidad de dedos 714 cumpla la función de la pluralidad de dedos 714, que consiste, por ejemplo, en separar el material apuntalante 38 y romper los terrones de material apuntalante 38, si los hay, que caen de la tolva transportadora 600. La pluralidad de dedos 714 también ayuda a guiar el material apuntalante sobre la superficie superior 702 de la cinta transportadora 700, para reducir la producción de polvo de sílice 50. Como puede verse en las formas de realización ilustradas en las FIGS. 7A y 7B, por ejemplo, la pluralidad de dedos 714 pueden ser cilíndricos, angulares o chatos. Cada dedo respectivo 714 tiene un lado de arriba 718 que puede ser chato o redondeado. La pluralidad de dedos 714 puede tener cada uno un lado de arriba 718 que es chato, dado que, mientras funciona la cinta transportadora 700, las vibraciones del motor o motores 710 no permiten que el material apuntalante 38 quede retenido en la parte superior 718 de la pluralidad de dedos 714. Al contrario, el material apuntalante 38 se cae entre la pluralidad de dedos 714 hacia la superficie superior 702 de las una o varias cintas transportadoras 700, como se ilustra en la FIG. 7A.

Cada lado 706A, 706B de las una o varias cintas transportadoras 700 tiene una pared externa 716 ubicada en el margen o borde, o casi en el margen o borde, del respectivo lado 706A, 706B. La pared externa 716 puede tener una forma continua de “S” que le permite a la cinta transportadora 700 comprimirse y flexionarse alrededor de los rodillos 708 a medida que la cinta transportadora 700 se mueve, para impedir el escape del polvo de sílice 50. La pared externa 716 evita también que el material apuntalante 38 se desprenda al aire o se desmorone por los costados 706A, 706B de la cinta transportadora 700, a medida que es transportado hasta el vertedero 822. Asimismo evita que el viento haga volar el material apuntalante 38 o el polvo de sílice 50 fuera de la cinta transportadora 700. Son aceptables otras formas, por ejemplo, una forma ondulada o triangular, de la pared externa 716, siempre que la cinta transportadora 700 no libere polvo de sílice 50 o material apuntalante 38 a través de la pared externa 716 mientras pasa por los rodillos 708. La pared externa 716 puede comprender una parte superior chata o redondeada 720, bastante similar a la pluralidad de dedos 714. Como puede verse en una forma de realización ilustrada en la FIG. 11, por ejemplo, la pluralidad de dedos 714 y la pared externa 716 están relativamente a la misma altura de la superficie superior 702 de la cinta transportadora 700. En la forma de realización ilustrada en la FIG. 11, la altura de la pluralidad de divisiones 712 puede ser de entre 10,16 y 20,32 cm (entre 4 y 8 pulgadas), que incluyen, por ejemplo, 15,24 cm (6 pulgadas). La altura sustancialmente similar de la pluralidad de dedos 714 y las paredes externas 716 permite que la cinta transportadora 700 quede ubicada lo más cerca posible de la porción de fondo 608 de cada tolva transportadora respectiva 600, para minimizar la distancia que el material apuntalante 38 tiene que caer, mientras el material apuntalante 38 fluye desde la pluralidad de tolvas transportadoras 600 a las una o varias cintas transportadoras 700. Esta distancia entre la pluralidad de tolvas transportadoras 600 y la parte superior 718, 720 de la pluralidad de divisiones 712 puede ser de entre 0 y 5,08 cm (entre 0 y 2 pulgadas). Con una brecha tan mínima, el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 se reduce.

Como se muestra en las formas de realización de las FIGS. 7A-7B y 8A-8D, la cinta transportadora 700 está ubicada en, o cerca de, las una o varias

aberturas controlables 610 de la pluralidad de tolvas transportadoras 600, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 cuando el material apuntalante 38 está circulando desde la pluralidad de contenedores 900, a través de la pluralidad de tolvas transportadoras 600, sobre las una o varias cintas transportadoras 700. En una forma de realización, por ejemplo, la cinta transportadora 700 está sustancialmente encamisada. En una forma de realización ilustrada en las FIGS. 12A y 12B, se pueden adicionar una cortina o cortinas 1200 a uno o varios lados 1010A, 1010B de la transportadora 1000, a fin de encerrar por completo las una o varias cintas transportadoras 700. La cortina o cortinas 1200 pueden incluir lonas 1202, paneles de acero 1204, o estructuras similares, que se incorporan en forma desmontable o permanente a la transportadora 1000 por medio de sujetadores 1206 como, por ejemplo, cuerdas elásticas, sogas, cremalleras, bulones, tornillos, soldadura, u otro material adaptado para integrarse o adosarse a la transportadora 1000. La cortina o cortinas 1200 además protegen el material apuntalante 38 contra el viento que sopla por el emplazamiento de pozo 30, contra la lluvia o precipitaciones en el emplazamiento de pozo 30, y contra todo polvo de sílice 50 o material apuntalante 38 que incidentalmente pueden desprenderse al aire desde la cinta transportadora 700, y de esta manera se reduce aún más el riesgo de que se libere polvo de sílice 50 al aire.

De modo similar a la cortina o cortinas 1200 de una forma de realización ilustrada en las FIGS. 12A-12B, una forma de realización de la presente invención puede incluir una cubierta de tolva mezcladora 1208. Al igual que la cortina o cortinas 1200, la cubierta de tolva mezcladora 1208 puede ser adicionada a las una o varias salidas 826 del vertedero 822 o al segundo extremo 1014 de la transportadora 1000, para encerrar por completo el camino hasta la tolva mezcladora 810. La cubierta de tolva mezcladora 1208 puede incluir lonas 1210, paneles de acero 1212, o estructuras similares, que se incorporan en forma desmontable o permanente al vertedero 822 o a la transportadora 1000, por medio de sujetadores 1214 como, por ejemplo, cuerdas elásticas, sogas, cremalleras, bulones, tornillos, soldadura, u otro material adaptado para integrarse o adosarse al vertedero 822 o a la transportadora 1000. La cubierta de tolva mezcladora 1208 además protege el

material apuntalante 38 contra el viento que sopla por el emplazamiento de pozo 30, contra la lluvia o precipitaciones en el emplazamiento de pozo 30, y contra todo polvo de sílice 50 o material apuntalante 38 que incidentalmente puedan desprenderse al aire desde el vertedero 822 o la cinta transportadora 700, mientras que el material apuntalante 38 está siendo depositado en la tolva mezcladora 810, y de esta manera se reduce aún más el riesgo de que se libere polvo de sílice 50 al aire.

En una forma de realización ilustrada en la FIG. 10A, por ejemplo, una porción de primer extremo 705 puede ser paralela al suelo y estar ubicada en el primer extremo 1012 de la transportadora 1000. Una porción de segundo extremo 707 de la cinta transportadora 700 puede estar elevada con respecto a la porción de primer extremo 705 de la cinta transportadora 700 y ubicada entre el último contenedor respectivo 900 en el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 y el vertedero 822, según un ángulo 805 superior paralelo con respecto al suelo. Los rodillos 708 ubicados dentro de la transportadora 1000 controlan el trayecto por el que se desplazan las una o varias cintas transportadoras 700. En una forma de realización, por ejemplo, la cinta transportadora 700 se desplaza en un trayecto que está nivelado desde el primer extremo 1012 de la transportadora 1000, mientras la cinta transportadora 700 pasa por debajo de cada una de la pluralidad de tolvas transportadoras 600 y contenedores 900 ubicados allí arriba, se curva hacia arriba después de que la cinta transportadora 700 ha pasado por debajo del último contenedor 900 ubicado sobre la transportadora 1000, y corre hacia arriba hacia un segundo extremo 1014 de la transportadora 1000, con respecto a un plano horizontal 1020, hasta el vertedero 822, donde la cinta transportadora 700 gira alrededor de un rodillo 708 y retorna hacia el primer extremo 1012 de la transportadora 1000. En una forma de realización, por ejemplo, el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 puede estar elevado con respecto al primer extremo 1012 de la transportadora 1000, para que el material apuntalante 38 pueda ser descargado del extremo de la cinta transportadora 700 mediante alimentación por gravedad 812 en el vertedero 822 para ir a depositarse en la tolva mezcladora 810.

