

10-007

STUDY OF THE PRODUCTION PROCESS AND PROPOSALS FOR IMPROVEMENT IN THE LINE OF ATOMISED PRODUCTS USED FOR TILES MANUFACTURING

Domínguez Belloch, Nieves (1); ARNAL ARNAL, JOSE MIGUEL (1); Garcia-Fayos, Beatriz (1)

(1) Universitat Politècnica de València

A series of problems have been detected in the atomised tile manufacturing company that influence the quality of the product and in turn have repercussions on the integrity of the tiles manufactured with this material. In this work, the stages that make up the production process have been studied, from the reception of the raw material to the loading of the lorry tubs with the atomised product, with the aim of detecting the causes that are affecting the quality of the product obtained. The stages of storage and dosing of the raw material will be of special interest due to their great influence on the quality of the final product. In addition, tests will be carried out in the company's quality laboratory in order to improve the identification of the causes of existing problems. Finally, a series of improvements will be proposed as well as an economic evaluation of the cost of the study carried out.

Keywords: Ceramics; atomisation; raw material; stages; storage; dosing

ESTUDIO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y PROPUESTAS DE MEJORA EN LA LÍNEA DE ATOMIZADOS UTILIZADOS PARA LA FABRICACIÓN DE AZULEJOS

En la empresa de fabricación de atomizados se han detectado una serie de problemas que influyen sobre la calidad del producto y a su vez repercutirán en la integridad de los azulejos fabricados con este material. En este trabajo se han estudiado las etapas que conforman el proceso productivo, desde la recepción de la materia prima hasta la carga de las bañeras de los camiones con el atomizado producido con el fin de detectar las causas que están afectando a la calidad del producto obtenido. Será objeto de especial interés las etapas de almacenamiento y dosificación de la materia prima por su gran influencia en la calidad del producto final. Además, se llevarán a cabo ensayos en el laboratorio de calidad de la empresa con el fin de mejorar la identificación de las causas de los problemas existentes. Finalmente, se propondrán una serie de mejoras así como una valoración económica del coste del estudio realizado.

Palabras clave: Cerámica; atomizado; materia prima; etapas; almacenamiento; dosificación

Correspondencia: José Miguel Arnal Arnal. Correo: jarnala@iqn.upv.es



©2022 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

La empresa en la cual se ha realizado este trabajo pertenece al sector azulejero. En concreto su proceso trata de la fabricación de polvos de prensa usados posteriormente para el conformado de baldosas de cerámica (Galindo Renau, 2018). El tipo de polvos que fabrican son: atomizado de porosa blanca/ revestimiento de pasta blanca, y porcelánico oscuro (BPO).

El atomizado de revestimiento de pasta blanca/porosa blanca se trata de un polvo de prensa compuesto por arcillas blancas, caolín, feldespatos y arenas feldespáticas y carbonática. En su composición hay carbonatos con el fin de obtener azulejos que sean porosas para que puedan ser utilizados en la pared (Robalino, 2009).

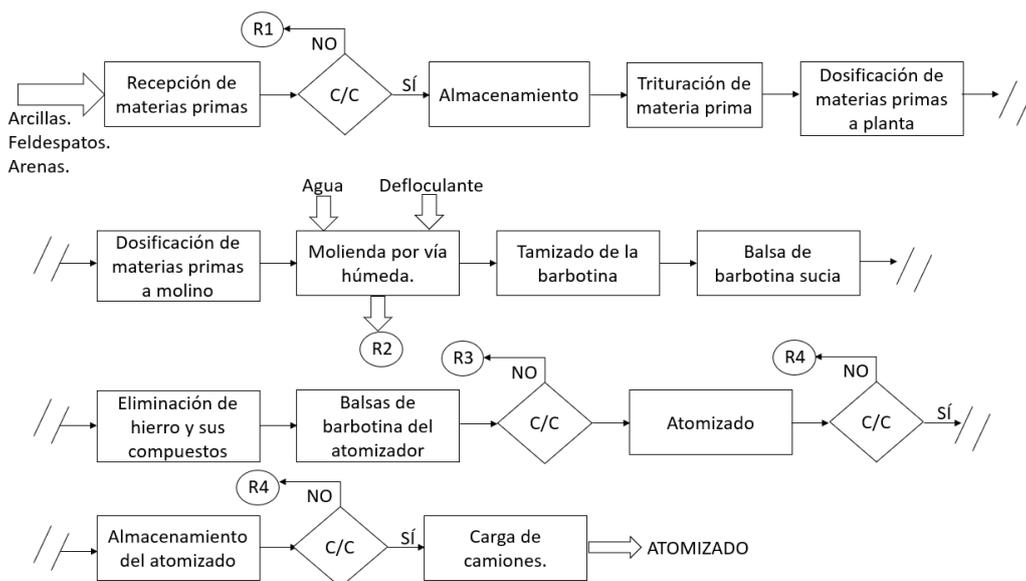
El atomizado de porcelánico oscuro se trata de un polvo de prensa utilizado para la fabricación de baldosas de gres oscuro. Este atomizado está compuesto por arcillas blancas, que no contengan carbonatos en su composición, caolín, feldespatos y arenas feldespáticas (Dávila, 2017).

