

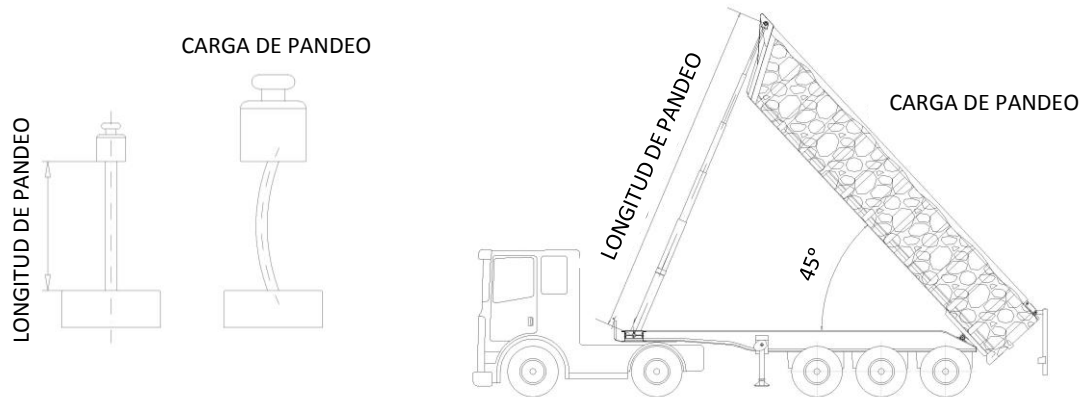
CAUSAS DEL PANDEO

COMPORTAMIENTO DE UN CILINDRO AL PANDEO

PROCESO DEL PANDEO

Leer previamente el documento PROCESO DE DESCARGA de un basculante.

El pandeo es el colapso de una barra sometida a un efecto de compresión.



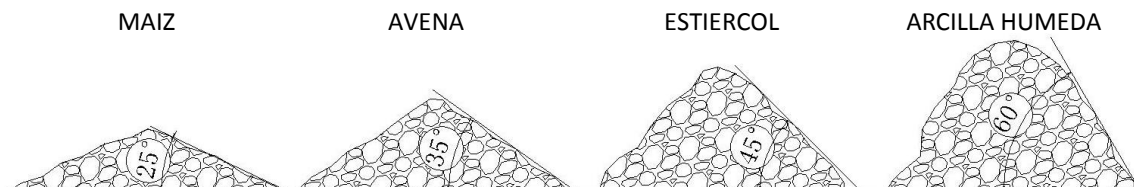
Un cilindro frontal puede asemejarse a una barra con distintos diámetros sometida a un esfuerzo de compresión producido por el peso de la caja más la carga.

Un basculante está diseñado para efectuar una descarga progresiva, que se inicia normalmente a partir de los 20º - 30º y produciendo una descarga completa a los 40º - 42º. (Ver diagrama de descarga)

Un cilindro no puede soportar carga en su máxima extensión. Por lo tanto, la caja debe estar vacía en ese momento. Por esta misma razón, deben evitarse cargas que puedan apelmazarse o adherirse a las paredes de la caja.

ÁNGULO DE TALUD – ÁNGULO DE CAIDA

El ángulo de talud de un montículo de granel sólido es el ángulo formado entre el copete (línea tangente al perfil del montículo de material) y la horizontal de la base cuando el material se estabiliza por sí mismo. También puede definirse como la pendiente máxima de una porción de producto granular sin que se produzca un deslizamiento. Para nosotros es el ángulo a partir del cual la mercancía se desliza y cae por sí misma.



No se puede descargar una mercancía cuyo ángulo de talud sea mayor que el ángulo máximo de elevación de la caja. Se puede considerar como norma que la caja debe bascular entre 2 y 3 grados más que el ángulo de talud del producto a descargar.

- El maíz, la avena etc. se podrían descargar con una caja con ángulo de basculación entre 39º y 43º.
- El estiércol, orujo, gallinaza etc. necesitaríamos una caja con un ángulo entre 49º - 50º.
- La arcilla húmeda barros etc. no se podrían bascular con medios normales.

