



# Almacenamiento y acondicionamiento del trigo para mantener su calidad

Recomendaciones para el almacenamiento  
del trigo en un silo metálico

## RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO DEL TRIGO



La adecuada realización de todos los **procesos que intervienen en el manejo post cosecha** de granos y oleaginosas, que comprende su **almacenaje, transporte y acondicionamiento posterior a la cosecha**, es esencial para **mantener al máximo su calidad**. Una adecuada conservación es esencial, ya que el deterioro durante el almacenaje puede ser muy rápido debido a los efectos de la respiración de los propios granos y, principalmente, al desarrollo de hongos e insectos que proliferan fácilmente al encontrarse con condiciones óptimas de humedad y temperatura. Los diferentes cereales requieren condiciones específicas.

En el caso del trigo, para que se mantenga en condiciones óptimas durante su almacenaje es necesario controlar principalmente estos 3 factores:

- **La inocuidad de los granos** (residuos de insecticidas y presencia de micotoxinas), una condición necesaria para asegurar la seguridad alimentaria.
- **Necesidad de segregar por calidad.**
- **El efecto del secado sobre la calidad del trigo.** Hay que controlar que las proteínas del gluten no queden dañadas por las altas temperaturas del secado, de lo contrario, el proceso es irreversible.

## MANIPULACIÓN POSCOSECHA DEL TRIGO Y SUS EFECTOS EN LA CALIDAD

Los principales procesos que intervienen en el manejo post cosecha del trigo son **limpieza, almacenamiento, aireación, secado y control de plagas**. Si todos estos procesos se realizan de manera adecuada conseguiremos mantener al máximo la calidad del trigo.



## LIMPIEZA

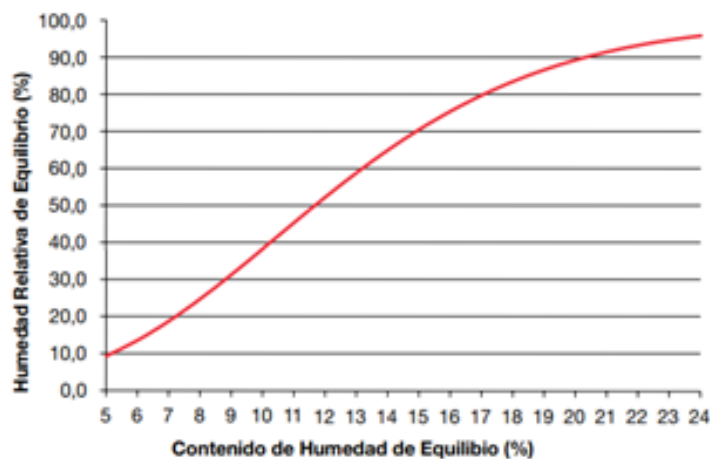
Antes del almacenamiento, y para eliminar las impurezas que acompañan al trigo (granos de otros cereales, piedras, paja...), tiene lugar la limpieza del cereal a través de las prelimpias. Este proceso deja más espacio para el almacenamiento de mayor cantidad de cereal, deja el trigo limpio, se mezcla mejor y mejora su conservación.

## ALMACENAMIENTO

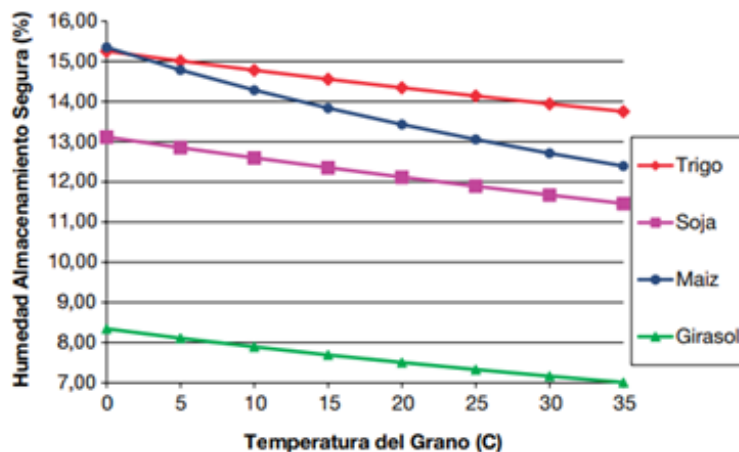
Los hongos y los insectos son los principales responsables de la pérdida de calidad del grano durante la postcosecha. Para reducir los daños que ocasionan hay que generar condiciones desfavorables para su desarrollo y el control de la humedad relativa es una de las condiciones a tener en cuenta.