En una forma de realización de un método, por ejemplo, donde una transportadora 1000 tiene todos los contenedores 900 que está diseñada para contener, como se muestra, por ejemplo, en la FIG. 12A, la cinta transportadora 700 está a ras del suelo mientras pasa por debajo de cada uno de la pluralidad de contenedores 900 ubicados sobre la transportadora 1000. Como muestran las porciones desprendidas de la FIG. 8A, una vez que la cinta transportadora 700 pasa el extremo del último contenedor respectivo 900 ubicado sobre la transportadora 1000, la cinta transportadora 700 es conducida por uno o varios rodillos 708 en sentido ascendente hacia el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000. Esta porción 802 de la cinta transportadora 700 puede desplazarse hacia arriba según un ángulo 805 de aproximadamente 30 a 60 grados con respecto a un plano horizontal 1020 que se extiende de la cinta transportadora 700, ya que está a ras del suelo. La porción 802 de la cinta transportadora 700 que se desliza en sentido ascendente también atraviesa una cubierta 800, en donde se define una porción encamisada 802 de la cinta transportadora 700, como se muestra en las FIGS. 8A-8B. La porción encamisada 802 está ubicada entre un último contenedor respectivo 900 sobre la transportadora 1000 y una entrada 824 del vertedero 822 según un ángulo 805 de aproximadamente 30 a 60 grados con respecto a un plano horizontal 1020, cuando la transportadora 1000 está al mismo nivel. En el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000, las una o varias cintas transportadoras 700 giran dentro del vertedero 822 que está sustancialmente encerrado y se desliza hacia abajo hacia un primer extremo 1012 de la transportadora 1000. Como se muestra en la FIG. 8B, a medida que la cinta transportadora 700 gira, el material apuntalante 38 es depositado en un vertedero 822 que está encerrado mediante alimentación por gravedad 812. El material apuntalante 38 baja por el vertedero 822 y se deposita donde el operador 806 o la máquina dirige el material apuntalante 38 desde la salida 826 del vertedero 822, pero el vertedero 822 puede tener una ubicación que permita depositar el material apuntalante 38 en una tolva mezcladora 810 en el emplazamiento de pozo 30, como se muestra en la FIG. 8C.

En una forma de realización, por ejemplo, ilustrada en las FIGS. 8D y 10C, no es necesario que la cinta transportadora 700 se desplace en sentido

ascendente en el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000, sino que, por el contrario, puede permanecer a nivel o desplazarse hacia abajo, si la transportadora 1000, las una o varias cintas transportadoras 700 o el vertedero 822 están ubicados como para depositar el material apuntalante 38 en una tolva mezcladora 810 que se encuentra a ras o por debajo de las una o varias cintas transportadoras 700, o si el vertedero 822 está ubicado como para depositar el material apuntalante 38 en un hoyo, por ejemplo. Esta forma de realización de la presente invención puede incluir las una o varias cintas transportadoras 700 que se desplazan en una trayectoria sustancialmente a nivel o descendente desde el primer extremo 1012 de la transportadora 1000 hasta el segundo extremo 1014, por debajo de la pluralidad de tolvas transportadoras 600, y depositan el material apuntalante 38 en un vertedero 822 o directamente en una tolva mezcladora 810, sin pasar por una porción encamisada 802. En esta forma de realización, el vertedero 822 o la tolva mezcladora 810 están adaptados o ubicados para permanecer más cerca del suelo que la superficie superior 702 de la cinta transportadora 700, en forma tal que el material apuntalante 38 es depositado directamente en el vertedero 822 o en la tolva mezcladora 810, mediante alimentación por gravedad 812, a medida que la cinta transportadora 700 gira alrededor de un rodillo 708. Esta forma de realización, por ejemplo, dispone que los uno o varios motores 710 y los controles 1017, si los hay, pueden requerir desplazarse desde el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 al primer extremo 1012 para contrarrestar la eliminación de la porción encamisada 802 en el segundo extremo 1014. En esta forma de realización, las ruedas 1016 de la transportadora 1000 también pueden moverse hasta el primer extremo 1012 de la transportadora 1000. Esta forma de realización puede incluir asimismo una cubierta de tolva mezcladora 1208 y una pluralidad de cortinas 1200 para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el emplazamiento de pozo 30.

Con referencia a las FIGS. 8A-8B, la cubierta 800 es una estructura de cajón, tubo o contenedor, que encierra sustancialmente o completamente una porción encamisada 802 de la cinta transportadora 700, mientras se desplaza en sentido ascendente hacia el segundo extremo 1014 de la transportadora

1000. La cubierta 800 puede ser un cajón cerrado y alargado con cuatro lados 816A, 816B, 816C, 816D, y un primer extremo 818A y un segundo extremo 818B, cada extremo está abierto para permitir que la cinta transportadora lo atraviese. Los lados 816A-D de la cubierta 800 pueden incluir una pluralidad de paneles de acero abulonados entre sí alrededor de la cinta transportadora 700, y abulonados a la transportadora en un primer extremo 818A, y abulonados al vertedero 822 en un segundo extremo 818B. No necesariamente el material consiste en paneles de acero, pero podría incluir también un cajón de acero sin costuras o alguna otra estructura hecha de un metal similar, plástico, tela, lona, u otras placas. La cubierta 800 no necesariamente debe encerrar totalmente la cinta transportadora 700. Por ejemplo, la cubierta 800 puede incluir una lona para cubrir la superficie superior 702 de la cinta transportadora 700 que tiene una pluralidad de divisiones 712, conectada al segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 en el primer extremo 818A de la cubierta 800 y el vertedero 822 en el segundo extremo 818B de la cubierta 800, por medio de sujetadores 820 como, por ejemplo, cuerdas elásticas, sogas, cremalleras, u otros medios de fijación. Alternativamente, la cubierta 800 y el vertedero 822 pueden estar integrados entre sí o totalmente conectados por bulones, soldadura, o conexión similar. La cubierta 800 está adaptada y colocada de modo de reducir el riesgo de que se desprenda polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, en tanto es transportado por la cinta transportadora 700. La cubierta 800 también evita que el viento haga volar el material apuntalante 38 fuera de la cinta transportadora 700, y que la lluvia humedezca el material apuntalante 38 que podría dificultar el libre fluir del material apuntalante 38.

El vertedero 822 está ubicado en el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000, para alojar el material apuntalante 38 que es depositado por la cinta transportadora 700 mediante alimentación por gravedad 812. El vertedero 822 puede tener forma de tubo, pero un vertedero 822 puede tener alternativamente una porción de fondo y una porción superior, por ejemplo. El vertedero 822 tiene una entrada 824 y una o varias salidas 826, la entrada 824 está ubicada de modo de alojar el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 y las una o varias cintas transportadoras 700 que trasladan el material

apuntalante, y las una o varias salidas 826 del vertedero 822 están ubicadas para poder depositar el material apuntalante 38 en una tolva mezcladora 810 o en otro lugar del emplazamiento de pozo 30. El vertedero 822, igual que la cubierta 800, está adaptado y colocado para reducir el riesgo de que se desprenda polvo de sílice 50 en el emplazamiento de pozo 30, pero también para impedir que el viento y la lluvia lleguen al material apuntalante 38. El vertedero 822, en una forma de realización, por ejemplo, está conectado giratoriamente a la porción encamisada 802 de la cinta transportadora 700, en forma tal que un operador 806 o una máquina pueden asir las manijas 823 fijadas al vertedero 822, para ubicar la abertura o aberturas 826 del vertedero 822 hacia una tolva mezcladora 810 u otro lugar en un pozo 30, como se muestra en la FIG. 8C. El vertedero 822 puede ser controlado manualmente, hidráulicamente o electrónicamente, por control remoto o inalámbrico, o bien por internet. Si se usa hidráulica, por ejemplo, una pluralidad de mangueras de presión hidráulica 819 pueden conectar el vertedero 822 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. Si se usa electrónica, por ejemplo, se puede usar una pluralidad de cables 821 para conectar el vertedero 822 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. También están contempladas las conexiones inalámbricas. Una persona capacitada en la técnica conoce las distintas conexiones a motores 710 y controles 1017 que están disponibles para alimentar el vertedero 822.