Este estudio surge debido a que en los últimos meses se han detectado una serie de problemas. El primero proviene del aumento de producción realizado en el periodo 2020-2021, cuando se duplicó la fabricación de BPO, introduciendo una nueva línea de atomización. Este aumento hizo que se necesitará almacenar más cantidad de materia prima, quedándose así el almacén actual obsoleto. El segundo problema se encuentra en las cintas pesadoras, las cuales no funcionan correctamente y en ocasiones generan problemas de dosificación de las materias primas, pudiendo así no mezclar en las proporciones adecuadas los diferentes componentes, terminando en un producto final, el cual no pase los controles de calidad.

1.1. Proceso de fabricación de atomizados/ polvos de prensa

La fabricación de atomizado consta de las etapas que se muestran en el siguiente diagrama de bloques de la figura 1.

Figura 1: Diagrama de bloques del proceso de producción de atomizado



La materia prima (arcillas, feldespatos y arenas) llega a la fábrica registrándose en la báscula de entrada y descargándose en el granero correspondiente. A continuación, se realiza un control de calidad de la materia prima, mediante la cual se verifica si la reología

del material recibido es la correcta. Después se procede al almacenamiento de la materia prima. En los graneros se almacenan en acopios las siguientes materias primas: arcillas blancas, feldespatos, caolín, vidrio triturado y triturado de baldosas no cocidas. Dependiendo del material en cuestión, el acopio puede ser de entre 1500-5000 toneladas y la altura de estos acopios varía entre 3 y 4.5 metros de altura. Para realizar los acopios se necesitan palas cargadoras.

Posteriormente se procede a la trituración de la materia prima. Por ello, los materiales han de pasar por una molienda primaria mediante un triturador de mandíbulas. Mediante una serie de cintas transportadoras, el material triturado llega a su silo.

Después se procede a la dosificación de materia prima a planta mediante cintas pesadoras. Esta etapa es controlada por autómatas y es donde se realiza la primera formulación del producto final.

La sexta etapa del proceso es la dosificación a molino. En esta etapa se realiza la segunda formulación en la cual se mezcla las arcillas con los feldespatos y las arenas. Las cintas pesadoras conectadas a los silos de los materiales pesan y dosifican a una cinta colectora el material. En esta cinta se tiene un imán mediante el cual se elimina hierro.

La séptima etapa se trata de la molienda por vía húmeda. En esta etapa se mezcla la parte sólida con el agua y el defloculante, creando la barbotina, una suspensión homogénea. Después se tamiza la barbotina con el fin de eliminar partículas de diámetro superior de 138 micras mediante una serie de vibrotamices. Esto se realiza con el fin de que las boquillas del atomizador no se obstruyan. Después, se procede a la eliminación de hierro de la barbotina que no se ha podido eliminar antes de la entrada a molino. Este procedimiento se realiza mediante una serie de desferrizadores. Posteriormente se realiza un control de calidad de la barbotina. Se coge una muestra al día de cada una de las líneas de producción y se controlan los parámetros de densidad, viscosidad, contenido en sólido y rechazo a 63 micras de 100 cm³. A continuación se procede al atomizado. Este proceso se trata de un secado rápido de la barbotina con una corriente de aire a 600°C. Esta operación se realiza en contracorriente. Como resultado de esta operación se obtiene el producto de atomizado. Se realiza un control de calidad al atomizado y se procede a su almacenamiento en silos hasta su carga en camiones para expedición.

2. Objetivos

El objetivo general de este estudio es mejorar el proceso productivo de la empresa tras el aumento de producción que han sufrido estos últimos años, concretamente en las etapas de almacenamiento, dosificación de materia prima a planta y dosificación de materia prima a molino.

Para lograr el objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Identificación de los problemas en las etapas de almacenamiento, dosificación de material a planta y dosificación de material a molino.
- Análisis y evaluación de los problemas identificados.
- Propuestas de mejora y priorización de las medidas a tomar para la puesta en conformidad de los problemas detectados.

3. Metodología

3.1. Identificación de los problemas en las etapas de almacenamiento, dosificación de materia prima a planta y dosificación a molino

Para la identificación de los problemas, se procede a realizar:

- Visitas a las instalaciones de las etapas problemáticas.
- Entrevistas estructuradas a los operarios que se encuentran en estas etapas.
- Ensayos de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio son los que realiza la empresa para controlar la materia prima que llega a fábrica y en la etapa de control de atomizado en el proceso.