Cuando la humedad relativa del espacio intergranario es menor del 67%, la condición de almacenamiento es segura, ya que el desarrollo de los hongos se produce a partir de 71%.

### Contenido de humedad de equilibrio del trigo (isoterma de 20°)



### Humedad de almacenamiento segura de diferentes granos:



Fuente: ASAE, 2001

El contenido de humedad de equilibrio determina la humedad a la que un grano puede ser secado bajo condiciones particulares de humedad relativa y temperatura del aire de secado.

Para monitorear las condiciones de almacenamiento de los granos utilizamos la termometría, tecnología que nos permite detectar los incrementos de temperatura con una medición periódica y corregirlos mediante aireación evitando daños en el grano.

## Guía para elegir el sistema de almacenamiento más adecuado

Aunque hay una amplia variedad de sistemas de almacenamiento de grano, los más populares son los silos metálicos, los silos de hormigón, las naves y los silos bolsa, entre otros.

## Características de los principales sistemas de almacenamiento

Características	Silos metálicos	Silos de hormigón	Naves	Silos bolsa
<b>ALMACENAMIENTO</b>	A granel	A granel	A granel o bolsas	A granel
<b>RECUPERACIÓN</b>	Primero en entrar, primero en salir	Primero en entrar, primero en salir	Último en entrar, primero en salir	Dependiendo de las necesidades
<b>REQUERIMIENTO DE ESPACIO</b>	Almacenamiento vertical, menos espacio	Almacenamiento vertical, menos espacio	Almacenamiento horizontal, más espacio	Almacenamiento horizontal, más espacio
<b>CALIDAD DEL GRANO</b>	Control por Temp. sistema de monitoreo, aireación, PLC, etc.	Control por Temp. sistema de monitoreo, aireación, PLC, etc.	Posible pero no exacto	Ninguna
<b>VIDA MEDIA DEL GRANO</b>	Con almacenamiento de 12% mc y baja temperatura. Largo período	Con almacenamiento de 12% mc y baja temperatura. Largo período	Mucho menor	Impredecible
<b>MANEJO DEL GRANO</b>	Motorizado	Motorizado	Manual – Mecanizado	Manual – Mecanizado
<b>DISEÑO</b>	Diseño simple, fácil de montar	Complicado: colocación de barras de refuerzo, calidad del hormigón, puesta en marcha más larga	Simple	Simple
<b>COSTE OPERACIONAL</b>	Relativamente menor (inversión inicial)	Relativamente menor (inversión inicial)	Mayor	Mayor
<b>COSTE DE CIMENTACIÓN</b>	Medio - alto	Alto	Medio	Ninguno
<b>DESPERDICIO</b>	Menos del 1%	Menos del 1%	Podría llegar hasta el 34%	Podría llegar hasta el 34%
<b>INFESTACIÓN</b>	Prácticamente nulo	Prácticamente nulo	Abierto al ataque de aves, roedores, hongos, moho, fermentación, etc.	Hongos, moho, fermentación, insectos, etc.

Los silos metálicos de chapa galvanizada son hoy día la mejor alternativa para el almacenaje de cereales gracias a su versatilidad, fácil montaje, higiene en la manipulación y bajo coste de almacenamiento.



## AIREACIÓN

La aireación mantiene la calidad de los granos durante el almacenaje debido al movimiento forzado de aire ambiente que se produce a través de la masa de granos.

Este proceso nos permite:

- Mantener lo más baja posible la temperatura del grano favoreciendo de esta forma el almacenamiento prolongado.
- Mantener una temperatura uniforme evitando focos localizados de humedad en el granel (silo).
- Secar puntos concretos de humedad. Para ello es necesario un tiempo prolongado de funcionamiento y un adecuado caudal de aire. El secado del trigo con aire natural es más difícil que el otros granos como la soja o el girasol.



La aireación evita el riesgo de desarrollo de insectos en los granos secos ya que estos se desarrollan a altas temperaturas (entre los 25° y 33°). El objetivo es mantener el producto a menos de 25° - 17°, ya que los insectos interrumpen su desarrollo y se reduce la actividad de los hongos.