Los operarios del pozo también pueden tener como meta la reducción del polvo de sílice 50 que puede llegar a producirse o liberarse cuando el material apuntalante 38 está circulando desde las una o varias aberturas 826 del vertedero 822 hacia dentro de las una o varias tolvas mezcladoras 810 de una o varias mezcladoras 36 en un pozo 30. Como se muestra en las FIGS. 12A y 12C, puede haber una cubierta de tolva mezcladora 1208 fijada a las una o varias aberturas 826 del vertedero 822, o colocada por encima de ellas, para encerrar sustancialmente o completamente el trayecto entre las una o varias aberturas 826 del vertedero 822 hasta la tolva mezcladora 810. La cubierta de tolva mezcladora 1208 puede ser adaptada para conectar más de un vertedero 822 a la misma tolva mezcladora 810, por ejemplo, donde se colocan dos transportadoras 1000 de la presente invención adyacentes entre sí, en un pozo

30. En otra forma de realización, y como se muestra en la FIG. 8D y FIG. 10C, por ejemplo, la cubierta de tolva mezcladora 1208 puede estar fijada o colocada sobre el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 y las una o varias cintas transportadoras 700, para encerrar sustancialmente el trayecto entre el segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 y las una o varias cintas transportadoras 700 hasta la tolva mezcladora 810. En esta forma de realización, asimismo, la cubierta de tolva mezcladora puede ser adaptada para conectar más de un segundo extremo 1014 de la transportadora 1000 y la cinta transportadora 700 a la misma tolva mezcladora 810, por ejemplo, donde dos transportadoras 1000 de la presente invención son colocadas adyacentes entre sí en un pozo 30. La cubierta de tolva mezcladora 1208 puede incluir lonas 1210, paneles de acero 1212, o paneles de metal similar, plástico, o material similar. La cubierta de tolva mezcladora puede ser elaborada para caber justo encima de las una o varias aberturas 826 del vertedero 822, o fijarse a ellas y a las una o varias tolvas mezcladoras 810 de las una o varias mezcladoras 36 en un pozo 30. La cubierta de tolva mezcladora 1208 puede incluir una porción de ventanilla 1216, para que el operador 806 pueda inspeccionar la marcha del material apuntalante 38 a medida que llena la tolva mezcladora 810. La tolva mezcladora 810 puede incluir asimismo señales de transmisión electrónica o inalámbrica a un operador 806 o una máquina, para indicar un problema o que la tolva mezcladora 810 está llena. La cubierta de tolva mezcladora 1208 reduce el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el emplazamiento de pozo 30, cuando el material apuntalante está saliendo de una forma de realización de un sistema hacia una o varias mezcladoras 36.

Como se muestra en las FIGS. 1, 3, 4, 5C, 6A-6C, 7A y 8A-8C, una forma de realización del método de la presente invención incluye, por ejemplo, ubicar 100 una pluralidad de contenedores 900 cargados, cada uno, con material apuntalante 38 para fracturación hidráulica, sobre una transportadora 1000 en un pozo 30, la transportadora 1000 tiene una pluralidad de tolvas transportadoras 600 y cada una de la pluralidad de tolvas transportadoras 600 se extienden por encima de una o varias cintas transportadoras 700, cada respectivo contenedor 900 tiene una parte superior sellada 904, 914, para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice 50 asociado al

material apuntalante 38. Además incluye descargar por abajo 110 el material apuntalante 38 de cada respectivo contenedor 900 de la pluralidad de contenedores 900, cada respectivo contenedor 900 tiene además porciones internas inferiores inclinadas 922 y una o varias salidas 924 situadas en el fondo 906 de cada respectivo contenedor 900, en forma tal que a medida que el material apuntalante 38 se desplaza mediante alimentación por gravedad 812 a lo largo de las porciones internas inferiores inclinadas 922 a través de las una o varias salidas 924, se reduce el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el aire, y el contenedor respectivo 900 queda sustancialmente vaciado del material apuntalante 38. Asimismo comprende trasvasar por efecto embudo 120 el material apuntalante 38 de las una o varias salidas 924 de cada uno de la pluralidad de contenedores 900 a través de una pluralidad de tolvas transportadoras 600, cada tolva transportadora respectiva 600 tiene lados inclinados 602 y una o varias aberturas controlables 610 ubicadas adyacentes y extendidas por encima de las una o varias cintas transportadoras 700, en forma tal que mientras el material apuntalante 38 se desplaza por alimentación por gravedad 812 por los lados inclinados 902 de cada una de la pluralidad de tolvas transportadoras 600 a través de las una o varias aberturas controlables 610 hasta la cinta transportadora 700, se reduce el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el aire a través de las una o varias aberturas controlables 610. Además comprende recibir 130 el material apuntalante sobre las una o varias cintas transportadoras 700, la cinta transportadora 700 tiene una pluralidad de divisiones 712 asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones 712 son colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el aire, cuando el material apuntalante 38 alcanza la cinta transportadora 700 y es transportado por esta. Asimismo comprende trasladar 140 el material apuntalante 38 sobre la cinta transportadora 700 hasta un vertedero 822, la cinta transportadora 700 tiene una porción de primer extremo 705 y una porción de segundo extremo 707, la porción de segundo extremo 707 de la cinta transportadora 700 incluye una porción encamisada 802 que tiene una cubierta 800 que encierra sustancialmente la cinta transportadora 700 y está en una posición que permite reducir sustancialmente el riesgo de liberar al aire el polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, mientras que el material apuntalante 38 es

transportado a través de la porción encamisada 802. Asimismo comprende depositar 150 el material apuntalante 38 de la porción de segundo extremo 707 de la cinta transportadora 700 hasta el vertedero 822, para su depósito dentro de una tolva mezcladora 810 o en otro lugar del emplazamiento de pozo 30.

Cuando el material apuntalante 38 ha sido descargado de un contenedor respectivo 900 de la pluralidad de contenedores 900, el método puede incluir asimismo retirar 160 el contenedor respectivo 900 de la transportadora 1000 para ser reemplazado por otro contenedor respectivo 900 cargado con material apuntalante 38, en forma tal que la cinta transportadora 700 traslada en forma continua el material apuntalante 38 en el emplazamiento de pozo 30, desde la pluralidad de contenedores 900 hasta la mezcladora 36. Un operador 806 o una máquina pueden emplear un montacargas 34, grúa 35, o alguna otra maquinaria pesada, para mover los contenedores 900 en el emplazamiento de pozo 30.

Una compuerta de flujo 932 y las porciones internas inferiores inclinadas 922 de cada respectivo contenedor 900 ayudan a controlar la circulación del material apuntalante 38 desde el contenedor 900, reduciendo así el riesgo de la producción de polvo de sílice 50 desde el contenedor 900. Una forma de realización del método puede incluir asimismo controlar 170 la tasa de material apuntalante 38 a medida que circula a través de las una o varias salidas 924 de cada respectivo contenedor 900 por una o varias compuertas de flujo 932 ubicadas en las una o varias salidas 924, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 en el aire a través de las una o varias salidas 924. La compuerta de flujo 932 puede conectarse a un elemento accionador 502 para mejorar así la apertura y el cierre de la compuerta de flujo 932. El elemento accionador 502 puede ser controlado opcionalmente por elementos hidráulicos o electrónicos. Si se usa hidráulica, por ejemplo, una pluralidad de mangueras de presión hidráulica 503 pueden conectar el elemento accionador 502 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. Si se usa electrónica, por ejemplo, se puede emplear una pluralidad de cables 505 para conectar el elemento accionador 502 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. También están contempladas las conexiones inalámbricas. La

persona capacitada en la técnica conoce las distintas conexiones a motores 710 y controles 1017 que están disponibles para motorizar el elemento accionador 502. Las porciones internas inferiores inclinadas 922 de cada respectivo contenedor 900 están inclinadas hacia adentro con respecto a las paredes internas del contenedor respectivo, hacia el fondo del contenedor, según un ángulo 928 de aproximadamente 31 grados a aproximadamente 37 grados con respecto a un plano horizontal 920 del fondo de cada respectivo contenedor 900, cuando cada respectivo contenedor 900 está a nivel. Este ángulo 928 ayuda a vaciar el contenedor 900 del material apuntalante 38 para reducir el riesgo de que los trabajadores del pozo sufran exposición a la sílice.