Los ensayos realizados se clasifican en ensayos químicos y ensayos físicos.

Los ensayos químicos, que tienen como fin determinar la composición de la muestra son:

- Análisis químico: Mediante fluorescencia de rayos X a una probeta generada con una muestra del material, se determinan el porcentaje de cada uno de los componentes químicos que la componen.
- Carbonatos y carbonatos de rechazo: Mediante la siguiente reacción, se mide el CO₂ que se desprende para poder determinar de forma indirecta la cantidad de carbonatos de la muestra.



El cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$Carbonatos(\%) = \frac{K \cdot Vol_{CO_2}(ml)}{M_{muestra}(g)} \quad (1)$$

- Perdidas por calcinación: determina la cantidad de material que se pierde durante el proceso de cocción. Se pesa la probeta antes y después de la cocción de esta y mediante la siguiente expresión se determina la pérdida de masa en la cocción.

$$PC(\%) = \frac{w_s(g) - w_c(g)}{w_s(g)} \cdot 100 \quad (2)$$

Siendo w_s la masa de la probeta antes de la cocción y w_c la masa después de la cocción.

Los ensayos físicos, que tienen como fin determinar la reología de la muestra son (Galindo Renau, 2018):

- Rechazo a 63 micras: Mediante un tamiz de 63 micras se calcula el porcentaje de material que tiene un tamaño superior al tamaño de luz del tamiz. La expresión para determinar este parámetro es el siguiente:

$$R(\%) = (w_T(g) - w_P(g)) \quad (3)$$

Siendo w_T la masa del rechazo y del recipiente y w_P la masa del recipiente.

- Contracción lineal: Disminución de la longitud de la probeta con respecto a la longitud inicial tras el proceso de cocción expresado en porcentaje. Este parámetro es necesario para saber la disminución del tamaño que sufre la baldosa prensada tras ser cocida. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$CL(\%) = \frac{L_0(mm) - L_f(mm)}{L_0(mm)} \cdot 100 \quad (4)$$

Siendo L_0 la longitud antes de la cocción y L_f la longitud de la probeta tras la cocción.

- Absorción de agua: Mediante este ensayo se determina de forma indirecta la porosidad de la pieza. Para determinar la cantidad de agua absorbida se utiliza la siguiente expresión:

$$AA(\%) = \frac{w_H(g) - w_s(g)}{w_s(g)} \cdot 100 \quad (5)$$

Siendo AA la absorción de agua y w_H el peso de la probeta impregnada con agua.

Por otra parte, para la identificación de los errores de medida de las cintas pesadoras, se identifican mediante la siguiente expresión:

$$Error(\%) = \frac{Peso\ real - Peso\ controlador}{peso\ real} \cdot 100 \quad (6)$$

Siendo el peso real el obtenido en una báscula estática y el peso controlador el valor obtenido de la cinta pesadora. Si el error es encuentra fuera de intervalo $\pm 2\%$, se considera que la cinta no va bien y es necesario calibrar el equipo.

3.2. Análisis y evaluación de los problemas identificados

La evaluación de cada uno de los problemas identificados consistirá en ver en qué grado afectan o pueden llegar a afectar en el proceso de fabricación y en la calidad del producto final cada uno de ellos. Para conseguir este objetivo específico, se realizarán las siguientes actividades:

- Comparación de los resultados obtenidos respecto del histórico obtenidos en el laboratorio.
- Suposición de diferentes escenarios en los que se puede encontrar la empresa y se evaluará como afecta cada uno de estos problemas en las diferentes situaciones.

3.3. Propuestas de mejora y priorización

Se propondrán una serie de mejoras para evitar que las características del producto final, el atomizado, se vean perjudicadas a causa de las deficiencias de las etapas del proceso.

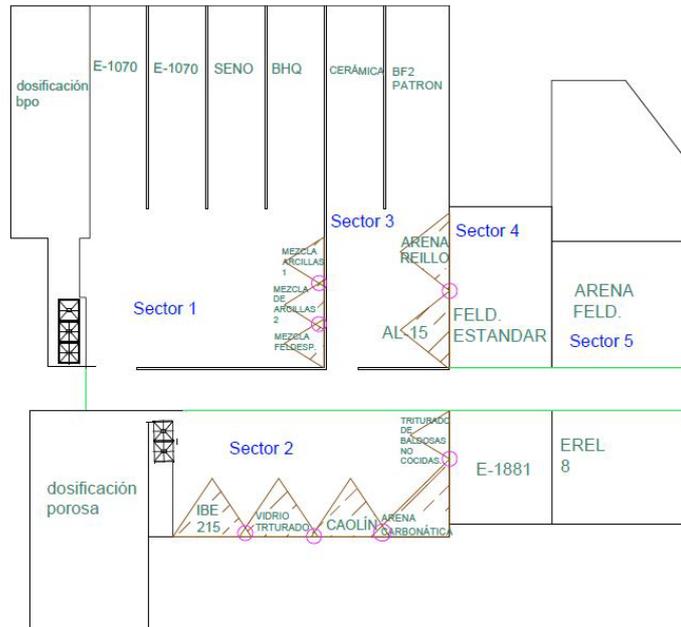
4. Resultados

En este apartado se van a explicar cada uno de los problemas detectados y se va a proponer una serie de soluciones para estos.