Para evitar el calentamiento del grano hay que utilizar frecuentemente la aireación para mantener la temperatura en sus valores correspondientes. Debemos tener la precaución de no almacenar el trigo húmedo, ya que la actividad biológica eleva la temperatura del producto. Un buen uso de la aireación evita el sobresecado excesivo. Para evitarlo, se puede instalar un control de aireación automático que aproveche las mejores horas del día.

Cuando no se pueda enfriar el grano con el aire ambiente, ya sea por la estación del año o por la zona geográfica, es necesario utilizar la refrigeración artificial, la cual enfría el producto a través de equipos frigoríficos que transforman el aire ambiente y lo introducen en el silo a una temperatura inferior a la ambiental y permite, además, controlar el contenido de humedad en el aire, evitando de esta forma el sobresecado o el rehumedecimiento.

## SECADO

El secado es el proceso que reduce el contenido de humedad del grano hasta un nivel seguro para el almacenamiento. La calidad final del grano puede verse afectada por varios parámetros del proceso de secado:

- Temperatura excesiva del grano dentro de la secadora.
- Tiempo de exposición prolongado a altas temperaturas.
- Elevada tasa de secado y/o elevada tasa de enfriamiento (enfriado rápido).

El tipo de daño a la calidad dependerá del grano y de su uso final. En el caso del trigo, si las proteínas del gluten quedan dañadas por las altas temperaturas del secado el proceso es irreversible, por lo que se recomienda que la temperatura del grano nunca exceda los 43° dentro de la secadora.



## CONTROL DE PLAGAS

El desarrollo de microorganismos e insectos influye negativamente en la calidad del grano almacenado y puede causar graves pérdidas cualitativas como:

- Reducción de peso del grano.
- Aumento del porcentaje de granos dañados.
- Disminución del poder germinativo de las semillas.

Para prevenir la infestación, las principales recomendaciones son:

- La limpieza de la planta.
- El tratamiento de la instalación vacía antes de recibir la nueva cosecha
- El enfriamiento de los granos por medio de aireación o refrigeración.

La prevención debe realizarse de forma sostenida en el tiempo: antes, durante y después de la llegada del grano al silo. Una monitorización constante permitirá tomar la mejor decisión en el momento adecuado.

## Plantas de almacenamiento de trigo realizadas por Silos Córdoba en el mundo:

### 2005 | Vitaflora Eslovaquia

Planta concebida para el almacenaje de trigo y colza.

La capacidad total de la planta es de 95.700 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 72.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 17 silos modelo 20.63/15 con una capacidad unitaria de 5.906 m<sup>3</sup>.



### 2005 | Jurex Eslovaquia

Planta concebida para el almacenaje de trigo y colza.

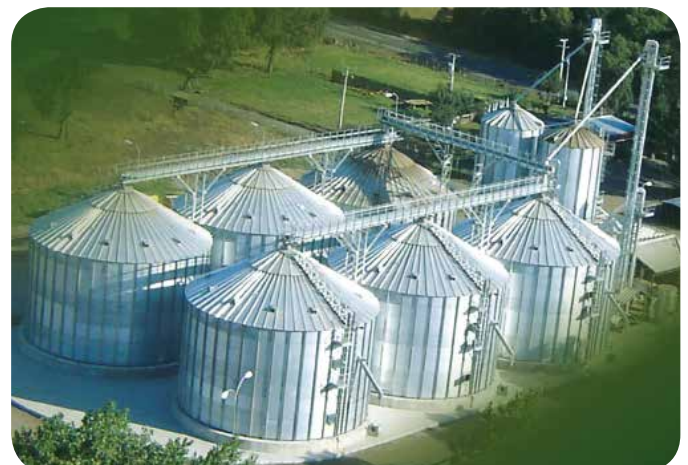
La capacidad total de la planta es de 37.083 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 27.800 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 2 silos modelo 9.17/8 con una capacidad unitaria de 661 m<sup>3</sup>.
- ✓ 6 silos modelo 12.22/14 con una capacidad unitaria de 2.010 m<sup>3</sup>.
- ✓ 20 silos elevados modelo 4.58/7 de 157m<sup>3</sup> de capacidad unitaria.
- ✓ 6 silos modelo 14.51/6 con una capacidad unitaria de 3.427 m<sup>3</sup>.

