

# **Ponencia 104 – C1**

## **DESARROLLO DEL MODELO DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO Y DEL PROCESO PRODUCTIVO DE BALDOSAS CERÁMICAS**

**Autores:**

**Douglas Dias Triana Vargas**

**Dr. Cláudio Rodrigues**

Organismo: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

País: Brasil

Palabras clave: Calidad, Gestión, Producto, Proceso

### **Resumen**

La industria brasileña de baldosas cerámicas ha crecido de forma continua durante muchos años, consolidándose en el mercado interior y una colocación separada en nivel internacional. En 2006, la industria brasileña produjo 594.2 millones de metros cuadrados de baldosas cerámicas y el Brasil se convirtió en el tercer fabricante mundial más grande, detrás de China y de España. Las exportaciones brasileñas habían estado de 114 millones de metros cuadrados, en 2006, y el Brasil era el cuarto de exportación más grande, detrás de China, España e Italia.

Las baldosas cerámicas manufacturadas y comercializadas en el Brasil necesitan cumplir la norma técnica brasileña NBR 13818 que está basada en las normas técnicas ISO 13006 e ISO 10545. Los productos destinados para la exportación necesitan cumplir de los requisitos de las técnicas de las normas de los países a los cuales se están exportando. En la América del Norte las baldosas cerámicas deben estar de acuerdo con las normas del ASTM y en la Comunidad Europea con la norma EN 14411.

La certificación de la calidad del producto se utiliza para certificar que las baldosas cerámicas están cumpliendo con las especificaciones de las normas técnicas. En el Brasil, cerca de cincuenta por ciento de la producción de baldosas cerámicas poseen la certificación de acuerdo con la norma técnica NBR 13818 por el Centro Cerámico do Brasil - CCB. Más allá de la certificación del producto, algunas compañías poseen la certificación del sistema de la gerencia de la calidad de la norma ISO 9001.

Las compañías brasileñas hacen uso de materias primas de buena calidad, poseen equipos modernos y utilizan la tecnología avanzada para la fabricación de las baldosas cerámicas. Sin embargo, existen compañías que no poseen sistemas adecuados implantados para la gestión de la calidad y, en estos casos, los productos manufacturados pueden tener la calidad inestable y estar en desacuerdo con las especificaciones de las normas técnicas.

El objetivo del presente trabajo ha sido desarrollar un modelo en la gerencia de la calidad para el producto y el proceso productivo, de una manera tal que las baldosas cerámicas manufacturadas puedan satisfacer con las especificaciones de las normas técnicas para la comercialización en el mercado brasileño y los mercados a donde se exportan. Este estudio fue hecho para identificar que son los parámetros principales que intervienen con la calidad y que deben ser controlados en el momento de la recepción de las materias primas, en el proceso productivo y el producto, de modo que las baldosas cerámicas manufacturadas en el Brasil guarden la estabilidad de la calidad y satisfacer con las especificaciones establecidas con las normas técnicas.

### **1.INTRODUCCIÓN**

La baldosa cerámica es uno de los elementos usados como material de acabado superficial en la construcción civil, en virtud de sus características estéticas, la resistencia y la durabilidad. Para satisfacer las necesidades del consumidor final, la baldosa cerámica necesita tener calidad y diversas acciones se han hecho para que la industria alcance la calidad en el Brasil.

Las baldosas cerámicas vendidas al mercado deben tener características de acuerdo con las especificaciones definidas en las normas técnicas. Siendo así, cada compañía necesita determinar los valores y las tolerancias de las variables del proceso productivo, de acuerdo con sus condiciones del trabajo y a llevar con los ajustes de la manera continua de modo que los productos manufacturados alcancen y mantengan la calidad especificada a través del tiempo.