4.1. Etapa de almacenamiento

El almacén actual de la empresa (granero) se muestra en la figura 2.

Figura 2: Distribución del granero actual

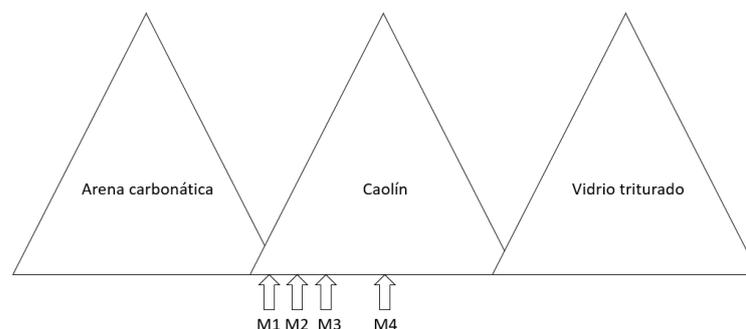


Se observa que los acopios de las materias primas entran en contacto entre sí contaminando los materiales almacenados. Esta contaminación si es grave puede modificar la composición del producto final, impidiendo que supere los controles de calidad.

Para estudiar cómo influye este contacto en las características de la materia prima se decidió realizar los ensayos mencionados con anterioridad a cinco muestras del acopio de caolín, cuya ubicación se muestra en la figura 3:

- M0: Muestra del camión
- M1: Muestra en la zona de contacto entre acopios.
- M2: Muestra a 30 cm de la zona del contacto.
- M3: Muestra a 60 cm de la zona de contacto.
- M4: Muestra de la zona central del acopio.

Figura 3: Croquis de los puntos de recogida de las muestras



La tabla 1 muestra los resultados del análisis químico:

Tabla 1: Resultados del análisis químico de las muestras

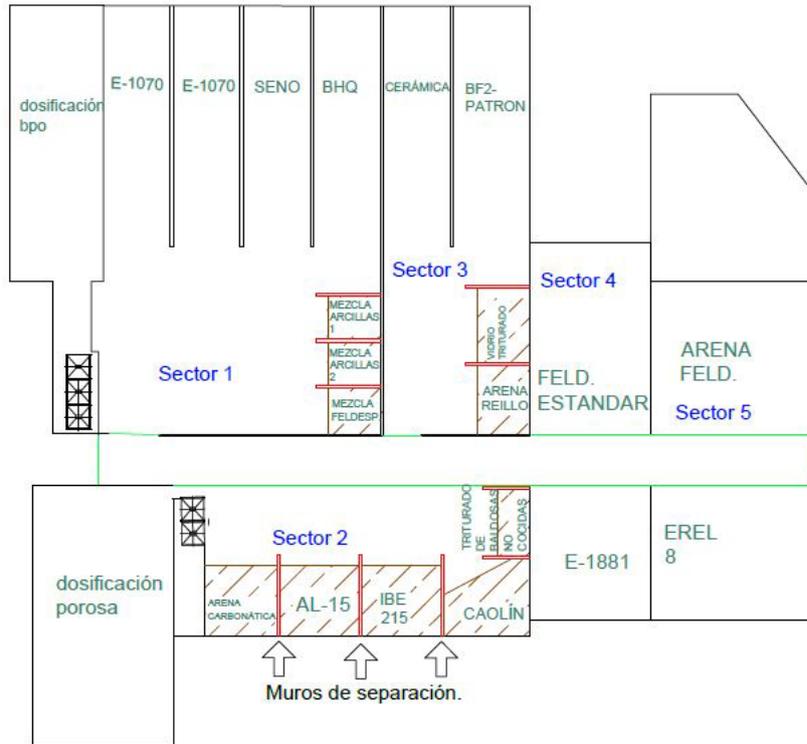
	Muestra camión (M0)	Muestra del borde del acopio (M1)	Muestra a 30 cm del borde del acopio (M2)	Muestra a 60 cm del borde del acopio (M3)	Muestra del centro de acopio (M4)	Rango de valores histórico del 2021
SiO ₂ (%)	59,10	58,20	59,80	59,80	58,80	55,00-63,00
Al ₂ O ₃ (%)	29,10	27,70	26,60	27,20	28,60	26,00-32,00
Fe ₂ O ₃ (%)	0,60	0,60	0,61	0,61	0,66	0,55-0,70
CaO (%)	0,20	1,70	1,28	0,65	0,21	0,15-0,30
MgO (%)	0,19	0,19	0,17	0,17	0,28	0,08-0,20
Na ₂ O (%)	0,05	0,06	0,07	0,07	0,05	0,05-0,10
K ₂ O (%)	0,74	0,72	0,8	0,8	0,74	0,70-0,95
TiO ₂ (%)	0,25	0,26	0,27	0,27	0,25	0,24-0,28
P ₂ O ₅ (%)	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08	0,06-0,09
PPC (1000°C) (%)	9,72	10,77	10,09	9,98	10,41	9,50-10,50