### 2006 | Agrícola Sumaya Chile

Planta destinada a la recepción, secado, prelimpieza y almacenaje de trigo y maíz. La capacidad total del proyecto es de 18.500 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 13.875 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 6 silos modelo 15.28/13 con una capacidad unitaria de 2.987 m<sup>3</sup>.
- ✓ 2 silos elevados de pulmón de 200 T.
- ✓ Dispone de sistema de control de temperatura y ventilación.



## 2006 | Teal Perú

Proyecto consistente en la ejecución y entrega llave en mano de una instalación para el almacenaje de trigo. La capacidad total de la planta es de 13.520 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 10.140 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 2 silos modelo 20.63/16 con una capacidad unitaria de 6.760 m<sup>3</sup>.
- ✓ Báscula de flujo continuo.
- ✓ Maquinaria de transporte.
- ✓ Sistema de ventilación y control de temperatura.
- ✓ Cableado y cuadro eléctrico.
- ✓ También incluye la ejecución y entrega llave en mano de una instalación de 5 silos de proceso modelo 6.11/16 con cono de 45° con una capacidad unitaria de 583 m<sup>3</sup>.



## 2007 | Spomax Polonia

Proyecto destinado al almacenaje de trigo.

La capacidad total de la planta es de 12.890 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 10.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 10 silos modelo 9.17/15 elevado a 45° con una capacidad unitaria de 1.289 m<sup>3</sup>.
- ✓ Pasarelas, torres y soportes.

## 2008 | Tien Hung Vietnam

Proyecto destinado al almacenaje de trigo.

La capacidad total de la planta es de 8.184 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 6.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 6 silos modelo 9.17/16 elevado a 45° con una capacidad unitaria de 1.364 m<sup>3</sup>.
- ✓ Pasarelas y soportes.
- ✓ La mecanización ha sido realizada por Silos Córdoba





## 2009 | Giay Vietnam

Proyecto destinado al almacenaje de trigo.

La capacidad total de la planta es de 10.264 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 7.700 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 4 silos modelo 13.75/14 con una capacidad unitaria de 2566 m<sup>3</sup>.
- ✓ El llenado se realiza a 100 T/h y el vaciado a 50 T/h.
- ✓ La mecanización ha sido realizada por Silos Córdoba.



## 2009 | Pozo España

Proyecto destinado al almacenaje de trigo.

La capacidad total de la planta es de 12.890 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 10.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ Dispone de molino de 120 hp, prensa granuladora de 200 hp y sistema de engrase.
- ✓ Incluye además la fabricación y montaje de 4 silos cónicos modelo 9.17/12 con una capacidad de almacenaje total de 4.252 m<sup>3</sup>.
- ✓ Incluye sistema de carga a granel y ensacadora.
- ✓ Se realiza también la automatización de la planta y la incorporación de microingredientes a mezcladora automática.

## 2009 | Constanza Rumanía

Proyecto destinado al almacenaje de cereales como trigo, cebada, colza, maíz o girasol. La capacidad total de la planta es de 218.960 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 164.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 17 silos modelo 24.45/22 con una capacidad unitaria de 12.880 m<sup>3</sup>.



## 2009 | Alicorp Perú

Planta de almacenaje procesadora de trigo.

La capacidad total de la tres planta es de 37.504 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 28.120 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 4 silos modelo 22.92/18 con una capacidad unitaria de 9.376 m<sup>3</sup>.
- ✓ Sistemas de ventilación y temperatura.
- ✓ El llenado se produce a 300 T/h



## 2012 | Dan Kazajstán

Proyecto concebido para el almacenaje de trigo y cebada.

La capacidad total de la planta es de 15.837 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 11.875 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 3 silos asentados modelo 18.33/16 con una capacidad unitaria de 5.279 m<sup>3</sup>.
- ✓ Tanto la carga como la descarga se producen a 120 T/h.
- ✓ La mecanización ha sido realizada por Silos Córdoba.
- ✓ También dispone de sistema de ventilación y sistema de control de temperatura.

## 2012 | Tiryaki Turquía

Proyecto concebido para el almacenaje de trigo y colza.