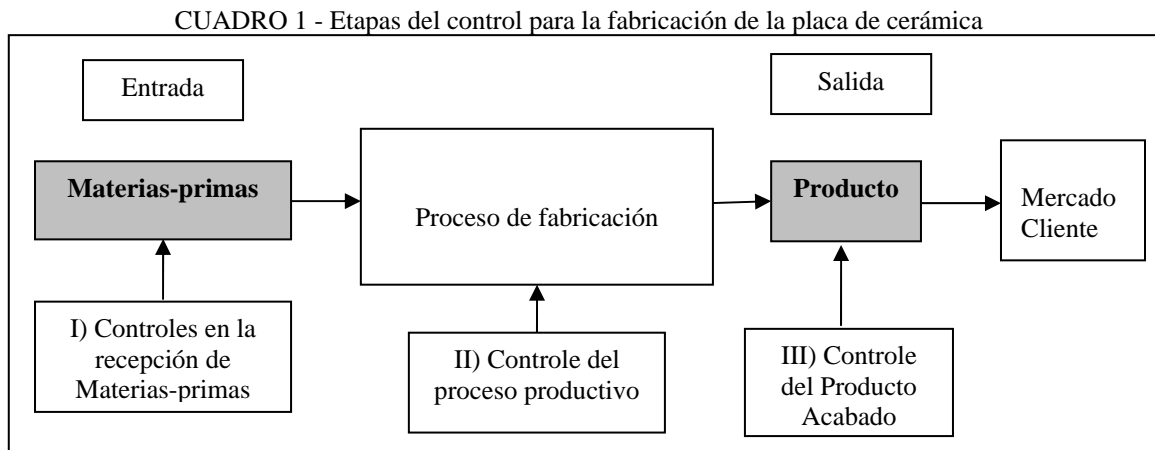
Los controles de materias primas y del proceso de la fabricación de las baldosas cerámicas pueden implicar pruebas simples y baratas, hasta la más sofisticado y costoso. Sin embargo, el más importante es analizar los datos proveídos y las acciones que se toman en base de los resultados generados por los controles. El modelo de la gestión de la calidad en este trabajo describe los parámetros principales que intervienen con la calidad de la baldosa cerámica y que deben ser controlados en el acto de la recepción de las materias primas, en el proceso productivo y el producto, de modo que los productos satisfagan con las especificaciones establecidas en las norma técnicas y mejoren la calidad continuamente.

## 2 - METODOLOGÍA

### 2.1 Desarrollo del modelo de gestión

El modelo de gestión considerado para la fabricación de la baldosa cerámica se basa en el control de la materia prima, el control del proceso y el control del producto final para garantizar que el cliente recibe un producto que lleve cuidado de las especificaciones técnicas y al mismo tiempo lo satisfaga. Por otra parte, la compañía debe establecer actividades después de la venta para identificar y para corregir los problemas de la calidad que llegan el mercado.

El CUADRO 1 describe las etapas en las cuales los controles deben ser ejecutados durante la fabricación de la baldosa cerámica.

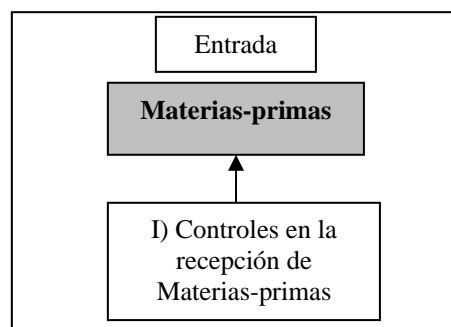


#### 2.1.1 Control en la recepción de materias primas

Las materias primas se utilizan para la fabricación de la baldosa cerámica e intervienen directamente con la calidad del producto final. Las especificaciones técnicas de cada materia prima, los criterios de la aceptación y el rechazamiento deben ser definidos y ser colocados. Cuando las materias primas son recibidas debe tener un control para verificar y asegurar que la entrega fuera hecha de acuerdo con los requisitos especificados.

Las materias primas se deben identificar en el acto de la recepción para determinar el estado de la inspección: aprobado o desaprobado. En la recepción de la materia prima los controles se deben llevar antes de que pasen a ser utilizadas en la fabricación de la baldosa cerámica (CUADRO 2).

**CUADRO 2 - Control en el acto de la recepción de la materia prima**



En la recepción de materias-primas para la fabricación de la masa los controles se deben hacer para garantizar las características del cuerpo, como por ejemplo, la resistencia mecánica a verde y después de la

cocción y las dimensiones de la placa. El método de preparación de la masa va a intervenir con la cantidad de controles. En la preparación de la masa por el proceso de la vía seca pocos son argilas usados, a veces, solamente uno (TABLA 1).

TABLA 1 - Controles de la recepción de materias primas arcillosas

| Etapa  | Controle                             |
|--|--------------------------------------|
| Recepción de materias primas para la fabricación da masa | Humedad                              |
|  | Granulometria                        |
|  | Cantidad de calcáreo por calcimetria |
|  | Color a verde                        |
|  | Resistencia mecánica a verde húmeda  |
|  | Resistencia mecánica a verde seca    |
|  | Resistencia mecánica quemada         |
|  | Absorción de agua                    |
|  | Pérdida al fuego                     |
|  | Contracción después de secarse       |
|  | Contracción después de cocción       |
|  | Expansión por humedad                |
|  | Color después de cocción             |
|  | Dilatación térmica linear            |
| Densidad aparente  |                                      |

En la preparación de la masa para el proceso de la manera húmeda se utiliza una mezcla arcillosa de la materia prima (TABLA 2) y no arcilloso en su composición como filito, talco, el cuarzo y feldspato.