Se observa que hasta 60 cm del borde del acopio (muestras M1, M2 y M3) hay presencia de óxido de calcio en el caolín por encima del valor esperado, lo que demuestra la contaminación de materias primas entre acopios en contacto, en este caso procedente de la arena carbonática que se encuentra próxima.

La presencia de arena carbonática en el caolín, influye en la reología de la materia prima. En concreto afecta a la contracción lineal de la muestra, ya que las muestras contaminadas contraen menos que las no contaminadas. Esto es debido a que la muestra presenta una mayor porosidad debido a que los carbonatos se transforman en CO₂ durante el proceso de cocción, por lo que mayor presencia de carbonatos implica mayor liberación de CO₂ gaseoso, que se libera dejando huecos en la pieza, impidiendo su contracción. Este aumento de porosidad provoca mayor absorción de agua. Además, afecta al resultado del rechazo a 63 micras que es mayor al ser de mayor tamaño la arena que el caolín y al resultado de las pérdidas por calcinación (PPC), ya que, al aumentar su porosidad, se pierde mayor cantidad de masa durante el ensayo.

Se propone una redistribución del granero e introducir muros de separación entre acopios para solucionar el problema. La redistribución propuesta tiene en cuenta que se sitúen cerca del triturador aquellas materias primas que están en mayor proporción en el material y la introducción de muros para separar los acopios. La distribución resultante se muestra en la figura 4.

Figura 4: Distribución del granero propuesto



Los muros de separación se conforman mediante bloques de hormigón armado prefabricado en forma de T invertida. Las dimensiones de cada bloque han de ser de 4 metros de altura, de un metro de profundidad y de un espesor aproximado de la pared de 0.5 metros. La longitud de cada muro será un metro más que la longitud del acopio.

4.2. Etapa de dosificación de materia prima a planta

En la tabla 2 y 3 se muestran los partes de calibración, de las líneas de porosa y de las instalaciones para el BPO. Se señalan en verde aquellos valores que se encuentran dentro del intervalo de error admisible.

Tabla 2: Parte de calibración de la línea de porosa blanca

Cinta de pesaje	B1	B2		B3	B4	B5		B6		B7
	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arcilla	Arena	Arena	Arena	Arena	Arena
Repetición de la tarea	P1	P1	P2	P1	P1	P1	P2	P1	P2	P1
Error % (28/03/21)	4,0	-0,7	-	-2,0	10	-7,0	-	18,0	17,4	24,0
Error % (07/05/21)	5,2	29,0	2,3	3,1	0,4	3,4	-	2,7	-	0,2
Error % (27/05/21)	4,1	10	-	3,4	8,7	2,1	2,4	4,3	-	4,2

Tabla 3: Parte de calibración de básculas de la línea de BPO

Cinta de pesaje	B1 Arcilla	B2 Arcilla	B3 Arcilla	B4 Arcilla	B5 Acilla	B6 Arena	B7 Arena	B8 Arena
Repetición de la tarea	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
Error % (01/05/21)	3,3	0,4	3,1	5,2	7,5	0,5	2,4	1,5
Error % (07/05/21)	0,6	4,2	0,2	1,3	6,0	1,0	0,7	16
Error % (13/05/21)	0,1	0,9	0,7	1,6	-	-	1,1	-15,0