Una compuerta de tolva 612, un elemento accionador de compuerta de tolva 613 y una pluralidad de lados inclinados 602 de cada tolva transportadora respectiva 600 ayudan a controlar la circulación del material apuntalante 38 desde cada tolva transportadora respectiva 600, reduciendo de ese modo el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 desde la tolva transportadora 600. El método puede incluir, además de todo, el control 180 de la tasa de material apuntalante 38 cuando el material apuntalante 38 está circulando desde las una o varias aberturas controlables 610 de cada tolva transportadora respectiva 600, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 al aire a través de las una o varias aberturas controlables 610, las una o varias aberturas controlables 610 tienen una compuerta de tolva 612 conectada a un elemento accionador de compuerta de tolva 613. El elemento accionador de compuerta de tolva 613 es opcionalmente controlado por elementos hidráulicos o electrónicos, para mejorar la apertura y el cierre de las una o varias aberturas controlables 610 por la compuerta de tolva 612. Si se usa hidráulica, por ejemplo, una pluralidad de mangueras de presión hidráulica 614 pueden conectar el elemento accionador de compuerta de tolva 613 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. Si se usa electrónica, por ejemplo, se puede usar una pluralidad de cables 616 para conectar la compuerta de tolva 612 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. También están contempladas las conexiones inalámbricas. La persona capacitada en la técnica conoce las distintas conexiones a motores 710 y controles 1017 que están disponibles para motorizar el elemento accionador de

compuerta de tolva 613. La pluralidad de lados inclinados 602 puede incluir, por ejemplo, un par de lados cortos 604A1, 604A2 que representan la profundidad de la tolva transportadora 600, y un par de lados largos 604B1, 604B2 que representan la longitud de la tolva transportadora 600. La pluralidad de lados inclinados 602 están colocados donde el par de lados cortos 604A1, 604A2 tienen un ángulo de embudo 605A o pendiente de aproximadamente 35 a 40 grados con respecto a un plano horizontal, y un par de lados largos 604B1, 604B2 tienen un ángulo de embudo 605B o pendiente de aproximadamente 28 a 33 grados con respecto a un plano horizontal, para maximizar la capacidad de la tolva transportadora 600 y la circulación del material apuntalante 38 desde la tolva transportadora 600, reduciendo así el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 desde cada tolva transportadora respectiva 600.

En otra forma de realización, por ejemplo, y como se ilustra en las FIGS. 1, 3, 4, 5C, 6A-6C, 7A y 8D, el método puede incluir utilizar una pluralidad de contenedores 900 cargados con el material apuntalante 38 para fracturación hidráulica, cada respectivo contenedor 900 tiene una salida 924 y una parte superior sellada 904, 914, la parte superior sellada 904, 914 está colocada de modo de reducir el riesgo de que se desprenda polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, desde la parte superior sellada 904, 914 de cada respectivo contenedor 900. Asimismo comprende ubicar 100 cada respectivo contenedor 900 sobre una transportadora 1000 en un pozo 30, la transportadora 1000 tiene una pluralidad de tolvas transportadoras 600 y cada una de la pluralidad de tolvas transportadoras 600 tiene una o varias aberturas controlables 610 en comunicación fluida con una cinta transportadora 700 que se extiende por debajo de la transportadora 1000, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, cuando el material apuntalante 38 está circulando desde cada respectivo contenedor 900. Asimismo comprende descargar por abajo 110 el material apuntalante 38 de cada respectivo contenedor 900 a través de cada respectiva abertura controlable 610 de cada tolva transportadora respectiva 600 sobre la cinta transportadora 700, la cinta transportadora 700 tiene una porción de primer extremo 705, una porción de segundo extremo 707, y una pluralidad de divisiones 712 asociadas, la pluralidad de divisiones 712 de la cinta

transportadora 700 está ubicada de manera de incrementar la reducción de la producción y liberación de polvo de sílice 50 cuando el material apuntalante 38 llega a la cinta transportadora 700 y es transportado por esta. Asimismo comprende trasladar 240 el material apuntalante hasta una o varias tolvas mezcladoras 810, y depositar 250 el material apuntalante 38 dentro de las una o varias tolvas mezcladoras 810 mediante alimentación por gravedad 812.

El método puede incluir además, por ejemplo, retirar 160 cada respectivo contenedor 900 que ha quedado sustancialmente vaciado de material apuntalante 38, de la transportadora 1000 en el emplazamiento de pozo 30 con un montacargas 34, para ser reemplazado por un segundo contenedor respectivo 900 cargado con material apuntalante 38 para fracturación hidráulica, en forma tal que la cinta transportadora 700 está continuamente trasladando material apuntalante 38 al vertedero 822 mientras está funcionando.

El método puede incluir además, por ejemplo, controlar 170 la tasa del material apuntalante 38 que fluye desde cada respectivo contenedor 900, usando una compuerta de flujo 932 ubicada en las una o varias salidas 924 de cada respectivo contenedor 900, para reducir el riesgo de la producción y liberación al aire de polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, cuando el material apuntalante 38 está saliendo de las una o varias salidas 924, como se muestra en la FIG. 5B.

El método puede incluir además, por ejemplo, controlar 180 la tasa de material apuntalante 38 que circula hacia abajo desde cada respectiva tolva transportadora 600 usando una compuerta de tolva 612 con un elemento accionador de compuerta de tolva 613 ubicado en las una o varias aberturas controlables 610 de cada respectiva tolva transportadora 600, y opcionalmente controlar el elemento accionador de compuerta de tolva 613 a través de elementos hidráulicos o electrónicos, para mejorar la apertura y el cierre de la compuerta de tolva 612 a fin de reducir el riesgo de la producción y liberación al aire de polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, cuando el material apuntalante 38 está saliendo de las una o varias aberturas

controlables 610, como se muestra en la FIG. 11 y FIG. 7A. Si se usa hidráulica, por ejemplo, una pluralidad de mangueras de presión hidráulica 614 pueden conectar el elemento accionador de compuerta de tolva 613 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. Si se usa electrónica, por ejemplo, se puede usar una pluralidad de cables 616 para conectar la compuerta de tolva 612 a los uno o varios motores 710 y controles 1017. También están contempladas las conexiones inalámbricas. La persona capacitada en la técnica conoce las distintas conexiones a motores 710 y controles 1017 que están disponibles para motorizar el elemento accionador de puerta de tolva 613.

El método puede incluir además, por ejemplo, ubicar 245 una cubierta 800 por sobre una porción 802 del segundo extremo 707 de la cinta transportadora 700, para definir así una porción encamisada 802, la porción encamisada 802 está ubicada entre el último contenedor respectivo 900 sobre la transportadora 1000 y el vertedero 822, según un ángulo 805 de aproximadamente 30 a 60 grados con respecto a un plano horizontal 1020, cuando la transportadora está a nivel. La cubierta 800 encierra sustancialmente las una o varias cintas transportadoras 700, para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38.

El método puede incluir además, por ejemplo, ubicar 102 cada uno de la pluralidad de contenedores 900, lado con lado sobre la transportadora 1000.

El método puede incluir además, por ejemplo, ubicar 104 la pluralidad de contenedores 900 adyacentes entre sí sobre la transportadora 1000, en donde cada una de la pluralidad de divisiones 712 de la cinta transportadora 700 se extiende hacia arriba desde una superficie superior 702 de la cinta transportadora 700 hacia la tolva transportadora 600 cuando están colocados por debajo de la tolva transportadora 600 y cada uno de la pluralidad de dedos 714 está separado de otro de la pluralidad de dedos 714, de modo que la superficie superior 702 de la cinta transportadora 700 recibe de manera guiada el material apuntalante 38 sobre sí y entre la pluralidad de divisiones 714.