TABLA 2 - Controles de la recepción de materias primas no arcillosas

| Etapa  | Controle                            |
|--|-------------------------------------|
| Recepción de materias primas para la fabricación da masa | Umidade                             |
|  | Granulometria                       |
|  | Color a verde                       |
|  | Resistencia mecánica a verde húmeda |
|  | Resistencia mecánica a verde seca   |
|  | Resistencia mecánica quemada        |
|  | Absorción de agua                   |
|  | Pérdida al fuego                    |
|  | Contracción después de secarse      |
|  | Contracción después de cocción      |
|  | Expansión por humedad               |
|  | Color después de cocción            |
|  | Dilatación térmica linear           |
|  | Densidad aparente                   |

En la recepción de las materias primas para la fabricación de los esmaltes (TABLA 3), los controles se deben hacer para garantizar las características de la superficie esmaltada de la placa de cerámica, como por ejemplo, la resistencia al ataque químico, el manchamento y de la resistencia a la abrasión superficial.

TABLA 3 - Controles de la recepción de materias primas para fabricación de los esmaltes e pigmentos

| Etapa                  | Controle                  |
|------------------------|---------------------------|
| Recepción de esmaltes  | Color                     |
|                        | Textura                   |
|                        | Fusibilidad               |
|                        | Transparencia             |
|                        | Brillo                    |
|                        | Dilatación térmica linear |
| Recepción de pigmentos | Color                     |
|                        | Textura                   |
|                        | Fusibilidad               |

Los análisis y los controles de la recepción de materias primas se deben de acuerdo con metodologías estandarizadas en los procedimientos que deben ser aprobados y revisados cuando tendrán alteraciones. La ejecución de los análisis y de los controles se debe hacer por el personal entrenado en los procedimientos, e los resultados deben estar disponibles para consulta cuando necesario.

Después de la ejecución de los análisis, se debe hacer la identificación de la aprobación o la reprobación de la materia prima. Cuando una materia prima es desaprobada durante la recepción, debe separarse y ser identificada para no ser utilizada.

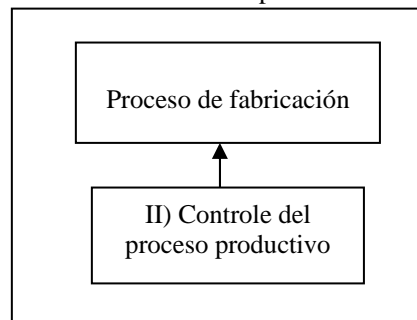
Los controles se pueden llevar en laboratorios internos o laboratorios externos especializados. Cuando la compañía tendrá laboratorios internos, el equipo y los dispositivos usados se deben calibrar por una institución acreditada.

El almacenaje de las materias primas se debe efectuar en áreas apropiadas para no dañar sus características. Las materias primas deben ser estocadas protegido contra la lluvia para prevenir las alteraciones de la humedad.

### 2.1.2 Controle del proceso productivo

Los controles efectuados durante los procesos de fabricación de la baldosa cerámica son esenciales para garantizar la calidad del producto final. Actualmente, la mayoría del equipo usado en la fabricación de la baldosa cerámica es automatizado y los controles se deben llevar durante las etapas de la fabricación (CUADRO 3).