Sobre un semirremolque parado no actúa ninguna fuerza externa, salvo la fuerza de la gravedad y la carga de viento. Vamos a centrarnos en la primera. La gravedad solo produce fuerzas verticales y, por ello, el cilindro solo está sometido a fuerzas de compresión. Es totalmente imposible que soporte fuerzas de tracción.

Únicamente Con fuerzas de compresión nunca se pueden romper los enganches superiores y los soportes del cilindro por tracción. Es imprescindible una causa que desencadene otro proceso.

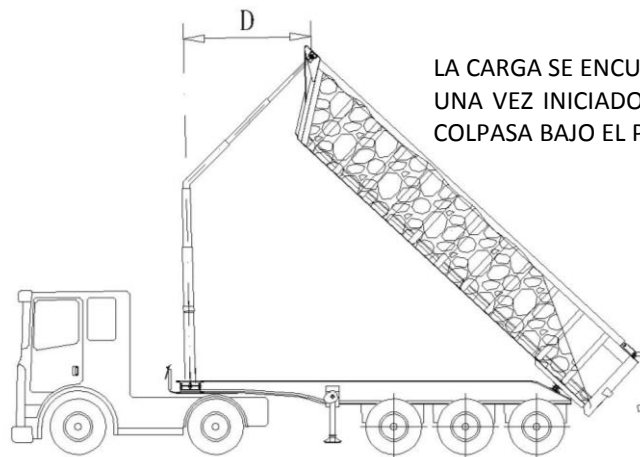
CAUSA QUE DESENCADENA EL PANDEO

Si por alguna causa accidental la carga permanece pegada parcialmente a la caja cuando se sobrepasan los 40º, la elevación debe interrumpirse la y se ha de bajar lentamente la caja para descargar el vehículo por otros medios.

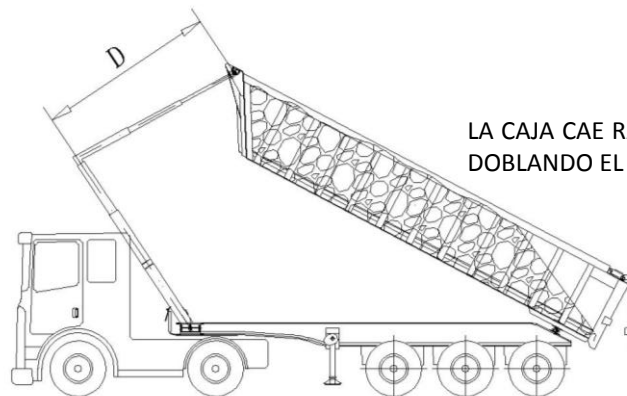
Si se persiste en la elevación de la caja, haciendo caso omiso a todas las normas de seguridad, debe tenerse en cuenta que el sistema quedara altamente comprometido tanto en la estabilidad lateral (el centro de gravedad estaría por encima de los 4 metros de altura), como en el colapso por pandeo. Si por accidente o temeridad, al menos un 60% de la carga permanece en la caja al final de la carrera del cilindro, está terminantemente prohibido mover y frenar bruscamente el semirremolque para intentar despegar la carga. Esta práctica es la causa de una parte importante de los accidentes al bascular.

El motivo de la prohibición es que si gran parte de la carga permanece en la caja al final de su recorrido, el cilindro estará sometido a un esfuerzo muy próximo a su carga de pandeo. Si en ese momento movemos el vehículo bruscamente y frenamos, vamos a producir una inercias que se transformarán en cargas adicionales en el cilindro, unas de tracción al acelerar y otras de compresión al frenar, si en la aceleración la carga se desprende de la caja y cae, habremos descargado la mercancía, pero asumiendo un riesgo desmesurado para las personas y las cosas. En caso de que la carga no se desprenda, el rebote que se produce al frenar colapsara el cilindro por pandeo.