Una forma de realización del sistema de la presente invención puede incluir, por ejemplo, una pluralidad de contenedores 900 que están adaptados, cada uno, para contener el material apuntalante 38 para fracturación hidráulica que hay en ellos, cada respectivo contenedor 900 tiene una parte superior sellada 904, 914 para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, cuando están ubicados en ellos. Cada respectivo contenedor 900 tiene porciones internas 922 inclinadas hacia una salida 924 en un fondo 916 de cada respectivo contenedor 900, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, cuando el material apuntalante 38 está circulando desde cada respectivo contenedor 900, hasta que cada respectivo contenedor 900 queda sustancialmente vacío.

El sistema puede incluir asimismo una transportadora 1000 ubicada en un pozo 30 y que aloja cada respectivo contenedor 900 de la pluralidad de contenedores 900, la transportadora 1000 tiene una o varias tolvas transportadoras 600 que se alinean estrechamente con cada salida respectiva 924 de la pluralidad de contenedores 900, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 al aire, cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas 600 tiene una porción inferior 608 que incluye una abertura 610, en forma tal que cuando el material apuntalante 38 circula hacia abajo por cada salida respectiva 924 de cada respectivo contenedor 900 de la pluralidad de contenedores 900 cuando están ubicados allí, el material apuntalante 38 atraviesa la abertura 610 de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas 610.

El sistema puede incluir asimismo una o varias cintas transportadoras 700 colocadas para quedar por debajo de las una o varias tolvas transportadoras 600 y recibir el material apuntalante 38 a medida que el material apuntalante 38 atraviesa la abertura 610 de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas 600, la cinta transportadora 700 tiene un primer extremo 705, un segundo extremo 707, y una pluralidad de divisiones 714 asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones 714 queda colocada en posición de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice

50 cuando el material apuntalante 38 llega a la cinta transportadora 700 y es transportado por esta.

El sistema puede incluir asimismo una cubierta 800 colocada por encima de una porción del segundo extremo 705 de la cinta transportadora 700, para definir así una porción encamisada 802 de la cinta transportadora 700, la cubierta 800 encierra sustancialmente la porción encamisada 802 mientras la cinta transportadora 700 está trasladando el material apuntalante 38 cuando es colocado encima desde la pluralidad de contenedores 900, para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, desde la porción encamisada 802.

El sistema puede incluir asimismo un vertedero 822 que tiene una entrada 824 ubicada de modo de alojar el segundo extremo 707 de la cinta transportadora 700 que traslada el material apuntalante 38 y una o varias salidas 826 ubicadas en forma tal que a medida que el material apuntalante 38 es depositado en el vertedero 822 mediante alimentación por gravedad 812, el material apuntalante 38 sale de las una o varias salidas 826 hacia una tolva mezcladora 810 u otra ubicación en el emplazamiento de pozo 30.

Además el sistema también puede incluir una cubierta de tolva mezcladora 1208, colocada de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 cuando el material apuntalante 38 está circulando entre las una o varias salidas 826 del vertedero 822 y las una o varias tolvas mezcladoras 810 de las una o varias mezcladoras 36 en un pozo 30.

Además el sistema también puede incluir un montacargas 34 ubicado en un pozo 30 para cargar y descargar cada respectivo contenedor 900 de la transportadora 1000 a través de una o varias ranuras 901, en donde cada uno de la pluralidad de contenedores 900 tiene una o varias ranuras 901 ubicadas adyacentes a una porción de fondo 906 del contenedor respectivo 900.

Además el sistema también puede incluir una pluralidad de cortinas 1200 ubicadas arriba o en la adyacencia de la transportadora 1000, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 cuando el material apuntalante 38 está circulando desde la pluralidad de tolvas transportadoras 600 hasta las una o varias cintas transportadoras 700.

Otra forma de realización del sistema, por ejemplo, puede incluir una pluralidad de contenedores 900 que están adaptados, cada uno, para contener el material apuntalante 38 para fracturación hidráulica que hay en ellos, cada respectivo contenedor 900 tiene una parte superior sellada 904, 914 para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, cuando es colocado allí. Cada respectivo contenedor 900 tiene porciones internas 922 inclinadas hacia una salida 924 en un fondo 906 de cada respectivo contenedor, a fin de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 asociado al material apuntalante 38, cuando el material apuntalante 38 está circulando desde cada respectivo contenedor 900, hasta que cada respectivo contenedor 900 queda sustancialmente vacío.

El sistema puede incluir asimismo una transportadora 1000 ubicada en un pozo 30 y que aloja cada respectivo contenedor 900 de la pluralidad de contenedores 900, la transportadora 1000 tiene una o varias tolvas transportadoras 600 que se alinean estrechamente a cada salida respectiva 924 de la pluralidad de contenedores 900, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 al aire, cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas 600 tiene una porción inferior 608 que incluye una abertura 610, en forma tal que cuando el material apuntalante 38 circula hacia abajo por cada salida respectiva 924 de cada respectivo contenedor 900 de la pluralidad de contenedores 900 cuando están ubicados allí, el material apuntalante 38 atraviesa la abertura 610 de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas 600.

El sistema puede incluir asimismo una o varias cintas transportadoras 700 colocadas por debajo de las una o varias tolvas transportadoras 600, para alojar material apuntalante 38 a medida que el material apuntalante 38

atraviesa la abertura 610 de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas 600, la cinta transportadora 700 tiene un primer extremo 705, un segundo extremo 707, y una pluralidad de divisiones 714 asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones 714 están colocadas de manera de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50, cuando el material apuntalante 38 llega a la cinta transportadora 700 y es transportado por esta.

Como se muestra en la FIG. 8D, el sistema puede incluir asimismo una tolva mezcladora 810 colocada por debajo del segundo extremo 707 de la cinta transportadora 700 que traslada el material apuntalante 38, en forma tal que el material apuntalante 38 es depositado en la tolva mezcladora 810 mediante alimentación por gravedad 812.

Como se muestra en la FIG. 12D, además el sistema puede incluir también una cubierta de tolva mezcladora 1208 colocada de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50 cuando el material apuntalante 38 está circulando entre las una o varias salidas 808 del vertedero 822 y las una o varias tolvas mezcladoras 810 de las una o varias mezcladoras 36 en un pozo 30.

El sistema puede incluir además asimismo un montacargas 34 ubicado en un pozo 30, para cargar y descargar cada respectivo contenedor 900 de la transportadora 1000 a través de una o varias ranuras 901, en donde cada uno de la pluralidad de contenedores 900 tiene una o varias ranuras 901 ubicadas adyacentes a una porción de fondo 916 del contenedor respectivo 900.

Además el sistema puede incluir también una pluralidad de cortinas 1200 ubicadas arriba o en adyacencia de los lados de la transportadora 1000, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice 50, cuando el material apuntalante 38 circula desde la pluralidad de tolvas transportadoras 600 hasta la cinta transportadora 700.

El propietario de la presente solicitud realizó experimentos para determinar la cantidad de reducción a partículas de sílice cristalina respirable, usando una de las formas de realización del método y sistemas con respecto al suministro convencional de tipo neumático. La evaluación fue llevada a cabo por Weston Solutions, Inc., de Lakewood, Colorado. Las pruebas se basaron en muestras recogidas de las muestras de áreas de respiración del personal, para corroborar la probable exposición de los empleados a la sílice cristalina respirable, por categoría de trabajo en el pozo. Las muestras de áreas de respiración del personal fueron tomadas para comparar los resultados con los obtenidos en el estudio del NIOSH.

Las muestras de áreas de respiración del personal se tomaron usando técnicas convencionales de higiene industrial. Se fijó un casete de filtro y un ciclón de tamaños de partículas a la costura del cuello u hombro de cada trabajador monitoreado, a menos de 25,4 cm (10 pulgadas) de la boca y la nariz. Un tubo Tygon™ dirigía el flujo de aire desde el dispositivo de recolección de áreas de respiración hasta una bomba higiénica de muestreo llevada en una bolsa fijada a un cinturón alrededor de la cintura del operario. Las tasas de circulación de las muestras fueron determinadas antes y después del muestreo, usando un calibrador de flujo estándar primario.