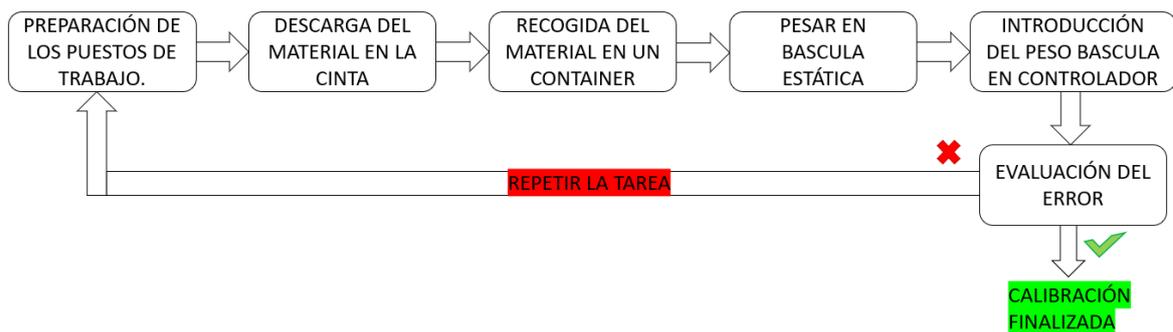
Como se puede observar en la tabla, en la línea de porosa blanca, la mayoría de las calibraciones tiene un error fuera del rango válido ($\pm 2\%$). Además, aunque se observa que las cintas no estaban funcionando correctamente, no se hace una segunda calibración a la cinta que funcionaba mal para comprobar que ya se ha corregido el error, por lo que persiste el error.

Problema 1:

El primer problema detectado en esta etapa es la incorrecta ejecución de la tarea de calibración.

Para eliminar este problema propone el procedimiento de calibración que se muestra en la Figura 5.

Figura 5: Proceso de calibración



Los pasos a seguir en este proceso son los siguientes:

Asegurarse que la cinta que se va a calibrar se encuentre vacía de material y todos los dispositivos y personal se encuentre en sus posiciones. Después, se abre el silo, dejando que la cinta pese una cantidad de material que se encuentre entre 500-750 kg en un contenedor, el cual se lleva a la báscula estática, previamente tarada, y se apunta en el parte de control el peso real. Este dato se introduce en el controlador y se apunta en el parte el peso medido por el controlador, el error entre ambas medidas, el factor de corrección viejo y el factor de corrección nuevo.

Si el error fuera superior al 2%, se ha de realizar dos veces más el proceso de calibración, para verificar que el error de medida es inferior a este 2%, verificando así el correcto funcionamiento de la cinta. Si tras dos calibraciones no se disminuye el error, o se tiene una variación ilógica del error de medida, se ha de revisar toda la línea de pesaje en busca del problema. Una vez encontrado el problema, se comunica para que se solucione y después se vuelve a calibrar. Cualquier problema o anomalía observada en la realización de esta tarea, se ha de apuntar en el parte de control, en la casilla de observaciones.

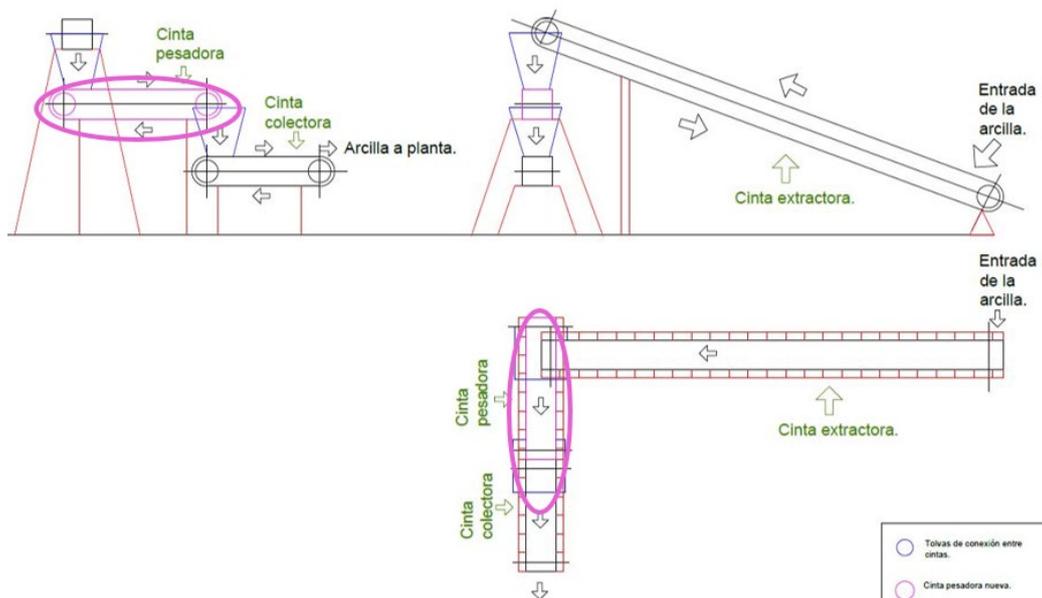
También se propone que la organización establezca un calendario de calibración para ambas líneas de producción para asegurar el buen funcionamiento de las cintas. La tarea de calibración se ha de hacer de 1 a 2 veces por semana.

