

## NIVELACIÓN DE SILOS

La intención de esta nota técnica es ayudar a realizar un buen nivelado de los silos para obtener una distribución de peso homogénea sobre las células de carga, para no sobrecargarlas, alargarles la vida útil y obtener en definitiva un buen sistema de pesaje.

En los silos de 3 células, la carga suele distribuirse homogéneamente sin problema. En cambio, en los silos de 4 o más células es necesario realizar una buena nivelación. Pensemos en la distribución de cargas en sillas de 3 o de 4 patas.

El problema principal de tener un silo mal nivelado es que el peso suele quedar concentrado en una diagonal y puede exceder la capacidad nominal de las células escogidas. Por ello, además, es muy importante realizar una elección adecuada de la capacidad de la célula, sobredimensionándola, tal y como se explica en la nota técnica *"Guía de selección de una célula de carga para depósitos"*.

Una nivelación de precisión no es tarea óbvia. Los silos son grandes estructuras mecánicas y el suelo normalmente es irregular, por lo que es difícil obtener precisiones de décimas de milímetro entre los puntos de apoyo. Las células de carga tienen una flexión pequeña, de unos 0,5mm aproximadamente, por lo que una desnivelación de 0,1mm puede suponer hasta un 20% del peso. Por suerte, las estructuras grandes también flexan y se adaptan, no son del todo rígidas, aunque hay casos en que sí lo son, como es un silo con llanta o aro en la base.

Empezaremos con un ejemplo práctico de un silo No Nivelado, con su problemática y su solución, y finalizaremos detallando el procedimiento de nivelación de silos.

### Ejemplo práctico de un silo No Nivelado

Partimos con el ejemplo de un silo de 100t, con 4 patas y con 4 células de carga, y en el que no se ha realizado ninguna nivelación. Supongamos además que erróneamente hemos escogido 4 células de 30t de capacidad nominal. En total las células suman 120t, pensando que con la sobredimensión extra de 20t sería suficiente, pero veremos que no, ya que hay células cargadas con hasta a 40t. Observamos en la Figura 1, que el desnivel aparece en una de las diagonales.

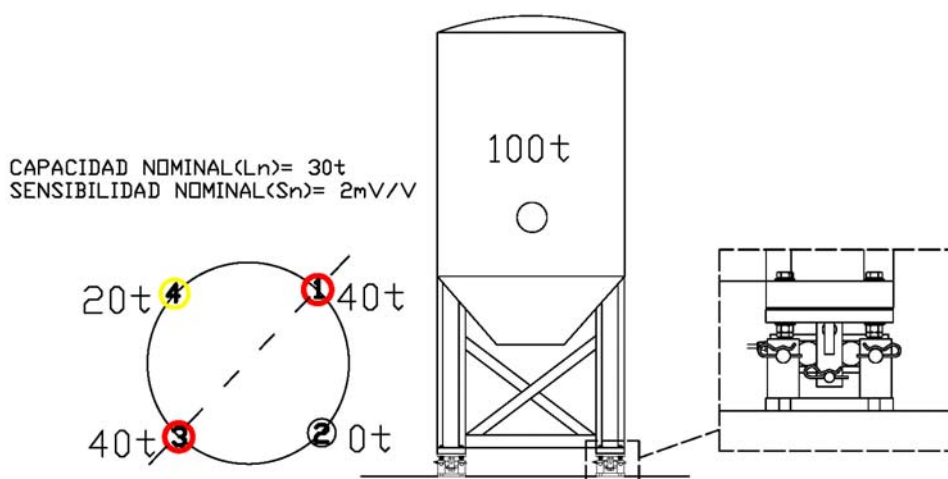


Fig. 1- Vista de la planta y vista frontal de un Silo desnivelado

En este silo, si hubiéramos medido la señal de salida (mV/V) individualmente de cada célula, habríamos observado rápidamente este desequilibrio por la falta de nivelación.

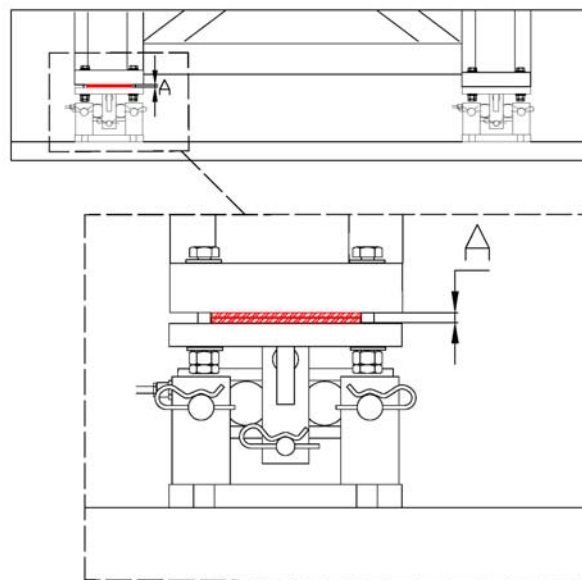
Num. Célula	Carga	Señal Célula	% en carga
<b>Célula 1</b>	<b>40t</b>	→ <b>2,66mV/V</b>	<b>es el 133,33% de su capacidad nominal</b>
Célula 2	0t	→ 0mV/V	es el 0% de su capacidad nominal
<b>Célula 3</b>	<b>40t</b>	→ <b>2,66mV/V</b>	<b>es el 133,33% de su capacidad nominal</b>
Célula 4	20t	→ 1,33mV/V	es el 66,66% de su capacidad nominal

Observamos que las Células 1 y 3 exceden bastante su capacidad nominal y en cambio la célula 2 no trabaja.

