

## PIEZA 1. PROPUESTA DE VALOR

### CSV (Complemento de seguridad para evitar vuelcos)



*Imagen libre y gratis para usos comerciales: Pixabay*

**“Nunca doy mi nombre a un tractor que no encierra en sí mismo lo mejor de mí mismo”.** Esta cita del propio **John Deere** resume la esencia de una marca que siempre ha destacado por fabricar productos de la más alta calidad. El clásico símbolo del ciervo amarillo que la representa es un icono en la industria de la maquinaria y los repuestos para tractores, pero detrás de él se esconde la historia de un hombre.

Somos conscientes de que el medio rural continúa siendo poco atractivo para nuestros jóvenes. Sin jóvenes no hay futuro. Y en el campo asturiano el relevo es urgente. Sin embargo, el campo asturiano brinda un sinfín de oportunidades laborales y también es un sector que aglutina muchos accidentes laborales ocasionados en su mayoría por el manejo y conducción de la maquinaria agrícola. **Si echamos un vistazo a la prensa de nuestra Comunidad podemos encontrarnos con un titular claro y preocupante:**

**“Muertes con tractores en Asturias: 35 en el último decenio, 26 por vuelco”**

Noticias Asturias

Newsletter

NOTICIAS  
ACCIDENTES  
LABORALES

f t i in Q

**El trágico balance de los accidentes de tractor en Asturias: ocho muertos en año y medio.**  
Fuente:  
<https://www.lavozdeasturias.es/noticia/asturias/2019/08/20/tragico-balance-accidentes-tractor-asturias-ocho-muertos-ano-medio/00031566318978177285149.htm>



Un ganadero de Grado, tercera víctima mortal en un mes en Asturias por el vuelco de un tractor. El hombre volcó con su tractor y cayó por un desnivel de cuatro metros.  
Fuente:  
<https://www.elcomercio.es/asturias/muere-ganadero-volcar-20190605000647-ntvo.html>

+info

El vuelco de un tractor en Piloña causa la muerte de un varón.  
<https://www.elfielato.es/articulo/comarcas-picos-de-europa/fmuerte-pilona-tractor/20210711232200034189.html>

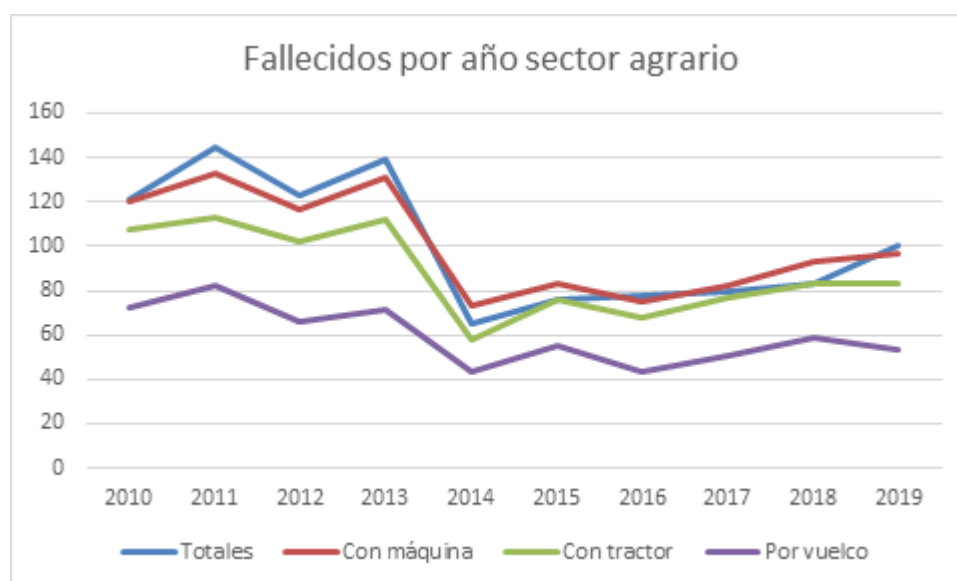
Pueden consultarse las noticias en el siguiente enlace creado:

<https://view.genial.ly/5eba55f68a39780d0f677de4/presentation-tu-diario-laboral>

Un total de 42 asturianos murieron en accidentes por el uso de maquinaria agrícola en la última década. En el conjunto de España, 1.172 personas fallecieron en siniestros vinculados a las actividades agrícolas, según el informe "**Siniestralidad mortal agrícola, vuelco de tractores y riesgos de incendios en cosechadoras (2010-2019)**".