Problema 2:

El segundo problema detectado se encuentra en las cintas de pesaje de arcilla que alimentan a las líneas de producción de atomizado de porosa blanca. Las cintas largas tienen un problema de funcionamiento ya que, a causa de esa inclinación, los aglomerados de arcillas que se encuentran en la parte superior de las mantas de los materiales que transportan estas cintas ruedan hacia atrás y son pesados varias veces.

Para abordar este problema, se propone introducir una cinta en horizontal entre cada cinta inclinada y la cinta colectora, convirtiendo así las actuales cintas pesadoras de los silos de arcillas en cintas extractoras, las cuales tendrán como única función el transportar el material desde la boca del silo de almacenamiento hasta la siguiente cinta. A continuación, se muestra en la figura 6 un plano del sistema propuesto, en el cual las cintas rodeadas en rosa son las nuevas cintas pesadoras introducidas.

Figura 6: Nuevo sistema de pesaje de arcilla

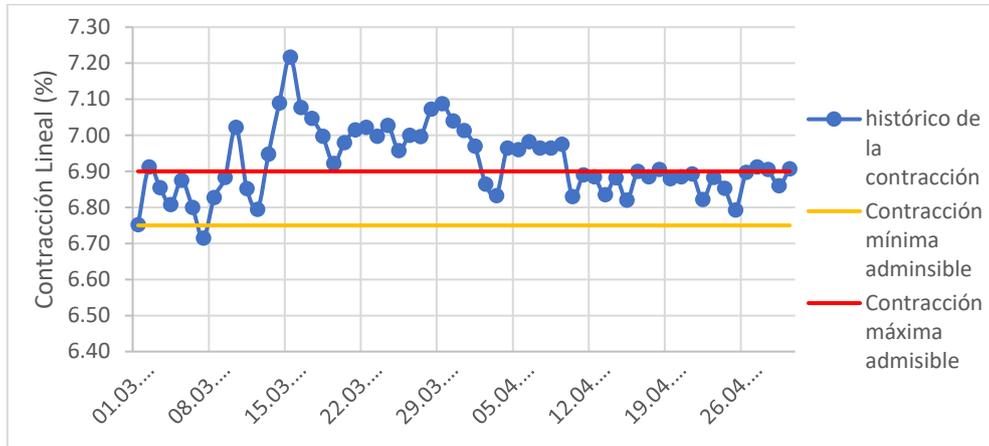


4.3. Etapa de dosificación de materia prima a molino

Tras revisar el histórico de datos control de calidad de la producción, se observó que en la línea de producción del atomizador 5, el cual fabrica atomizado de BPO, durante el mes de marzo hubo una subida repentina en el parámetro de la contracción lineal, superando el límite superior establecido por la empresa. Esto es un problema ya que las baldosas que se realicen con este atomizado tendrán unas dimensiones inferiores a las que deberían tener según sus especificaciones. En la figura 7 se muestra el valor medio diario de la

contracción lineal de los meses de marzo y abril del año 2021, los cuales se vieron afectados por esta subida.

Figura 7: Evolución de la contracción lineal en los meses de marzo y abril.



Para solucionar este error, la empresa fue modificando la fórmula para realizar el atomizado. Esta actuación se ve reflejada en la figura 7, en cada bajada de contracción que hay en el gráfico, era cuando se actuaba sobre la fórmula, pero como se puede ver, al poco tiempo volvía a subir esa contracción. Sin embargo, al no obtener los resultados esperados, se decidió calibrar las cintas de pesaje que dominan esta etapa y se observó que la cinta 5 de dosificación a molino daba valores incoherentes. Los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 2: Parte de calibración de báscula del silo de arcilla, cinta 5

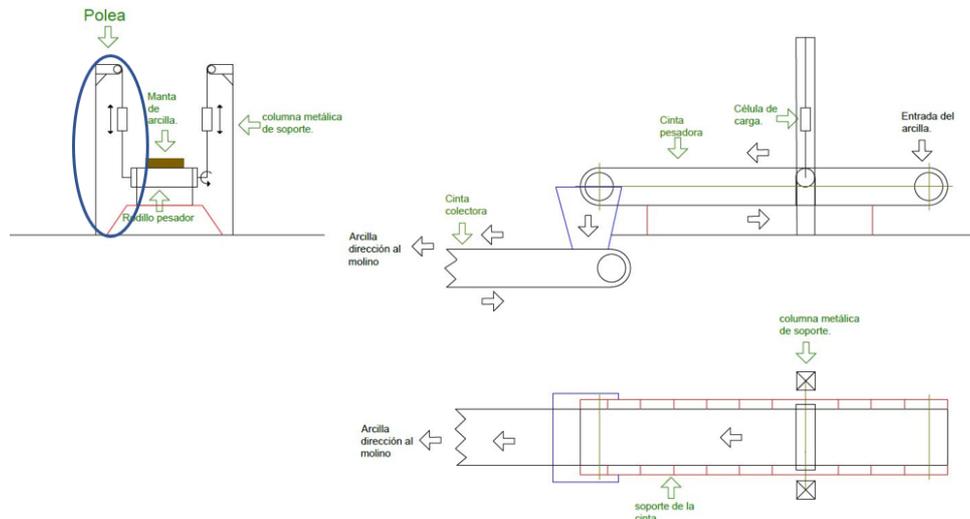
Repetición de la tarea	P1	P2	P3	P4	P5
Error (%)	-16,0	2,5	-10,0	9,5	0,5