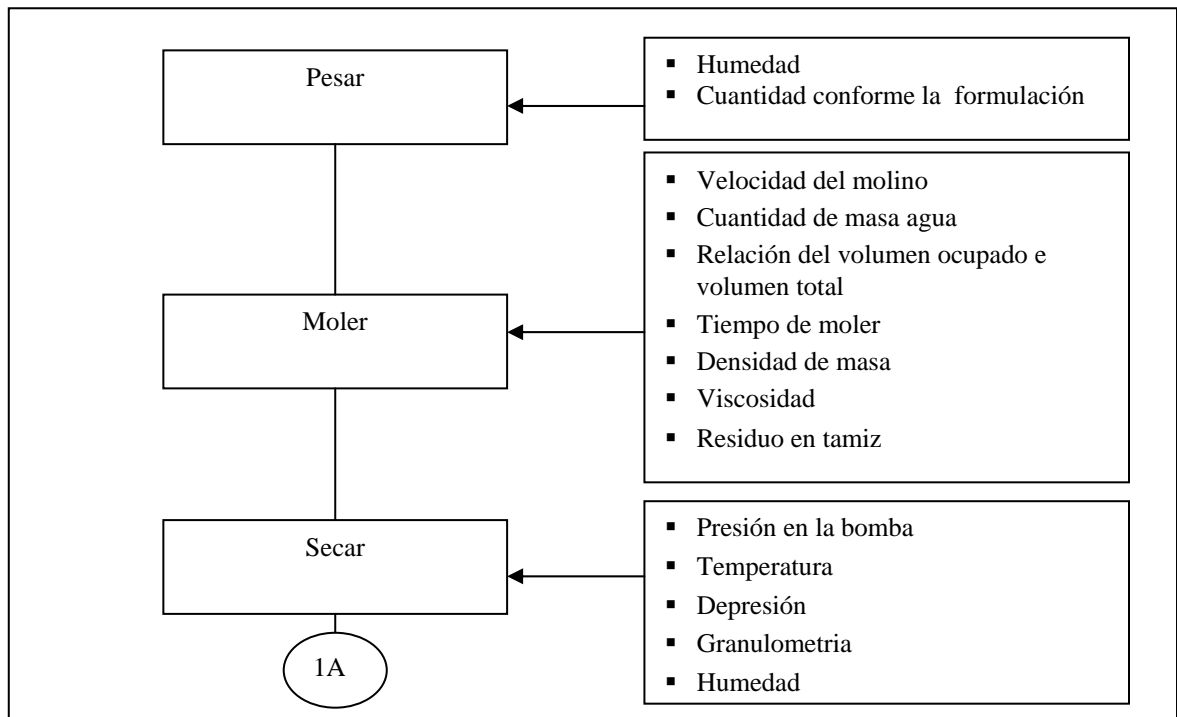
QUADRO 3 – Controle del proceso de fabricación



El proceso de fabricación de la baldosa cerámica implica, básicamente, tres etapas: preparación de la masa para la fabricación de la base, preparación de esmaltes y de tintas, y fabricación de la baldosa cerámica.

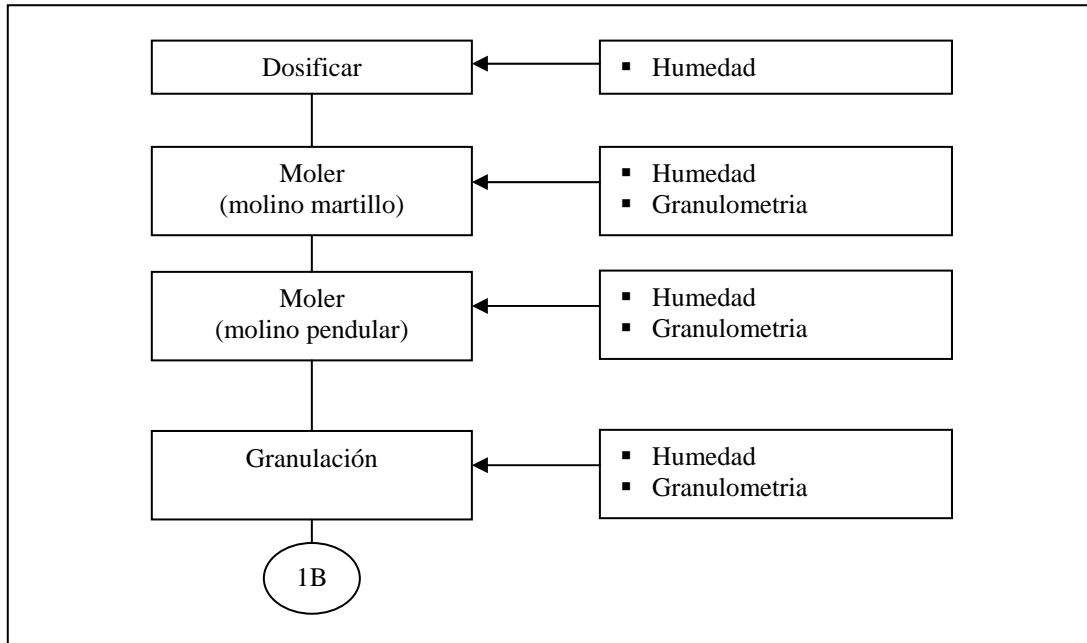
Los controles efectuados durante el proceso de preparación de la masa dependen de la tecnología de fabricación que se puede hacer por la vía húmeda (CUADRO 4) o la vía seca (CUADRO 5). Las materias primas usadas diversas deben haber sido controladas y aprobadas en la recepción, e se dosifica de acuerdo con una formulación establecida previamente. Los controles que se deben efectuar durante cada etapa de la preparación de la masa por la vía húmeda son descritos en el CUADRO 4.