Se tomaron dieciséis muestras de control de áreas de respiración del personal a lo largo de tres días y durante cuatro turnos de trabajo. Tres de las dieciséis muestras excedieron el Límite de Exposición Permitido de la OSHA (*OSHA Permissible Exposure Limit* ("PEL")) para polvo respirable con contenido de sílice, o aproximadamente 19%. Es de notar que hubo menos resultados de esta evaluación que sobrepasaran el PEL, que en el estudio del NIOSH citado en la Alerta de Peligro de la Sílice (*Silica Hazard Alert*), analizada en la sección de antecedentes, donde el 51,4% de las muestras de áreas de respiración excedieron el PEL. Ninguna muestra de áreas de respiración de esta evaluación excedió el PEL en más de un factor de cinco, mientras que seis resultados de monitoreo de exposición en áreas de respiración, de un total de cuarenta, obtenidos en una operación de fracturación en un pozo del área de Minot donde se usó suministro de arena neumático, excedieron el PEL en un

factor de diez o más. Cuatro de las dieciséis muestras de áreas de respiración del personal, es decir el 25%, excedieron el Límite de Exposición Recomendado del NIOSH (*NIOSH Recommended Exposure Limit* ("REL")). En una operación de fracturación con suministro neumático cerca de Minot, veinticuatro de las cuarenta muestras de áreas de respiración, es decir el 60%, excedieron el REL del NIOSH. Dicho resultado fue un poco menor que en el estudio del NIOSH, donde 68,5% de todas las muestras excedieron el REL. En síntesis, el resultado de la media geométrica para las muestras de áreas de respiración de los operadores con cinturón t en el estudio del NIOSH fue de 0,327 mg/m³ como el REL, mientras que la exposición media geométrica para quienes trabajaban con arena en esta evaluación fue de 0,0874 mg/m³, una reducción aproximadamente cuádruple.

Esta solicitud está relacionada, y por ende reivindica la prioridad y el beneficio, de la Solicitud Provisional Estadounidense N^o 62/012.160, presentada el 13 de junio de 2014, titulada "Process and Apparatus for Reducing Silica Exposure During the Delivery of Proppants to a Mine", Solicitud Provisional Estadounidense N^o 62/014.479, presentada el 19 de junio de 2014, titulada "System and Methods for Reducing Silica Exposure at a Well Site", y Solicitud Provisional Estadounidense N^o 62/114.614, presentada el 11 de febrero de 2015, titulada "Methods and Systems to Transfer Proppant for Fracking with Reduced Risk of Production and Release of Silica Dust at a Well Site", cada una de las cuales se incorpora al presente documento en su totalidad y a título referencial.

La precedente revelación y descripción de la invención es ilustrativa y explicativa de las formas de realización de la invención. Pueden llevarse a cabo diversas modificaciones en los detalles de las formas de realización ilustradas dentro del alcance de las reivindicaciones anexas, sin apartarse del verdadero espíritu de la invención. Las formas de realización de la presente invención solo estarán limitadas por las siguientes reivindicaciones y sus equivalentes legales.

REIVINDICACIONES

Habiendo así especialmente descripto y determinado la naturaleza de la presente invención y la forma en que la misma ha de ser llevada a la práctica, se declara reivindicar como de propiedad y derecho exclusivo:

1. Un método de transferencia de material apuntalante en operaciones de fracturación para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo, el método comprende:

ubicar una pluralidad de contenedores cargados, cada uno, con material apuntalante para operaciones de fracturación sobre una transportadora en un pozo, la transportadora tiene una pluralidad de tolvas transportadoras y cada una de la pluralidad de tolvas transportadoras se extiende por encima de una cinta transportadora, cada respectivo contenedor tiene una parte superior sellada para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice asociado al material apuntalante;

descargar hacia abajo el material apuntalante de cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores, cada respectivo contenedor tiene además porciones internas inferiores inclinadas y una o varias salidas situadas en el fondo de cada respectivo contenedor, en forma tal que al desplazarse el material apuntalante por gravedad a lo largo de las porciones internas inferiores inclinadas a través de las una o varias salidas, se reduce el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice al aire, y el contenedor respectivo queda sustancialmente vaciado de material apuntalante;

trasvasar por efecto embudo el material apuntalante desde las una o varias salidas de cada uno de la pluralidad de contenedores a través de una pluralidad de tolvas transportadoras, cada tolva transportadora respectiva tiene una pluralidad de porciones laterales inclinadas y una o varias aberturas controlables ubicadas adyacentes y extendiéndose por encima de la cinta transportadora, en forma tal que al desplazarse el material apuntalante por gravedad a lo largo de la pluralidad de porciones laterales inclinadas de cada una de la pluralidad de tolvas transportadoras a través de las una o varias aberturas controlables hasta la cinta transportadora, se reduce el riesgo de la

producción y liberación de polvo de sílice al aire a través de las una o varias aberturas controlables;

recibir el material apuntalante sobre la cinta transportadora, la cinta transportadora tiene una pluralidad de divisiones asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones está colocada para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice al aire, cuando el material apuntalante llega a la cinta transportadora y es trasladado por esta;

trasladar el material apuntalante sobre la transportadora hasta un vertedero, la cinta transportadora tiene una porción de primer extremo y una porción de segundo extremo, la porción de segundo extremo de la cinta transportadora incluye una porción encamisada que tiene una cubierta que encierra sustancialmente la cinta transportadora y en una posición que permite reducir sustancialmente el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice asociado al material apuntalante, en el momento en que el material apuntalante es trasladado a través de la porción encamisada; y

depositar el material apuntalante de la porción de segundo extremo de la transportadora en el vertedero.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende: una vez que el material apuntalante ha sido descargado de un contenedor respectivo de la pluralidad de contenedores, retirar el contenedor respectivo de la transportadora para ser reemplazado por otro contenedor respectivo, cargado con el material apuntalante, en forma tal que la cinta transportadora traspasa en forma continua el material apuntalante en el emplazamiento del pozo desde la pluralidad de contenedores al vertedero.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende: controlar la tasa de material apuntalante que fluye a través de las una o varias salidas de cada respectivo contenedor, empleando una compuerta de flujo colocada en las una o varias salidas, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice al aire a través de las una o varias salidas, la compuerta de flujo es controlada opcionalmente por elementos hidráulicos o electrónicos para mejorar la apertura y el cierre de la compuerta de flujo.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las porciones internas inferiores inclinadas de cada respectivo contenedor están inclinadas hacia adentro con respecto a las paredes internas del contenedor respectivo,

hacia el fondo del contenedor, según un ángulo de aproximadamente 31 grados a aproximadamente 37 grados con respecto a un plano horizontal del fondo de cada respectivo contenedor cuando cada respectivo contenedor está a nivel.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende: controlar la tasa de material apuntalante que fluye desde las una o varias aberturas controlables de cada tolva transportadora respectiva, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice al aire a través de las una o varias aberturas controlables, las una o varias aberturas controlables tienen una compuerta de tolva y un elemento accionador de compuerta de tolva, el elemento accionador de compuerta de tolva está controlado opcionalmente por elementos hidráulicos o electrónicos para mejorar la apertura y el cierre de las una o varias aberturas controlables; y

ubicar la pluralidad de porciones laterales inclinadas, en donde la pluralidad de porciones laterales inclinadas además comprenden un par de porciones laterales cortas que tienen un ángulo de embudo o pendiente de aproximadamente 35 a 40 grados con respecto a un plano horizontal, y un par de porciones laterales largas que tienen un ángulo de embudo o pendiente de aproximadamente 28 a 33 grados con respecto a un plano horizontal, para maximizar la capacidad de la tolva transportadora y la circulación del material apuntalante desde la tolva transportadora.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la porción encamisada está ubicada entre un último contenedor respectivo sobre la transportadora y el vertedero, según un ángulo de aproximadamente 30 a 60 grados con respecto a un plano horizontal cuando la transportadora está a nivel.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de contenedores está ubicada en una disposición de lado con lado sobre la transportadora.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la pluralidad de divisiones comprende una pluralidad de dedos, cada dedo respectivo se extiende hacia arriba de la cinta transportadora y está separado de otro dedo respectivo, y una pluralidad de paredes laterales, cada pared lateral respectiva se extiende hacia arriba de un borde externo de la cinta transportadora y está

ubicada cerca del mismo, para reducir la producción y liberación de polvo de sílice mientras el material apuntalante es recibido y trasladado sobre la cinta transportadora.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la pluralidad de contenedores son colocados adyacentes entre sí sobre la transportadora, y en donde cada de una pluralidad de divisiones de la cinta transportadora se conectan, extendiéndose hacia arriba, con una superficie superior de la cinta transportadora hacia la tolva transportadora, cuando están colocados por debajo de la tolva transportadora, y cada uno de la pluralidad de dedos está separado de otro de la pluralidad de dedos, de modo que la superficie superior de la cinta transportadora recibe el material apuntalante sobre sí y entre la pluralidad de divisiones.