El estudio refleja que en los últimos diez años, en el **Principado**, se registraron 42 muertes por accidentes con máquinas. De ellos, 35 se produjeron por accidentes de tractores. De ese número, un total de 26 se debieron a vuelcos de estos vehículos. El porcentaje de muertes por vuelco -el 74 por ciento- es superior a la media nacional, que fue del 68 por ciento.

**En éstos últimos dos años Asturias ha sido objeto de varios de estos accidentes:**



**Figura 1. Evolución del número de fallecidos en siniestros relacionados con el sector agrario (2010-2019).**

**Fuente: Informe Siniestralidad Agrícola (2010-2019)**

**Tabla 2. Datos de fallecidos por CCAA y tipo de siniestro. Fuente: medios de comunicación (2010-2019)**

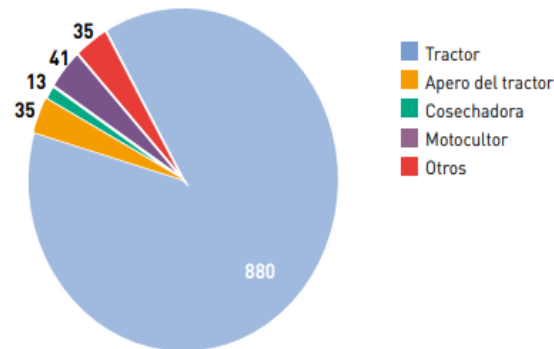
Comunidad Autónoma	Con máquinas	Con tractor	Por vuelco	Total
Andalucía	121	102	70	293
Aragón	115	106	75	296
Asturias	42	35	26	103
Cantabria	14	11	8	33
Castilla la Mancha	84	69	47	200
Castilla y León	241	210	137	588
Cataluña	65	64	48	177
Com. Valenciana	59	52	42	153

**Fuente: Informe Siniestralidad Agrícola (2010-2019)**

La Figura 3 muestra la distribución de los siniestros, con los que se realiza el estudio, según la maquinaria agrícola implicada. Por abrumadora mayoría, el **tractor con 880 siniestros (87,6% de los siniestros mortales con máquinas, y el 75,1% de los siniestros mortales registrados)** es la máquina que se ve involucrada en un mayor número de siniestros mortales, de ahí que le dediquemos un poco de más atención. Aclarar que el grupo de

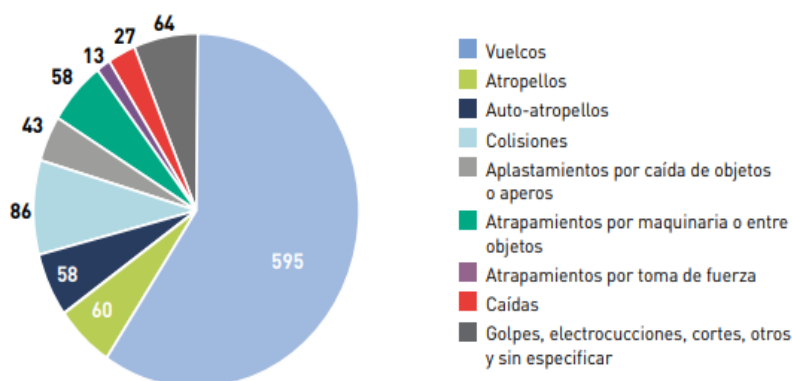
sinistros en el que está el tractor incluye los siniestros provocados por el tractor y también siniestros provocados por los aperos enganchados al mismo. Con el análisis de las reseñas de las noticias recogidas no siempre se puede deducir claramente si ha sido el tractor o el apero el causante del siniestro.

Le siguen con un mayor número de siniestros mortales el **motocultor, los aperos y las cosechadoras.**



*Distribución de los siniestros mortales según el vehículo implicado en el siniestro*

Fuente: Informe Siniestralidad Agrícola (2010-2019)



*Distribución de los siniestros con máquinas implicadas en función del tipo de siniestro*

Fuente: Informe Siniestralidad Agrícola (2010-2019)

## ¿CUÁLES SON LAS PARTES PRINCIPALES DEL TRACTOR Y SUS FUNCIONES?

Consideramos como tractor agrícola todo vehículo automóvil provisto de ruedas o cadenas, con disposición, al menos, de dos ejes y cuya característica esencial reside en su potencia de tracción. Los tractores universales o de tipo normal, disponen de ruedas neumáticas, siendo motriz y de mayor dimensión el par trasero.