QUADRO 4 - Controles en la preparación de la masa por vía húmeda



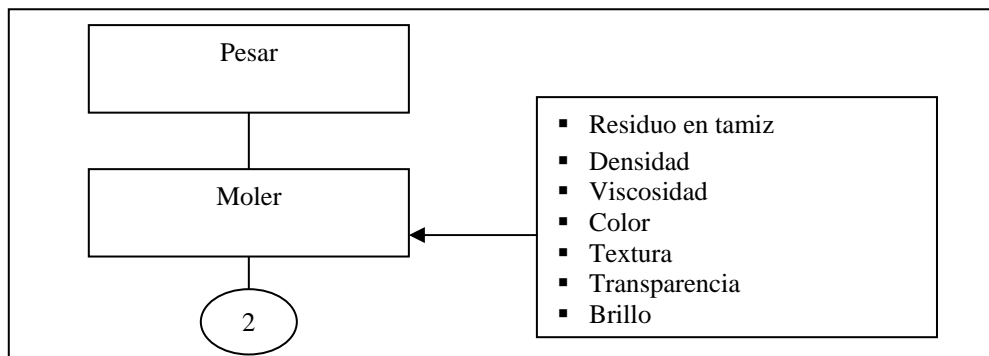
La vía seca utiliza un proceso automatizado de moler y en este proceso la arcilla o las argilas usadas se deben haber controlado y aprobado en la recepción. La dosificación se lleva de manera volumétrica. Los controles que se deben efectuar durante cada etapa de la preparación de la masa por la vía seca son descritos en el CUADRO 5.

CUADRO 5 – Controles en la preparación de la masa por vía seca



Las materias primas diversas que componen el esmalte se deben haber controlado y haber aprobado en el recepción y se dosifican de acuerdo con un formulación establecido previamente. Algunas compañías adquieren la composición, que son esmalte dosificado por los coloríficos y, en esto, la dosificación fue hecho previamente. Los controles que se deben efectuar durante cada etapa de la preparación de esmaltes son descritos en el CUADRO 6.