10. Un método para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo durante el transporte de material apuntalante para operaciones de fracturación, el método comprende:

utilizar una pluralidad de contenedores cargados con material apuntalante para operaciones de fracturación, cada respectivo contenedor tiene una salida y una parte superior sellada, la parte superior sellada está colocada de modo de reducir el riesgo de que se desprenda polvo de sílice asociado al material apuntalante desde la parte superior sellada de cada respectivo contenedor;

ubicar cada respectivo contenedor sobre una transportadora en un pozo, la transportadora tiene una pluralidad de tolvas y cada una de la pluralidad de tolvas tiene una abertura en comunicación fluida con una cinta transportadora que se extiende por debajo de la transportadora, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice asociado al material apuntalante, cuando el material apuntalante está fluyendo desde cada respectivo contenedor;

descargar por abajo el material apuntalante de cada respectivo contenedor a través de cada respectiva abertura de cada tolva respectiva sobre la cinta transportadora, la cinta transportadora tiene una porción de primer extremo, una porción de segundo extremo y una pluralidad de divisiones asociadas, la pluralidad de divisiones de la cinta transportadora está ubicada de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice

cuando el material apuntalante llega a la cinta transportadora y es trasladado por esta;

trasladar el material apuntalante hasta una tolva mezcladora; y

depositar el material apuntalante en la tolva mezcladora mediante alimentación por gravedad.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde cada uno de la pluralidad de contenedores tiene una pluralidad de porciones internas inferiores inclinadas según un ángulo de aproximadamente 31 grados a aproximadamente 37 grados con respecto a un plano horizontal de un fondo de cada respectivo contenedor, cuando cada respectivo contenedor está a nivel, en forma tal que el material apuntalante se desplaza hacia abajo por gravedad a lo largo de la pluralidad de porciones internas inferiores inclinadas, para reducir el riesgo de la producción y liberación al aire del polvo de sílice asociado al material apuntalante, a la salida de cada respectivo contenedor, hasta que cada respectivo contenedor queda sustancialmente vaciado del material apuntalante.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que además comprende: una vez que el material apuntalante ha sido descargado por abajo desde cada respectivo contenedor, retirar cada respectivo contenedor de la transportadora en el emplazamiento de pozo con un montacargas, para ser reemplazado por un segundo contenedor respectivo cargado con material apuntalante para operaciones de fracturación, en forma tal que la cinta transportadora está continuamente trasladando el material apuntalante al vertedero.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que además comprende: controlar la tasa de material apuntalante que se traspasa de cada respectivo contenedor, usando una compuerta de flujo colocada a la salida de cada respectivo contenedor, para reducir el riesgo de la producción y liberación al aire del polvo de sílice asociado al material apuntalante, cuando el material apuntalante está fluyendo por la salida; y

opcionalmente controlar la compuerta de flujo por medio de elementos hidráulicos o electrónicos para mejorar la apertura y el cierre de la compuerta de flujo y reducir así el riesgo de la producción y liberación al aire del polvo de sílice asociado al material apuntalante, cuando el material apuntalante está fluyendo por la salida.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que además comprende: controlar la tasa de material apuntalante que fluye hacia abajo desde cada tolva respectiva, usando una compuerta de tolva y un elemento accionador de compuerta de tolva ubicado en la abertura controlable de cada tolva respectiva; y

opcionalmente controlar el elemento accionador de compuerta de tolva por elementos hidráulicos o electrónicos para mejorar la apertura y el cierre de la compuerta de tolva, a fin de reducir el riesgo de la producción y liberación al aire del polvo de sílice asociado al material apuntalante, cuando el material apuntalante está saliendo por la abertura controlable.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que además comprende ubicar una cubierta por sobre una porción del segundo extremo de la cinta transportadora para definir así una porción encamisada, la cubierta encierra sustancialmente la porción encamisada para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice asociado al material apuntalante.

16. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde cada uno de la pluralidad de contenedores está colocado lado con lado sobre la transportadora.

17. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la pluralidad de contenedores son colocados adyacentes entre sí sobre la transportadora, y en donde cada una de la pluralidad de divisiones de la cinta transportadora se extienden hacia arriba desde una superficie superior de la cinta transportadora hacia la tolva transportadora, cuando están colocados por debajo de la tolva transportadora y cada uno de la pluralidad de dedos está separado de otro de la pluralidad de dedos, de modo que la superficie superior de la cinta transportadora recibe el material apuntalante sobre sí y entre la pluralidad de divisiones.

18. Un sistema para trasladar material apuntalante para operaciones de fracturación desde una pluralidad de contenedores hasta un vertedero, a fin de reducir de ese modo el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo, el sistema comprende:

una pluralidad de contenedores adaptados, cada uno, para contener material apuntalante para operaciones de fracturación, cada respectivo contenedor tiene una parte superior sellada para reducir el riesgo de que se

desprenda al aire el polvo de sílice asociado al material apuntalante, cuando están ubicados allí, cada respectivo contenedor tiene además porciones internas inclinadas hacia una salida en un fondo de cada respectivo contenedor para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice asociado al material apuntalante cuando el material apuntalante está fluyendo desde cada respectivo contenedor, hasta que cada respectivo contenedor queda sustancialmente vacío;

una transportadora ubicada en un emplazamiento de pozo y que recibe cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores, la transportadora tiene una o varias tolvas transportadoras que se alinean estrechamente con cada salida respectiva de la pluralidad de contenedores, para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice al aire, cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas tiene una porción inferior que incluye una abertura, en forma tal que cuando el material apuntalante fluye hacia abajo por cada salida respectiva de cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores cuando están ubicados allí, el material apuntalante atraviesa la abertura de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas;

una cinta transportadora ubicada por debajo de las una o varias tolvas transportadoras para alojar el material apuntalante a medida que el material apuntalante atraviesa la abertura de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas, la cinta transportadora tiene un primer extremo, un segundo extremo y una pluralidad de divisiones asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones están colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante llega a la cinta transportadora y es trasladado por esta;

una cubierta ubicada por debajo de una porción del segundo extremo de la cinta transportadora, para definir así una porción encamisada de la cinta transportadora, la cubierta encierra sustancialmente la porción encamisada mientras que la cinta transportadora traslada el material apuntalante que es colocado encima, desde la pluralidad de contenedores, para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice asociado al material apuntalante desde la porción; y

un vertedero que tiene una entrada ubicada de modo de alojar el segundo extremo de la cinta transportadora que traslada el material

apuntalante y una o varias salidas ubicadas en forma tal que cuando el material apuntalante es depositado en el vertedero mediante alimentación por gravedad, el material apuntalante fluye por las una o varias salidas hacia una mezcladora u otra ubicación en el emplazamiento de pozo.

19. El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en donde las paredes interiores inclinadas hacia una salida en el fondo de cada respectivo contenedor están inclinadas según un ángulo de aproximadamente 31 grados a aproximadamente 37 grados con respecto a un plano horizontal de un fondo de cada respectivo contenedor, cuando cada respectivo contenedor está nivelado.

20. El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en donde cada tolva transportadora respectiva de la pluralidad de tolvas transportadoras tiene una pluralidad de porciones laterales inclinadas, y en donde la pluralidad de porciones laterales inclinadas además comprenden un par de porciones laterales cortas que tienen un ángulo de embudo o pendiente de aproximadamente 35 a 40 grados con respecto a un plano horizontal, y un par de porciones laterales largas que tienen un ángulo de embudo o pendiente de aproximadamente 28 a 33 grados con respecto a un segundo plano horizontal, para maximizar la capacidad de la tolva transportadora y la circulación del material apuntalante desde la tolva transportadora, y reducir de este modo el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice asociado al material apuntalante, a medida que circula a lo largo de la pluralidad de porciones laterales inclinadas.