La capacidad total de la planta es de 250.168 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 200.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 19 silos asentados modelo 18.33/22 con capacidad unitaria de 7.110 m<sup>3</sup>.
- ✓ 11 silos asentados modelo 14.51/22 con capacidad unitaria de 4.395 m<sup>3</sup>.
- ✓ 27 silos modelo 4.65/6 carga a granel con capacidad unitaria de 147 m<sup>3</sup>.
- ✓ 6 silos asentados modelo 21.39/22 con capacidad unitaria de 9.752 m<sup>3</sup>.
- ✓ 4 silos modelo 9.17/12 elevados a 45° con capacidad unitaria de 1.063 m<sup>3</sup>.
- ✓ Tanto la carga como la descarga se producen a 300 T/h.
- ✓ La mecanización ha sido realizada por Silos Córdoba.



## 2013 | Adunati Rumanía

Planta destinada al almacenaje de trigo, maíz, colza y girasol.

La capacidad total de la planta es de 8.046 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 6.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 6 silos modelo 12.22/9 con una capacidad unitaria de 1.341 m<sup>3</sup>.
- ✓ Secadero mod. SCM 2-6 con capacidad de secado 5 T/h maíz de 24% a 14% con quemador de pellets de paja.



## 2015 | Berte Qvarn Suecia

Silos para el almacenamiento de trigo.

La capacidad total de la planta de silos es de 12.300 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 9.200 T de trigo. La planta de silos incluye:

- ✓ 3 silos asentados modelo 18.33, con una capacidad unitaria de 4.100 m<sup>3</sup> cada uno.
- ✓ El montaje de los silos ha sido realizado por nuestro propio equipo de montaje.

## 2015 | Obrinel Uruguay

Planta concebida para el almacenaje de trigo (principalmente) en el Puerto de Montevideo. La capacidad total de la planta es de 161.312 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 121.000 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 12 silos modelo 27.50/17 con capacidad unitaria de 13.083 m<sup>3</sup>.
- ✓ 1 silo elevado modelo 10.70/16 45° con capacidad unitaria de 1.893 m<sup>3</sup>.
- ✓ 2 silos elevados modelo 5.35/6 60° con capacidad unitaria de 194 m<sup>3</sup>.
- ✓ 2 silos elevados modelos 8.40/13 45° con capacidad unitaria de 944 m<sup>3</sup>.
- ✓ 1 silo carga a granel modelo 4.65/6 60° con capacidad unitaria de 147 m<sup>3</sup>.
- ✓ Torre central de 9,3 X 9,3 X 45m de altura.
- ✓ Torre secundaria 9 X 7 X 28m de altura.
- ✓ Centro de pesaje 12 X 6,5m.
- ✓ La carga y la descarga se producen a 800 T/h.
- ✓ La planta también dispone de plataformas volcadoras, transportes, elevadores y accesorios mecánicos.





## 2016 | Indeika Rusia

Planta de silos concebida para el almacenaje de maíz y trigo, para abastecer a la fábrica de pienso, ubicada en Rusia, la región de Tambov. La capacidad total de la planta es de 111.924 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 80.000 T de cereal.

El proyecto incluye:

- ✓ 6 silos modelo 32.08/16 con una capacidad unitaria de 17.237 m<sup>3</sup>.
- ✓ 4 silos modelo 9.17/12 45° con una capacidad unitaria de 1063 m<sup>3</sup>.
- ✓ 10 silos modelo 6.88/08 60° con una capacidad unitaria de 425 m<sup>3</sup>.
- ✓ Recepción de materia prima por camión y tren.
- ✓ La carga se realiza a 200 T/h.
- ✓ La descarga se realizan a 120 T/h.
- ✓ Prelimpias.
- ✓ Secaderos.
- ✓ Sistemas de filtración.



## 2017 | Irchenko Elevator Kazajstán

Planta concebida para la recepción, almacenaje y expedición de trigo.

La capacidad total de la planta es de 54.300 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 40.750 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 8 silos modelo 22.92/12 con una capacidad unitaria de 6.500 m<sup>3</sup>.
- ✓ 4 silos modelo 6.88/6 60° con una capacidad unitaria de 352 m<sup>3</sup>.
- ✓ 2 silos modelo 6.11/9 60° con una capacidad unitaria de 360 m<sup>3</sup>.
- ✓ 2 silos de expedición a tren modelo 4.65/3 60° con una capacidad unitaria de 88 m<sup>3</sup>.
- ✓ Silo pulmón.
- ✓ Recepción, carga y descarga se realizan a 100 T/h. Maquinaria de transporte de Silos Córdoba.
- ✓ 2 tolvas de recepción de materia prima para camión y 1 tolva de recepción para tren.
- ✓ 2 líneas de pre-limpieza, 2 líneas de limpieza y 2 líneas de secado.
- ✓ Torre de base 9,5x16m y altura 31 metros que alberga la maquinaria de limpieza y 10 elevadores.
- ✓ 2 líneas semi-automáticas para el llenado y ensacadoras.