Cuando nos encontremos frente a un silo de 4 patas es importante sobredimensionar las células con un factor de seguridad de  $K \geq 1,5$ ; de esta manera habríamos elegido células de cómo mínimo 40t ( $1,5 \times 100t / 4 \text{ patas} = 37,5t$ ) y no habríamos excedido de su capacidad nominal para esta aplicación.

Para nivelar el silo utilizaremos chapas de metal de 0,5mm, 1mm y 2mm, intercalándolas entre la estructura del silo y el accesorio de montaje de la célula, tal y como se muestra en la Figura 2, hasta conseguir que las salidas analógicas (mV) de las células sean iguales. En la práctica, se deberá nivelar hasta que la diferencia de señal de salida analógica (mV) entre las células sea inferior al 30%.

Empezaremos a nivelar por la pata que recibe menor carga, en nuestro ejemplo por la Célula 2, e iterativamente mediremos la salida (mV) de todas y seguiremos nivelando la de salida más baja.



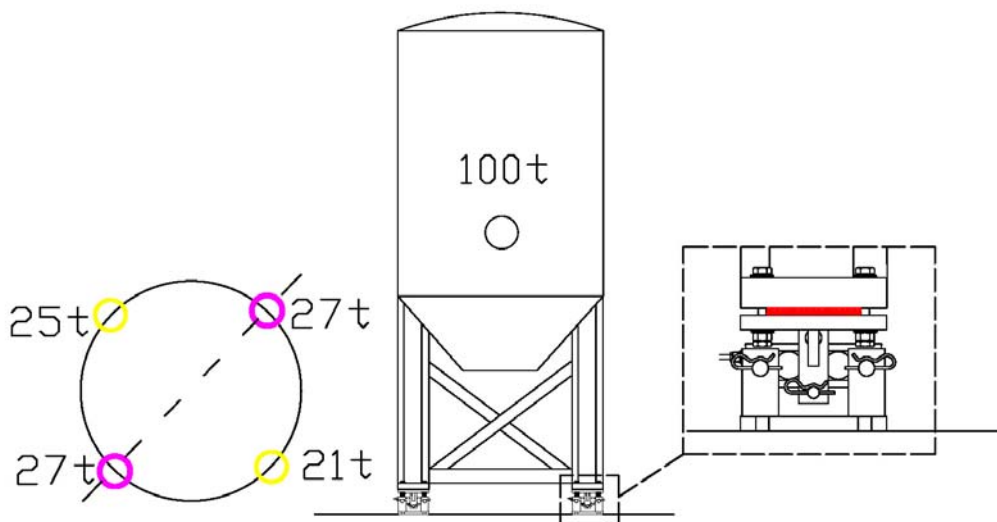
**Fig. 2- Silo Nivelado con Calzas**

**A- Calzas de Nivelación (de 0,5 a 2mm según convenga)**

Cómo verificar que la diferencia máxima de señal entre las células sea inferior al 30%, pues calculando el ratio entre la mayor y la menor, que debe ser inferior a 1,3.

**Diferencia máxima de señal entre las células = Célula de Mayor Señal / Célula de Menor Señal**  
**Éste resultado ha de ser  $\leq 1,3$ .**

Después de realizar la nivelación sería aceptable conseguir un reparto de cargas como la de la Figura 3.



**Fig. 3- Vista de la planta y vista frontal de un Silo Nivelado**

Con este ejemplo práctico hemos visto: que el silo estaba mal nivelado; la señal de salida entre las células mayor y menor era superior a 1,3, más del 30%; las células originales de 30t estaban sobrecargadas y lo importante que es sobredimensionar adecuadamente al elegir una célula de carga. Después de una buena nivelación, las células de 30t hubieran sido suficientes, aunque hubiera sido más seguro elegir inicialmente unas de 40t.