21. El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, que además comprende una cubierta de tolva mezcladora colocada de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante está fluyendo entre las una o varias salidas del vertedero y las una o varias tolvas mezcladoras de las una o varias mezcladoras en un pozo.

22. El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en donde cada uno de la pluralidad de contenedores tiene una o varias ranuras ubicadas adyacentes a una porción de fondo del contenedor respectivo, y el sistema además comprende un montacargas ubicado en un pozo para cargar y descargar cada respectivo contenedor de la transportadora a través de las una o varias ranuras.

23. El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en donde la transportadora comprende una pluralidad de cortinas colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante está fluyendo de la pluralidad de tolvas transportadoras a la cinta transportadora.

24. El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, en donde la pluralidad de divisiones comprende una pluralidad de dedos, cada dedo respectivo se conecta, extendiéndose hacia arriba, con la cinta transportadora y está separado de otro dedo respectivo, y una pluralidad de paredes laterales, cada pared lateral respectiva se conecta, extendiéndose hacia arriba, con un borde externo de la cinta transportadora, y está ubicada en un borde externo de la cinta transportadora o cerca del mismo, para reducir la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante es recibido y trasladado sobre la cinta transportadora.

25. El sistema de acuerdo con la reivindicación 18, que además comprende: una compuerta de flujo colocada a la salida de cada respectivo contenedor, para controlar el flujo hacia abajo del material apuntalante a través de la salida, para reducir el riesgo de la producción y liberación al aire del polvo de sílice asociado al material apuntalante a través de la salida, y en donde cada una de la pluralidad de divisiones de la cinta transportadora se extiende hacia arriba a partir de una superficie superior de la cinta transportadora hacia la tolva, cuando están colocados por debajo de la tolva, y cada uno de la pluralidad de dedos está separado de otro de la pluralidad de dedos de modo que la superficie superior de la cinta transportadora recibe el material apuntalante sobre sí y entre la pluralidad de divisiones, cuando el material apuntalante es descargado de la tolva.

26. Un sistema para transportar material apuntalante para operaciones de fracturación desde una pluralidad de contenedores a una tolva mezcladora, para reducir de ese modo el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo, el sistema comprende:

una pluralidad de contenedores adaptados, cada uno, para contener material apuntalante para operaciones de fracturación, cada respectivo contenedor tiene una parte superior sellada para reducir el riesgo de que se desprenda al aire el polvo de sílice asociado al material apuntalante, cuando

están ubicados allí, cada respectivo contenedor tiene además porciones internas inclinadas hacia una salida en un fondo de cada respectivo contenedor para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice asociado al material apuntalante, cuando el material apuntalante está fluyendo desde cada respectivo contenedor, hasta que cada respectivo contenedor queda sustancialmente vacío;

una transportadora ubicada en un pozo y que recibe cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores, la transportadora tiene una o varias tolvas transportadoras que se alinean estrechamente con cada salida respectiva de la pluralidad de contenedores para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice al aire, cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas tienen una porción inferior que incluye una abertura, en forma tal que cuando el material apuntalante fluye hacia abajo por cada salida respectiva de cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores cuando están ubicados allí, el material apuntalante atraviesa la abertura de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas;

una cinta transportadora ubicada por debajo de las una o varias tolvas transportadoras para recibir el material apuntalante a medida que el material apuntalante atraviesa la abertura de cada una de las una o varias tolvas transportadoras respectivas, la cinta transportadora tiene un primer extremo, un segundo extremo, y una pluralidad de divisiones asociadas, en forma tal que la pluralidad de divisiones están colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante llega a la cinta transportadora y es trasladado por esta;

una tolva mezcladora que tiene una entrada ubicada de modo de alojar el segundo extremo de la cinta transportadora que traslada el material apuntalante, en forma tal que el material apuntalante es depositado en la tolva mezcladora mediante alimentación por gravedad.

27. El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, en donde las paredes interiores inclinadas hacia una salida en el fondo de cada respectivo contenedor están inclinadas según un ángulo de aproximadamente 31 grados a aproximadamente 37 grados con respecto a un plano horizontal de un fondo de cada respectivo contenedor, cuando cada respectivo contenedor está nivelado.

28. El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, en donde cada tolva transportadora respectiva de la pluralidad de tolvas transportadoras tiene una pluralidad de porciones laterales inclinadas, y en donde la pluralidad de porciones laterales inclinadas además comprenden un par de porciones laterales cortas que tienen un ángulo de embudo o pendiente de aproximadamente 35 a 40 grados con respecto a un plano horizontal, y un par de porciones laterales largas que tienen un ángulo de embudo o pendiente de aproximadamente 28 a 33 grados con respecto a un segundo plano horizontal, para maximizar la capacidad de la tolva transportadora y la circulación del material apuntalante desde la tolva transportadora, y reducir así el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice asociado al material apuntalante, a medida que circula a lo largo de la pluralidad de porciones laterales inclinadas.

29. El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, que además comprende una cubierta de tolva mezcladora colocada de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante está fluyendo entre las una o varias salidas del vertedero y las una o varias tolvas mezcladoras de las una o varias mezcladoras en un emplazamiento de pozo.

30. El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, en donde cada uno de la pluralidad de contenedores tiene una o varias ranuras ubicadas adyacentes a una porción de fondo del contenedor respectivo, y el sistema además comprende un montacargas ubicado en un pozo para cargar y descargar cada respectivo contenedor de la transportadora a través de las una o varias ranuras.

31. El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, en donde la transportadora comprende una pluralidad de cortinas colocadas de modo de reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante está fluyendo desde la pluralidad de tolvas transportadoras a la cinta transportadora.

32. El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, en donde la pluralidad de divisiones comprende una pluralidad de dedos, cada dedo respectivo se conecta, extendiéndose hacia arriba, con la cinta transportadora y está separado de otro dedo respectivo, y una pluralidad de paredes laterales, cada pared lateral respectiva se conecta, extendiéndose hacia arriba, con un borde externo de la cinta transportadora, y está ubicada en un borde externo de la

cinta transportadora o cerca del mismo, para reducir la producción y liberación de polvo de sílice cuando el material apuntalante es recibido y trasladado sobre la cinta transportadora.

33. El sistema de acuerdo con la reivindicación 26, que además comprende: una compuerta de flujo colocada a la salida de cada respectivo contenedor para controlar el flujo hacia abajo del material apuntalante a través de la salida, para reducir el riesgo de la producción y liberación al aire del polvo de sílice asociado al material apuntalante a través de la salida, y en donde cada una de la pluralidad de divisiones de la cinta transportadora se extiende hacia arriba desde una superficie superior de la cinta transportadora hacia la tolva, cuando están colocados por debajo de la tolva, y cada uno de la pluralidad de dedos está separado de otro de la pluralidad de dedos de modo que la superficie superior de la cinta transportadora recibe el material apuntalante sobre sí y entre la pluralidad de divisiones cuando el material apuntalante es descargado de la tolva.

p.p.: Oren Technologies, LLC

RESUMEN

Se proporcionan formas de realización de métodos y sistemas de transferencia de material apuntalante para operaciones de fracturación para reducir el riesgo de la producción y liberación de polvo de sílice en un pozo. Una forma de realización de un método puede incluir ubicar una pluralidad de contenedores cargados, cada uno, con el material apuntalante para operaciones de fracturación sobre una transportadora en un pozo, descargar por abajo el material apuntalante de cada respectivo contenedor de la pluralidad de contenedores, traspasar por efecto embudo el material apuntalante desde las una o varias salidas de cada uno de la pluralidad de contenedores a través de una pluralidad de tolvas transportadoras, recibir el material apuntalante sobre la cinta transportadora, trasladar el material apuntalante sobre la transportadora hasta un vertedero, y depositar el material apuntalante en el vertedero para su uso en una mezcladora u otra ubicación en el emplazamiento de pozo.