DESCRIPCIÓN Y DINÁMICA DEL PANDEO

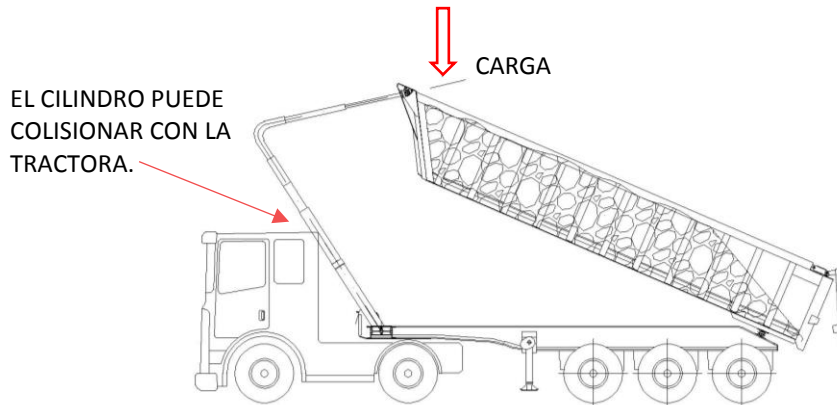


LA CARGA SE ENCUENTRA PEGADA A LA CAJA. UNA VEZ INICIADO EL PANDEO, EL CILINDRO COLPASA BAJO EL PESO DE LA CARGA.



LA CAJA CAE RÁPIDAMENTE DOBLANDO EL CILINDRO.

Como puede observarse, una vez iniciado el pandeo, el cilindro se dobla por la expansión más comprometida, sobre dos tercios de la longitud total del cilindro, y la caja cae sobre el chasis. Véase en la imagen anterior que el brazo de palanca D aumenta a medida que el cilindro va doblándose. Este es el motivo por el cual, una vez comenzada la flexión del cilindro, el proceso de pandeo es imparabile.

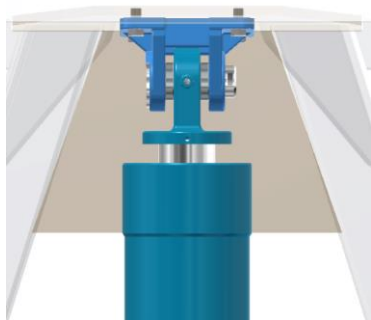


En cierto momento de la caída de la caja, el cilindro puede colisionar al doblarse con la parte trasera de la cabina.

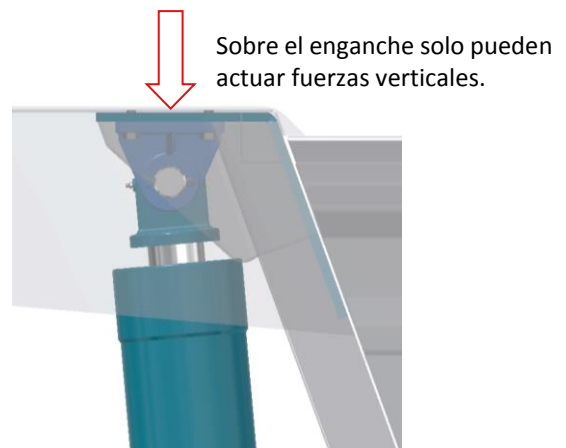
REPERCUSIONES SOBRE EL CILINDRO

- Flexión sobre el cilindro. (Descrita anteriormente).
- Rotura del enganche del vástago o del soporte de la caja.
- Rotura del extremo roscado del vástago.