Las **operaciones básicas** que puede realizar un tractor de ruedas son las siguientes:

- **Operaciones de traslado.**
- **Operaciones de arrastre.**
- **Operaciones de empuje.**
- **Suministro de fuerza o accionamiento.**
- **Operaciones de arrastre y accionamiento**
- **Operaciones de traslado y accionamiento.**

Estas operaciones, salvo la primera, que las puede realizar por sí solo, las efectúa el tractor agrícola asociándolo con un apero, útil o máquina que en su desplazamiento ejecuta un trabajo concreto, como puede ser: transportar, labrar el terreno, abonar, sembrar, segar y acondicionar una cosecha, empacar, recolectar, abrir zanjas, nivelar un terreno, operaciones de carga y descarga, etc. El tractor puede considerarse como el exponente máximo de la mecanización agraria y, por tanto, debido a su incidencia y presencia en la mayoría de los trabajos mecanizados, es origen también de riesgos de accidentes en muchos casos de consecuencias graves y mortales y ello principalmente como resultado del vuelco de la máquina.

### ¿DÓNDE RESIDE EL PROBLEMA DEL VUELCO?

**Son varias las causas principales que determinan el vuelco de un tractor, ya sea lateral o hacia atrás o bien van a influir en la gravedad de las consecuencias a sufrir por el tractorista accidentado:**

**1. Peligrosidad intrínseca:**

- ✓ Falta de estabilidad: altura del centro de gravedad y anchura de la vía.
- ✓ Desequilibrio al efectuar esfuerzos de tracción o sufrir empujes de remolques transportados.

**2. Orografía del terreno: configuración irregular y abrupta (caminos deficientes, desniveles, zanjas, baches, piedras).**

**3. Factor humano: falta de instrucción previa o desconocimiento, así como actos inseguros o maniobras incorrectas en el manejo.**

**4. Fallos técnicos: falta de un mantenimiento o conservación adecuados.**

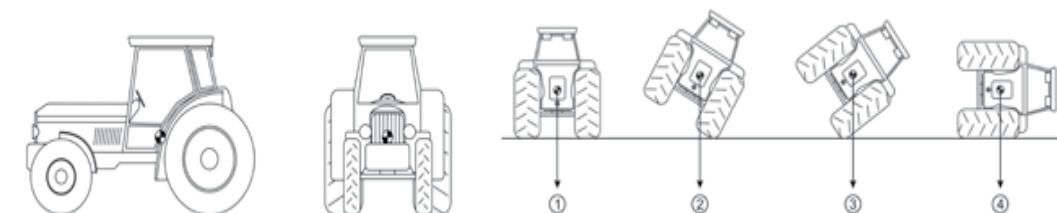
### Peligrosidad intrínseca de los tractores:

En primer lugar, hay que señalar que el tractor agrícola es una máquina cuyo **centro de gravedad se encuentra relativamente elevado respecto al suelo**, al ser igualmente considerable la altura libre de la máquina sobre la superficie de rodadura, lo cual es necesario para realizar las labores agrícolas.

La estabilidad del tractor, cuya pérdida determina el vuelco, también está relacionada con la distancia entre ejes y la anchura de vía utilizada. En este sentido, los tractores estrechos implican un mayor riesgo de vuelco.

El centro de gravedad de un tractor está situado en una posición más elevada respecto al suelo en comparación con la mayoría de los otros vehículos, como automóviles o camiones. Ello es una característica inherente de diseño debida a que se requiere mayor altura libre sobre el terreno para la realización de las labores agrícolas y la circulación por superficies irregulares. Por tanto, esta posición más alta del centro de gravedad provoca que el riesgo de vuelco del tractor sea mayor que el de un vehículo convencional.