## Procedimiento de Nivelación de Silos

Una vez hayamos realizado una nivelación visual del silo, podemos empezar con el procedimiento de nivelación, que consta de tres pasos:

- 1- Alimentar todas las células de carga**
- 2- Medir la señal de salida de cada célula**
- 3- Nivelar el silo con calzas de metal**

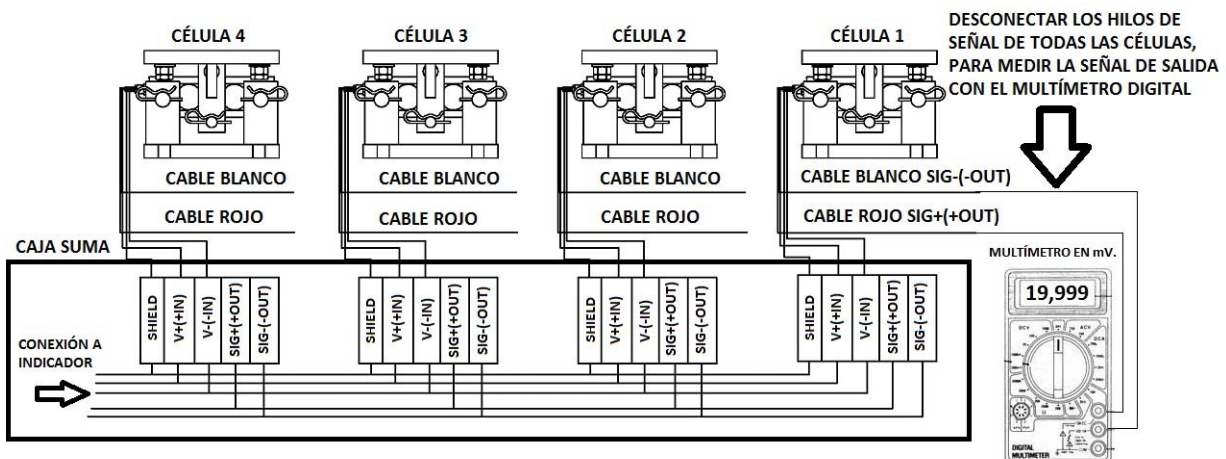
### 1- Alimentar todas las células de carga

Para leer la señal de salida en mV de las células de carga es necesario alimentarlas. Utilizaremos la propia alimentación del equipo de pesaje. Conectaremos los hilos de alimentación de cada célula a la caja suma (Verde +IN a +V y Negro -IN a -V). Si se trata de una célula de 6 hilos, también conectaremos los senses en paralelo con los de alimentación (Azul +SENSE a +V y Amarillo -SENSE a -V).

**CONEXION ELECTRICA  
ELECTRICAL CONNECTION:**

**Fig. 4- Codificación de colores de una célula de carga de 6 hilos de UTILCELL**
**2- Medir la señal de salida de cada célula**

Para medir la tensión de salida en mV de cada célula dejaremos "al aire", sin conectar, los hilos de la señal de salida (Rojo +OUT y Blanco -OUT), según se muestra en la Figura 5.


**Fig. 5- Conexión eléctrica de células de carga a la caja suma y lectura de la señal de salida en mV con un multímetro digital.**

Tenemos que **medir la señal de salida de cada célula en mV**, teniendo en cuenta que el silo debe de estar cargado de producto. Idealmente a su capacidad máxima, pero como mínimo al 30% de su capacidad máxima.

Número de Célula	Iteración 1 Señal en mV	Iteración 2 Señal en mV	Iteración 3 Señal en mV	Iteración 4 Señal en mV
1				
2				
3				
4				
Dividir Mayor/Menor ¿≤ 1,3 ?				

**Tabla 1- Medida de la salida analógica de cada célula y verificación de nivelación**

En la Tabla 1 apuntaremos la señal de salida medida de cada célula del silo, empezando por la columna Iteración 1.

Luego calculamos abajo la diferencia entre la mayor y la menor:

**Diferencia máxima de señal entre células: Dividir Célula de Mayor Señal mV/ Célula de Menor Señal mV. Este resultado ha de ser  $\leq 1,3$**

### 3- Nivelar el silo con calzas de metal

Si la división entre la mayor y la menor es superior a 1,3, entonces debemos nivelar el silo. En primer lugar debemos empezar a nivelar por la célula que nos suministra menos señal de salida, introduciendo una calza de metal entre la estructura de la pata y el accesorio de la célula, según Figura 2.

No hay cálculo práctico para saber la medida de la calza a utilizar, deberá hacerse mediante pruebas de menor grosor a mayor grosor, y ver como afecta a los mV de salida e ir cogiendo práctica.

Una vez colocadas las calzas, volvemos a medir y anotamos los resultados en la Tabla 1 columna de Iteración 2. Verificamos el cálculo entre la mayor y la menor. En caso de no quedar el silo nivelado, repetir pasos 2 y 3 hasta conseguir que la diferencia de señal entre las células sea inferior al 30% (ó 1,3).

Una vez hayamos nivelado el silo, tenemos que comprobar que la célula que recibe más carga, no supere su capacidad nominal cuando el silo esté cargado al 100%. Este es un apartado muy importante en la comprobación final de la nivelación ya que así nos aseguramos que las células estarán funcionando dentro de sus condiciones normales de uso (Capacidad Nominal).

Desde Utilcell esperamos que esta nota técnica pueda serles de ayuda a la hora realizar una nivelación de silos, solo a modo orientativo y sin que sirva como especificación contractual. Nos reservamos el derecho a variar el contenido de la presente nota técnica en cualquier momento sin previo aviso.

Quedamos a su disposición para cualquier consulta adicional.