CUADRO 6 - Controles en la preparación de esmaltes

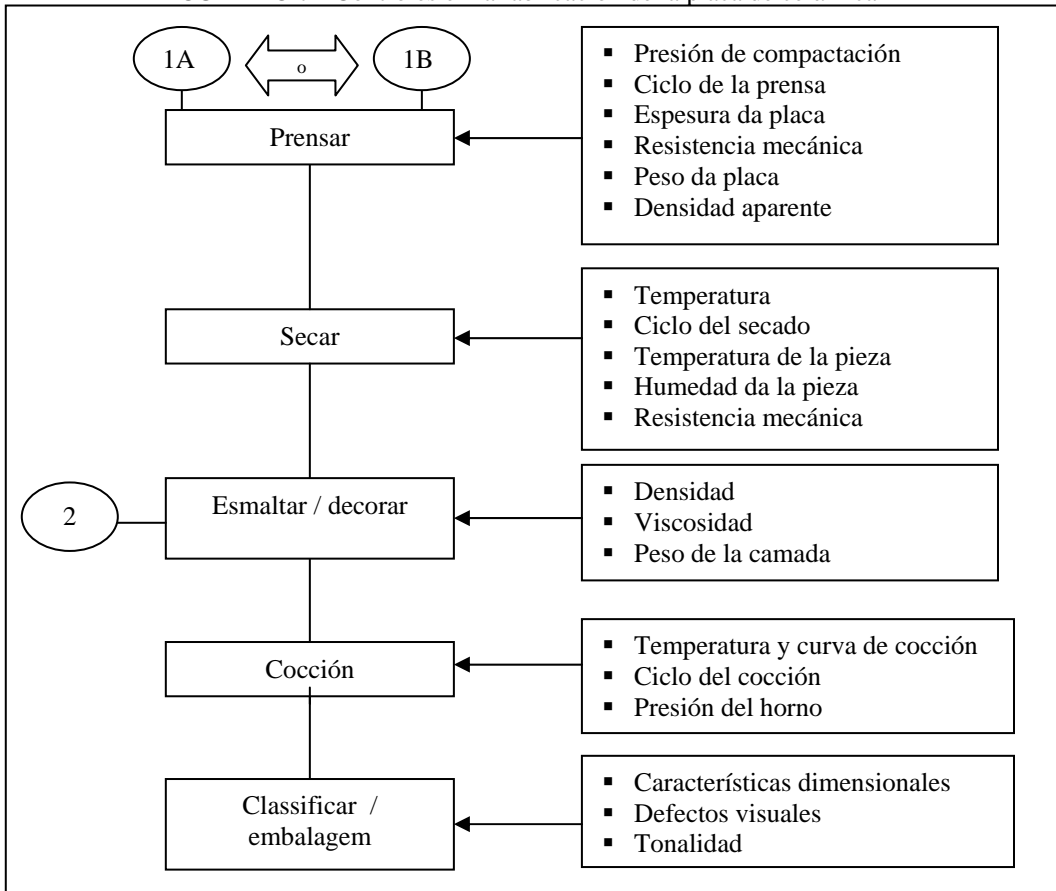


Los controles que se deben efectuar durante la fabricación de las placas son independientes de la tecnología de la preparación de la masa. La masa que se envía para la prensa se debe haber controlado y haber aprobado previamente, iguales que debe ocurrir con los esmaltes y las tintas. Esta etapa del proceso productivo de la baldosa cerámica ocurre en los equipos automatizados, esos transfieren el producto a la fase siguiente del proceso. Los controles que se deben efectuar durante cada etapa de la fabricación son descritos en el CUADRO 7.

Los análisis y los controles durante la fabricación se deben hacer de acuerdo con metodologías estandarizadas en procedimientos que deben ser aprobados y revisados cuando tendrán alteraciones. Los límites de la aceptación de cada variable controlada deben ser especificados.

La ejecución de los análisis y de los controles se debe hacer por el personal entrenado en los procedimientos. El personal que ejecuta las actividades del control en el proceso debe ser entrenado para tomar las acciones en los casos donde están los resultados de los controles afuera de los límites especificados.

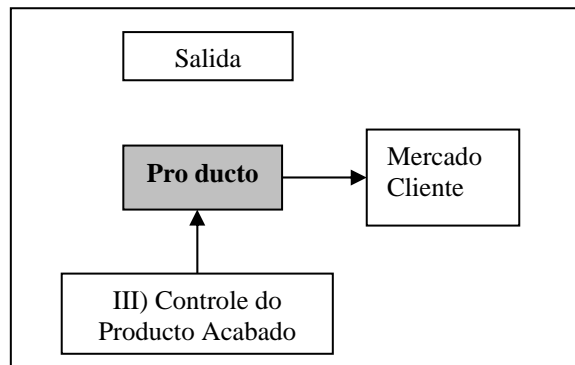
CUADRO 7 - Controles en la fabricación de la placa de cerámica



### 2.1.3 Controle do produto acabado

Después de la etapa de fabricación (CUADRO 8), se deba llevar los controles para verificar si la baldosa cerámica manufacturada está llevando cuidado de las especificaciones de las normas técnicas.

CUADRO 8 - Control del producto final



Los controles en el producto final deben ser realizados de acuerdo con las metodologías del análisis de las normas de los mercados para los cuales las baldosas cerámicas serán comercializadas.

Los análisis para la caracterización de la baldosa cerámica se pueden llevar a través de laboratorios internos, o la compañía puede contraer el servicio de los laboratorios externos especializados.

Cuando la compañía tendrá laboratorios internos, el equipo y los dispositivos usados se deben calibrar por la institución acreditada.

La compañía debe poseer un sector de control de calidad independiente del área productiva, de que ha controlado la realización de los análisis necesarios. El control de calidad debe ser responsable de las actividades que se refieren al muestreo y análisis.

Los productos que no llevar cuidado de las especificaciones establecidas deben ser desaprobados. Los productos aprobados para la venta se deben almacenar en áreas adecuadas para prevenir daños. El almacenaje se puede hacer en las vertientes cerradas, protegidas de intemperies o puede ser el cielo abierto.

El almacenaje de productos debe ser verificado periódicamente para identificar si no ocurrió deterioración de los embalajes o daño en la razón del movimiento y del transporte. En caso de daño al producto o en el embalaje, el producto debe ser segregado y ser inasequible para la comercialización. Las piezas dañadas deben ser substituidas y el producto se debe examinar otra vez, antes de estar disponible para la comercialización.