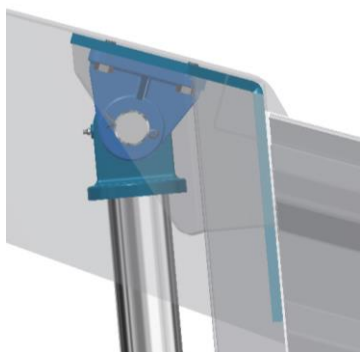
Analizamos estas tres posibilidades:



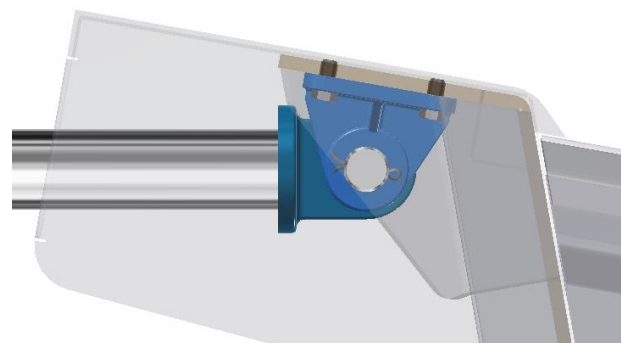
(Vista frontal del cilindro con la caja cerrada)



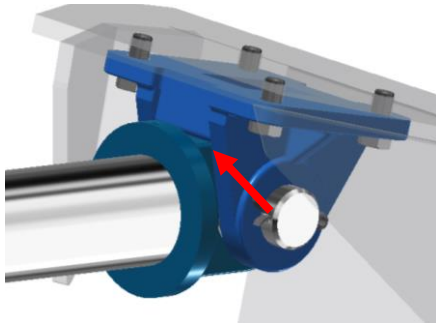
(Vista frontal del cilindro con la caja cerrada)



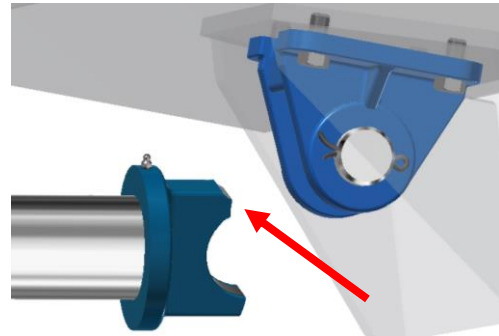
Como podemos ver, la variación de ángulo entre el enganche del vástago y el soporte, con la caja a 0º y la caja a 45º, es mínima. En ningún momento de la elevación se sobrepasan estas posiciones.
(Vista frontal del cilindro con la caja abierta)



A esta posición solo se llega durante la caída de la caja. En esta posición, el enganche todavía no está roto. Posición límite del vástago durante el colapso del cilindro por pandeo. En este punto, el vástago no puede girar más, (el enganche ha tocado sobre el soporte). En su caída, a partir de este punto, la caja romperá el enganche.

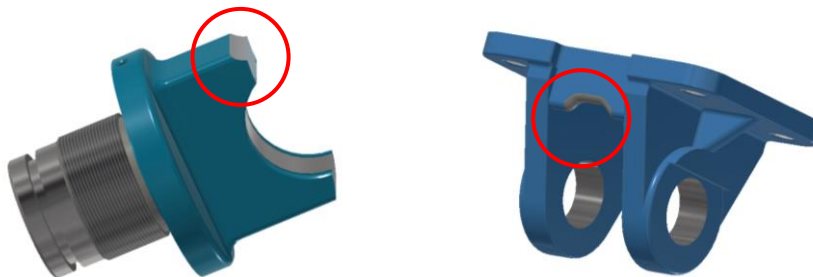


El enganche está tocando sobre el soporte.



El enganche del vástago se rompe de esta manera aproximadamente.

Las fuerzas que provocan la rotura dejarán estas marcas en ambas piezas



Esta rotura puede producirse en el enganche, tal como está descrito, pero también puede darse en las orejetas del soporte o en el extremo del vástago. Esto dependerá del grado de inclinación al que se produzca la colisión entre ambas piezas. Para determinar cada caso con precisión, tenemos que particularizar y conocer: longitud de la caja, la carrera del cilindro, la longitud del chasis, y los puntos de anclaje, entre otros elementos.