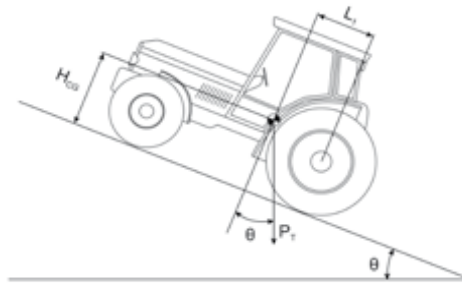
**Fuente: NTP 259: Tractor agrícola: prevención del vuelco (INSHT).**



**Figura. Centro de gravedad**

**Figura. Posición relativa del centro de gravedad**

Por otro lado, el tractor, como su nombre indica, realiza fundamentalmente trabajos de tracción (traslado y arrastre) y en este sentido hay que señalar que una fuerza de tracción excesiva o aplicada sobre un punto de enganche mal colocado, determina un momento de vuelco con riesgo de accidente por "**encabritamiento**" del tractor.



**Figura. Terreno inclinado. Vuelco hacia atrás. Fuente: NTP 1086. Tractor agrícola: estabilidad frente al vuelco**

En función de cómo se producen se clasifican en:

- **Vuelcos laterales: al trabajar de lado por la pendiente**



- **Vuelcos hacia atrás: al trabajar de abajo hacia arriba**



- **Vuelcos en zanjas, cunetas y en otros obstáculos**



La probabilidad de vuelco hacia atrás es mayor cuanto mayor es la altura del centro de gravedad y menor es la distancia entre el centro de gravedad y el eje trasero. La gravedad de los accidentes provocados por vuelco de tractor agrícola hace necesario una acción urgente acerca de la máquina, además de sobre el hombre que va a conducirla. Una buena formación del tractorista es fundamental, pero más importante es el equipamiento de los tractores con cabinas o bastidores de seguridad homologados lo cual no plantea problemas técnicos en los tractores agrícolas de marcas y modelos para los que ya existen en el mercado dichas estructuras.

Por otro lado, en la actualidad todavía existe un amplio **parque de tractores antiguos** inscritos con anterioridad al 1.1.78, variable según provincias, y que podemos estimar en el 50% del parque nacional, que queda fuera de la obligación reglamentaria de disponer de estructuras de protección contra vuelco según la legislación vigente. Llegado este punto, queremos hacer una observación, que es distinguir entre exigibilidad de lo establecido en una norma reglamentaria y la responsabilidad que en caso de accidente de vuelco pueda existir en cada caso concreto.

## **¿QUÉ PROPONEMOS COMO SOLUCIÓN AL PROBLEMA DEL VUELCO?**

**Actualmente**, la normativa europea más actualizada en materia de riesgos de vuelco y aplastamiento de la máquina es la **Directiva europea 42/CE de 2006**, conocida también como directiva de máquinas, que hace referencia de forma explícita a estructuras para proteger a los operadores en caso de vuelco (**ROPS**) y caída de objetos (**FOPS**), además de dispositivos de retención para la posición de las personas en el asiento.

El objetivo de esta normativa es **evitar o limitar los riesgos que comportan las situaciones de peligro** en las que se podría verificar un **escaso control de la máquina**, que puede provocar el **vuelco del tractor** y la caída, el aplastamiento y el impacto del operador contra obstáculos externos o la propia estructura del tractor.

### **Directrices para limitar los riesgos que derivan de situaciones de peligro: Peligro de vuelco:**

Tratándose de una de las mayores causas de accidentes graves o mortales, los principales **sistemas de prevención** se refieren precisamente al **peligro de vuelco**: en este caso, se habla de **sistemas de prevención de tipo pasivo**, puesto que sirven para evitar la aparición de un evento peligroso y se basan en el principio de mantener al operador dentro de un **volumen de seguridad o de zona libre para evitar que quede atrapado** entre las piezas del tractor o entre el tractor y el suelo.

Por este motivo, el tractor siempre debe contar con lo siguiente:

- **bastidor de protección**, una estructura rígida que tiene la función de garantizar un volumen de seguridad para el operador en caso de que el tractor se vuelque;
- **cinturón de seguridad**, para retener al conductor y evitar que salga del tractor si se produce un vuelco del vehículo.

**Hemos investigado los medios y dispositivos que existen para evitar riesgos por vuelco y se centran específicamente en:**

1. **Avisadores de vuelco de tractores**: Se trata de un **sistema antivuelco para tractores y maquinaria**, que mide la estabilidad en la que se encuentran y si detecta una situación de peligro de vuelco, emite una señal sonora para prevenir al operario.