#### **2.1.4 Actividades después de la venta - demandas de clientes**

La compañía debe guardar control en las demandas de los clientes en la calidad de la baldosa cerámica. Las demandas en los productos comercializados deben ser examinadas y las causas de desvío de la calidad deben ser investigadas. Deben ser tomadas medidas apropiadas, con respecto a los productos con la desvío de la calidad y, medidas deben ser adoptadas para prevenir recaídas y para perfeccionar la calidad producida.

#### **2.1.5 Gestión la calidad**

Las actividades de la gestión de la calidad se deben implantar en la compañía y se las responsabilidades se deben definir claramente y están relacionadas con:

- control, actualización y distribución de los procedimientos.
- uso de los procedimientos como herramientas básicas para el entrenamiento de todos los empleados de la compañía.
- registros requeridos por el control de los procesos de la fabricación.
- establecimiento de una sistemática para el desarrollo de productos nuevos, validación de los controles del producto antes de lanzar del producto en el mercado.
- acompañamiento de las mejoras en el de proceso productivo y los productos.
- creación de una sistemática para desvío de la calidad, de las acciones correctivas y preventivas.
- coordinación de las auditorías internas para verificar si las actividades de la gestión de la calidad se están ejecutando de manera satisfactoria. El programa de auditoría interna se debe planear y ejecutar para detectar deficiencias en la fabricación de la baldosa cerámica y podrá recomendar las acciones correctivas y preventivas, cuando necesario.

### **2.2 Aplicación del modelo**

El uso de este modelo de la gerencia de la calidad fue llevado en cuatro compañías situadas en el estado de São Paulo, donde si concentra 63.7% de la producción brasileña de placas de cerámica en 2006.

#### **2.2.1 Evaluación inicial**

En la TABLA 5 se presenta los índices de la implantación del modelo en la evaluación inicial que fue llevada para determinar las prácticas de la gestión de la calidad en cada compañía y demostró las diferencias existentes. En compañía I, la conformidad al modelo considerado de el 88.6% fue observado, al paso que en compañía II fue conseguido 63.8%; en compañía III fue de 92.6% y en compañía IV fue de 30.2%.

La compañía III consiguió el desempeño más alto en los requisitos de la gestión de la calidad, 92.6%. Las baldosas cerámicas son producidas en esta compañía por el método de la vía húmeda y tenía el poco volumen de producción entre las cuatro compañías. De las compañías que producen las baldosas cerámicas por la vía seca, la compañía I presenté desempeño al lado de la compañía III.

Las compañías II e IV las baldosas cerámicas fabricadas por la vía seca y tenían el volumen más grande de producción. El funcionamiento de compañías II estaba del 63.8% y de compañía IV, con el funcionamiento peor conseguido 30.2%.

**TABLA 5 - Índice de la implantación del modelo de la gerencia de la calidad en la evaluación inicial**

| Evaluación inicial                                       |              | Índice       |              |              |  |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Item   | Compañía I   | Compañía II  | Compañía III | Compañía IV  |  |
| 1- Administración y informaciones generales              | <b>100%</b>  | 50,0%        | <b>100%</b>  | 37,5%        |  |
| 2- Instalaciones   | <b>100%</b>  | 60,0%        | 60,0%        | 60%          |  |
| 3- Recibimiento e inspección de materias-primas          | <b>100%</b>  | 57,1%        | 85,7%        | 28,6%        |  |
| 4- Producción  | 85,7%        | 73,2%        | 98,2%        | 37,5%        |  |
| 5- Control de cualidad y inspección del producto acabado | 73,9%        | 65,2%        | 91,3%        | 21,7%        |  |
| 6- Almacenamiento y expedición del producto              | 91,7%        | 66,7%        | <b>100%</b>  | 33,3%        |  |
| 7- Demandas de clientes                                  | <b>100%</b>  | 85,7%        | <b>100%</b>  | 28,6%        |  |
| 8- Gestión da cualidad                                   | 88,2%        | 35,3%        | 82,4%        | 5,9%         |  |
| <b>Total</b>   | <b>88,6%</b> | <b>63,8%</b> | <b>92,6%</b> | <b>30,2%</b> |  |

### 2.2.2 Evaluación final

En la evaluación final de la conformidad al modelo considerado de el 96.6% fue observada en la compañía I; en compañía II 96.0% al paso que en compañía III el resultado final era de el 98.0% y en el compañía IV fue conseguido 90.6%.