## 2017 | Capa Colonia Italia

Primera fase de planta concebida para la recepción, almacenaje y expedición de trigo. La capacidad total de esta primera fase es de 51.710 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 38.800 T de cereal. El proyecto incluye:

- ✓ 6 silos modelo 20.63/20 con una capacidad unitaria de 8.311 m<sup>3</sup>.
- ✓ 1 silo elevado modelo 9.17/19 45° con una capacidad unitaria de 1.589 m<sup>3</sup>.
- ✓ 3 silos elevados modelo 4.58/3 60° con una capacidad unitaria de 85 m<sup>3</sup>.
- ✓ Mecanización a 200 T/h en ATEX 22 y ATEX 21.
- ✓ Pasarelas y estructuras portantes.
- ✓ Sistema de aspiración de polvo integrado.
- ✓ Prelimpieza de grano rotativa y de zarandas.



## 2019 | Tonkeris Kazajstán

Expansión de la planta de Tonkeris, concebida para el almacenamiento de trigo, cebada, colza, lino y girasol. La capacidad total de la planta es de 43.882 m<sup>3</sup> para el almacenamiento de 33.000 T de cereales. El proyecto incluye:

- ✓ 4 silos modelo 17.57/13 con una capacidad unitaria de 4.003 m<sup>3</sup>.
- ✓ 4 silos modelo 22.92/13 con una capacidad unitaria de 6.573 m<sup>3</sup>.
- ✓ 6 silos elevados modelo 5.35/9 (45°) con una capacidad unitaria de 263 m<sup>3</sup>.
- ✓ 4 silos elevados modelo 7.64/10 (60°) con una capacidad unitaria de 659 m<sup>3</sup>.
- ✓ 2 silos elevados 1.85/2 (60°) para el embalador de pesaje automático.
- ✓ La carga y descarga se realiza a 100 T/h.
- ✓ Maquinaria de transporte: transportadores de cadena, transportadores de banda, transportadores sinfín y elevadores de cangilones, fabricados y suministrados por Silos Córdoba.
- ✓ Sonda de muestreo de cereales (empresa DV, fabricada en Italia) suministrada por Silos Córdoba.
- ✓ Analizador de granos Foss (Dinamarca).
- ✓ 2 piqueras de recepción para camión.
- ✓ Sistema de limpieza: limpiador de tambor rotatorio, limpiador de grano, aspiración y ciclón.
- ✓ Dos secadoras de grano vertical 40 T/h.
- ✓ 2 silos de carga a granel para tren con una tercera opción que consiste en 2 líneas de empaque de grano en sacos que constan de: empacadora de pesaje industrial automática y máquina de coser.
- ✓ Panel eléctrico.
- ✓ Torre de elevador 8x8, h=30 m.



## 2019 | Jusegal España

Instalación de silos elevados sobre estructuras reforzados y dotados de carga neumática. La capacidad total de la planta es de 1.170 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 878 T de pienso y trigo. El proyecto incluye:

- ✓ 9 silos elevados mod 3.50/9 65° con una capacidad unitaria de 103,46 m<sup>3</sup>.
- ✓ 3 silos elevados mod 3.05/9 65° con una capacidad unitaria de 79,76 m<sup>3</sup>.
- ✓ Pasarelas con acceso a todos los silos.



## En construcción | NKF Irán

Planta concebida para el almacenaje de soja, maíz y trigo. La capacidad total de la planta es de 489.792 m<sup>3</sup> para el almacenaje de 367.000 T de cereal.

El proyecto incluye:

- ✓ 48 silos modelo 24.45/17 con una capacidad unitaria de 10.204 m<sup>3</sup>.
- ✓ La carga se realiza a 1.200 T/h (600 T/h doble).
- ✓ La descarga se realiza a 800 T/h (400 T/h doble).