Este **avisador de riesgo de vuelcos de tractores** mide la inclinación en cada momento y calcula la estabilidad del vehículo, teniendo en cuenta también el tipo de terreno y el movimiento que realiza el tractor. Si existe una situación de riesgo de vuelco, el dispositivo emitirá una señal acústica (un pitido) para alertar de la peligrosidad de la situación.

Las nuevas tecnologías pueden ayudar a prevenir accidentes y a salvar vidas en el sector agroforestal. El **Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales** dispone ya de una aplicación móvil que lanza un aviso automático a los servicios de emergencia en caso de

sinistros por vuelco de la maquinaria, la principal causa de muerte en caso de accidente. La **App**, que se denomina **S.O.S Vuelco**. Detecta en tiempo real las situaciones de riesgo, informando al conductor, y lanzando automáticamente un aviso al 112 en caso de accidente.

## 2. ROPS:



Estructura de protección en caso de vuelco (**ROPS**): es la estructura instalada en un **tractor** con el objetivo esencial de evitar o limitar los riesgos que corre el conductor en caso de que el **tractor** vuelque durante su utilización normal. ... Una **ROPS** puede ser una cabina o un pórtico (de dos o cuatro postes).

### ¿QUÉ PROPONEMOS PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA DEL VUELCO?

Nuestra propuesta se denomina **CSV** (“**complemento de seguridad para evitar vuelcos**”) y consiste en el diseño de un **sistema antivuelco** para tractores que va **instalado sobre el chasis y dependerá del tamaño del tractor. La clasificación más habitual es la que divide a los tractores por la escala de potencia:**

- ✓ **Tractor pequeño:** 41 – 70 CV. Son tractores con una relación peso/potencia entre 35 a 40 kg/CV, por lo que su masa está entre los 1.500 y los 2.800 kg. Distancia entre ejes de 1.800 y 2.300 mm.
- ✓ **Tractor mediano:** 71 – 115 CV, en motor de 3-4 cilindros y con pesos en vacío entre los 4.000 y los 5.000 kg. Diseñado para moverse en espacios estrechos, pero que es capaz de comportarse muy bien en espacios abiertos.
- ✓ **Tractor grande:** 116 y 165 CV, con motores de 4 o más habitualmente 6 cilindros, que. Peso en vacío de 4.500 hasta 6.000 kg y batalla de 2.400 a 2.600 mm.
- ✓ **Tractor muy grande:** 166 a 250 CV, con motores en su mayoría de 6 cilindros con cubaje entre los 4.500 y los 6.000 cm<sup>3</sup> que ofrecen 'potencia extra'. Peso en vacío entre 6.500 y 8.500 kg.

Nuestra propuesta para tractores de **tamaño mediano-grande** estaría formada por **dos barras extensibles** que se abren hacia los laterales mediante un **dispositivo de inclinación** cuya función es **sujetar el tractor de tal forma que no vuelque**. Sus brazos estarían formados por un material de **acero que es, sin duda, más resistente que el aluminio, soporta pesos mayores, tensiones y temperaturas sin sufrir daño alguno**. Dichos brazos **se disparan cuando las ruedas del tractor se despegan del suelo quedando de esta forma inclinado hacia la derecha o izquierda, reduciendo casi un 100% el riesgo de caída**.

Dependiendo del tamaño del tractor, para medianos-grandes, las barras irían instaladas desde el contra peso hasta el inicio de la puerta del conductor (permitiendo su apertura total). Y desde el final de la puerta se extenderían hasta la zona de los acoples de los remolques.

### ¿Cuándo y cómo se accionarían dichas barras?

Nuestro sistema se accionaría mediante un dispositivo o sensor que se activaría cuando detecte una inclinación elevada con peligro de vuelco. Serían unos sensores (tipo a los de aparcamiento) que irían colocados en las ruedas ya que es la zona más cercana al suelo. De esta forma, cuando detecten peligro de vuelco emiten la señal convertida en datos electrónicos a la centralita del tractor. En este momento, se accionarían esas barras extensibles evitando así el vuelco del tractor ya que se extenderían y quedarían fijadas sobre el terreno ejerciendo presión (se fijarían sobre el terreno unos 20 cm).

Nuestro complemento se incorporaría tanto en el proceso de fabricación de tractores nuevos, pero también en tractores más viejos o de segunda mano siendo el taller quien pudiese incorporarlo o acoplarlo.

### **Prototipado de CSV tractor:**