Los resultados demuestran que todas las compañías habían tenido adición en el índice de la implantación por aplicar los elementos del modelo de la gestión, que todavía, no eran practicados, durante la evaluación inicial. Se observa que las mejoras más significativas habían ocurrido en compañía II, de el 63.8% para el 96.0%, y en compañía IV, de el 30.2% para el 90.6%, que a la evaluación inicial que habían conseguido los peores resultados.

**TABLA 6 - Índice de la implantación del modelo de la gestión de la calidad en la evaluación final**

| Evaluación inicial                                       |             | Índice       |              |              |  |
|--|-------------|--------------|--------------|--------------|--|
| Item   | Compañía I  | Item         | Compañía I   | Item         |  |
| 1- Administración y informaciones generales              | <b>100%</b> | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  |  |
| 2- Instalaciones   | <b>100%</b> | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  | 80%          |  |
| 3- Recibimiento e inspección de materias-primas          | <b>100%</b> | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  |  |
| 4- Producción  | 94,6%       | 96,4%        | 98,2%        | 83,9%        |  |
| 5- Control de cualidad y inspección del producto acabado | 91,3 %      | 91,3%        | 91,3%        | 82,6%        |  |
| 6- Almacenamiento y expedición del producto              | <b>100%</b> | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  | 91,7%        |  |
| 7- Demandas de clientes                                  | <b>100%</b> | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  | 85,7%        |  |
| 8- Gestión da cualidad                                   | <b>100%</b> | 88,2%        | <b>100%</b>  | <b>100%</b>  |  |
| <b>Total</b>   |             | <b>96,0%</b> | <b>98,0%</b> | <b>90,6%</b> |  |

## 3 CONCLUSIONES

3.1 La implantación de los requisitos del modelo considerado contribuyó al aumento del padrón de la gestión de la calidad en las compañías, siendo distinguido los siguientes aspectos:

- establecimiento de las metodologías estandarizadas para la realización de los controles en los procesos productivos.
- mejora en las actividades de controles internos en las compañías.



- establecimiento de una base del entrenamiento de nuevos empleados y el entrenamiento periódico de empleados actuales.
  - un involucramiento y un comprometimiento más grandes de los empleados, con la calidad.
  - difusión del conocimiento de los estándares normativos de otros mercados.
  - desarrollo de una base para los registros y rastreabilidad en los controles de la calidad del proceso productivo y en el producto.
  - establecimiento de requisitos para llevar una auto evaluación por medio de auditorias sistemáticas en la gestión de la calidad de la compañía.
- 3.2 - Este modelo de gestión de la calidad que fue desarrollada y aplicado en este trabajo, puede ser utilizado por la industria de baldosas cerámicas, contribuyendo en la mejora del proceso y de la calidad del producto.
- 3 - La mejora en el estándar de la calidad de la baldosa cerámica se puede conseguir mejorando la gestión de la calidad en los procesos de las compañías, sin embargo, este factor no ocurre de manera exclusiva. Otras fuerzas pueden intervenir, como el mercado, el comportamiento del consumidor, los costes de fabricación, las nuevas tecnologías usadas en la producción, las estrategias y la cultura de los fabricantes y el estándar de la referencia de la calidad establecida por la norma técnica.

#### 4 BIBLIOGRAFÍA

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão da Qualidade - Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 2000. (NBR ISO 9000).
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 2000. (NBR ISO 9001).
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistema de Gestão da Qualidade – Diretrizes para Melhoria de Desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, Dez. 2000. (NBR ISO 9004).
- 4 BIFFI, G. **MANUALE PER LA PRODUZIONE DELLE PIASTRELLE**. Faenza: Gruppo Editoriale Faenza Editrice, 2002.
- 5 BUSANI, G.; PALMONARI, C.; TIMELLINI, G. **Piastrelle Ceramiche & Ambiente**. Sassuolo, Modena: Edi.Cer. S.p.A, 1995.
- 6 DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.
- 7 FEIGENBAUM, A. V. **Controle da Qualidade Total**. São Paulo: Makron, 1994.
- 8 JURAN, J. M.; GRZYNA, F.M. **Controle da Qualidade**. Vol. 8, Qualidade em diferentes Sistemas de Produção. São Paulo: Makron, 1993.
- 9 PALMONARI, C.; CARANI, G. **Le Piastrelle di Ceramica Sotto Controllo**. Bologna: Centro Ceramico Bologna, 2005.