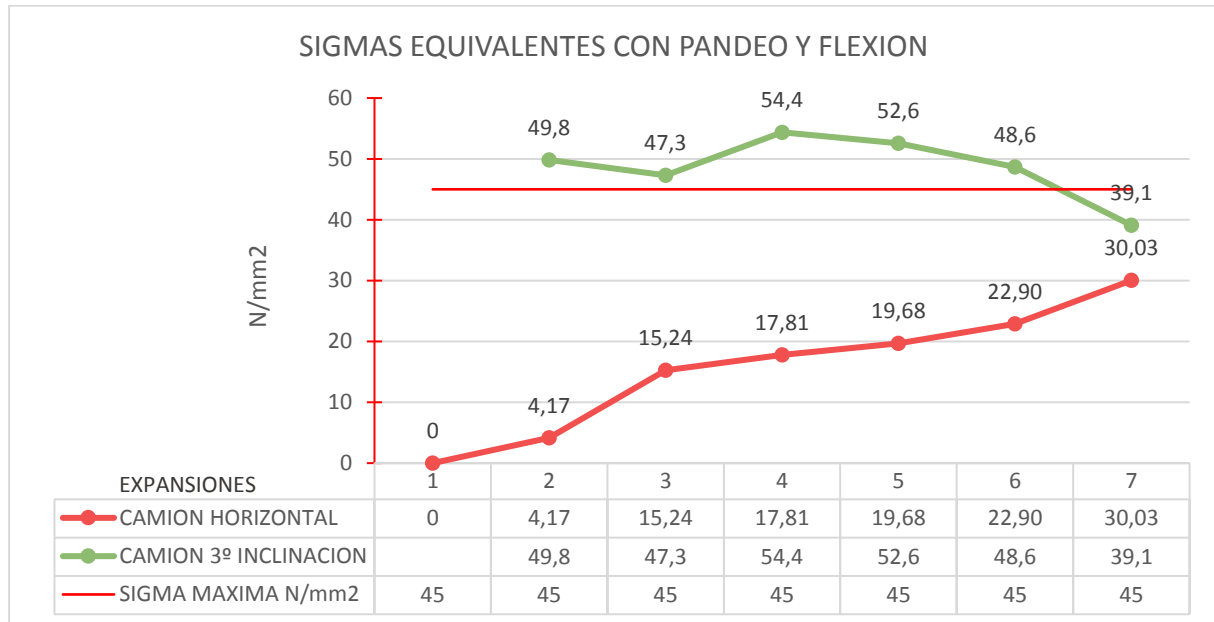
TUBO DEL VASTAGO ROTO



POSIBLE ESTADO FINAL DEL ACCIDENTE CON GRAN PARTE DE LA CARGA EN LA CAJA. CILINDRO DOBLADO Y VASTAGO O ENGANCHE ROTO

A continuación se va a analizar el diagrama de la sigma equivalente de las camisas de un cilindro Ref. 7150/1430-171 5Exp colocado en un semirremolque de 9500 mm de caja y 28000 Kg de carga.

La Sigma equivalente es un valor de referencia de la tensión a la que está sometido un tubo. En nuestro caso la sigma tiene que estar por debajo de 45 N/mm².



En dicho diagrama, podemos observar cómo se comportan cada una de las camisas del cilindro estando este totalmente estirado, en dos situaciones diferentes. La primera y en color rojo con el semirremolque en posición horizontal, y la segunda en color verde con el semirremolque inclinado 3 grados.

Cuando la caja está con casi toda la carga, en la 5ª expansión tenemos (en este caso en concreto) una presión interna de 120 Bar y 147 Bar, generando unas sigmas equivalentes de 22,9 N/mm² y 30,03 N/mm² respectivamente. Si a esta situación le añadimos el momento flector que produce la carga al inclinarse la caja 3 grados, estos Sigmas sobrepasan los límites de 45 N/mm², llegando en la 4ª expansión hasta los 54,4 N/mm².

La causa determinante para sobrepasar los máximos permitidos en el cilindro, es la inclinación de la caja unida a la permanencia de la carga en la caja por encima de los 40 grados de basculación.