Estos errores, que no convergen en un valor de por si, son debidos a que debajo de la célula de carga existía una piedra alojada en la parte que se le aplica una fuerza en cizallamiento para que el cuerpo de la célula flexione y pueda medir. Al encontrarse esta piedra en esa posición, no dejaba que esa parte bajara y no podía medir correctamente.

El sistema actual, trabaja con la células conectadas al rodillo. Estos dispositivos de medida se encuentran debajo de los extremos del rodillo pesador. Cuando pasa la manta de material, este rodillo se mueve hacia abajo, haciendo flexionar a la células para que midan. Esta forma de trabajo de la cinta hace que, si se queda una piedra enganchada, esta célula quede inmovilizada y no pueda medir.

Ante este problema se propone el sistema de funcionamiento de la figura 8.

Figura 8: Sistema de medida de tracción



El sistema que se propone es que las células de carga se sitúen encima de la cinta. Estas cintas se encuentran colgadas en posición vertical mediante unos cables metálicos. La célula se encontrará encerrada y los extremos de la célula serán situados mediante un dispositivo que sitúe bien la célula sin dañarla.

El cable que hace que la célula de carga se encuentre colgando está conectada a una polea; y esta polea se encuentra empotrada en una columna metálica. El otro cable que conecta con la célula se encuentra unido al extremo del rodillo pesador.

5. Conclusiones

La empresa objeto de estudio se dedica a la fabricación de polvos de prensa para el conformado de baldosas cerámicas. Para la empresa es muy importante la calidad del atomizado, para que el cliente no retorne el camión del producto vendido y así se puedan realizar las baldosas.

Tras la realización del presente trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones, las cuales se encuentran en la siguiente lista:

- Los principales problemas detectados son: Deficiente forma de almacenar el material acopiado, equipo obsoleto para la etapa de pesaje y dosificación de materia prima a planta en la línea de producción de porosa, inadecuada gestión y realización del trabajo en el control de las cintas de pesaje de la etapa anteriormente mencionada; y las células de carga de todas las cintas de pesaje se encuentran desprotegidas ante las condiciones en las que se encuentra trabajando.
- Para solucionar el problema actual en el almacén, es necesario realizar la redistribución de los acopios y el seccionamiento del almacén evitando así la contaminación dentro del granero.
- Para eliminar el problema del deficiente control de las cintas pesadoras de la etapa pesaje y dosificación de materia prima a planta, es necesario que se realice correctamente la tarea de calibración con una frecuencia semanal.
- Para solucionar el problema del incorrecto funcionamiento I de las cintas pesadoras de material arcilloso de la línea de porosa blanca, se recomienda introducir una

tercera cinta, la cual será la pesadora. Con esta propuesta no se tiene condicionada el espesor de la manta del material.

- Es necesario cambiar las células de carga actuales de las cintas pesadoras por las propuestas para así evitar el problema de la acumulación de polvo en el dispositivo.
- Para evitar los problemas de la acumulación de polvo detrás de la célula de carga y la obstrucción de esta por algún sólido que se deposite entre la placa metálica y la célula, es necesario cambiar el sistema de transmisión de peso a la célula actual por el propuesto.

Se recomienda que, tras la aplicación de las medidas seleccionadas, se realice un seguimiento de cómo afectan cada una de las medidas en el trabajo de los operarios, en la calidad del producto final y en la de la materia prima almacenada.

6. Bibliografía

Dávila, J. M. (noviembre de 2017). *Planta de preparación de polvo de prensas para la fabricación de platos de porcelana*. Obtenido de http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/173213/TFG_2017_Gonzalez_Davila_JoseManuel.pdf;jsessionid=9AB8D98E3E0D0ED0166025398F6769FB?sequence=1

Galindo Renau, R. (2018). *Prensas, moldes y prensado en la fabricación de baldosas cerámicas* (2ª Edición ed.). Marcel S.L.

Robalino, J. P. (2009). *Optimización del proceso de atomización en la producción de azulejos*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/241/1/96T00108.pdf>

**Comunicación alineada con los
Objetivos de Desarrollo
Sostenible**

