



12 de diciembre de 2005

Original: Español

Proyecto No: US/COL/03/007-2101-04

El reporte técnico: para 12/05

Informe final del contrato para la prestación de servicios relacionados con el "Mejoramiento organizacional y tecnológico del eslabón de extracción/beneficio de arcillas de la cadena productiva de alfarería artesanal, en La Chamba, Tolima"

Gerente del proyecto: Aser Vega

Artesanías de Colombia S.A.,
Bogotá D.C., Colombia

Resumen

En el marco del Proyecto No: US/COL/03/007-2101-04 de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Tecnológico, ONUDI, esta entidad estableció en 2004 un contrato con Artesanías de Colombia S.A. para el "Mejoramiento organizacional y tecnológico del eslabón de extracción/beneficio de arcillas de la cadena productiva de alfarería artesanal, en La Chamba, Tolima".

El objetivo del contrato era implementar mejoramientos tecnológicos apropiados a la producción de artesanías en el eslabón de minería de la cadena productiva de alfarería de La Chamba, Tolima, específicamente en los procesos de extracción/beneficio de materias primas y fabricación de pasta cerámica.

Las actividades que se registran en el informe final corresponden al período de diciembre de 2004-diciembre 2005 y describen las realizaciones hechas de acuerdo a los objetivos del contrato, referidas a:

El Diagnóstico de la situación actual de explotación y molido de arcillas que realiza la Precooperativa minero industrial de La Chamba.

La formulación y validación del Plan de acción.

La construcción de cinco equipos (5): un molino de martillos, un recolector de polvos, una amasadora vertical, una amasadora extrusora y un carro transportador de materiales; y el arreglo de 2: una zaranda vibratoria y un dispersor de arcillas, disponibles en la Precooperativa.

La entrega y montaje de los equipos en el Centro Artesanal de La Chamba.

La integración de la línea de producción de pasta, su puesta a prueba y evaluación.

La caracterización de los materiales utilizados en la producción de pasta.

La estandarización de los procesos productivos de elaboración de pasta.

El manejo de la nueva tecnología con base en orientaciones sobre métodos de trabajo.

Los mejoramientos cuantitativos y cualitativos obtenidos en la producción de pasta para alfarería, representan una verdadera revolución tecnológica para esta comunidad tradicional de artesanos, que se beneficiará con:

Pasta de calidad homogénea disponible oportunamente y en los volúmenes requeridos para lograr un producto final óptimo.

Empoderamiento de la organización solidaria Precooperativa minero industrial.

Afianzamiento de la aceptación de la innovación tecnológica, como factor fundamental para mejorar la productividad y competitividad del producto.

La ejecución del proyecto se prorrogó en el tiempo debido a que la maquinaria que demanda la alfarería no tiene una oferta disponible en el mercado, como la puede tener la industria cerámica y, por lo tanto, fue necesario que el equipo técnico trabajara junto con el constructor en el diseño de cada equipo, revisara su construcción y evaluara su desempeño, antes de proceder a su aceptación.

Tabla de contenido

- A. Objetivo general
- B. Objetivos específicos
- C. Actividades ejecutadas
- D. Diagnóstico sobre la situación actual
- 1. Metodología
 - 1.1 Planeación
 - 1.1.1 Identificación del problema
 - 1.1.2 Observación del problema
 - 1.1.3 Análisis del problema
 - 1.2 Plan de acción
 - 1.3 Implementación de acciones
 - 1.4 Verificación de acciones
 - 1.5 Estandarización de procesos
 - 1.6 Evaluación continua
- 2. Diagnóstico
 - 2.1 Proceso de extracción
 - 2.2 Proceso de beneficio
 - 2.3 Proceso de fabricación de pasta
 - 2.4 Mejoras complementarias
 - 2.5 Impacto ambiental

2.6 Sostenibilidad del mejoramiento tecnológico

E. Elaboración del plan de acción

F. Talleres de consulta técnica

G. Diseño y construcción de equipos y maquinaria

H. Revisión técnica y prueba de los equipos

I. Caracterización de materiales

J. Estandarización de procesos

K. Entrega y montaje de nueva maquinaria y equipos

L. Capacidad actual de producción de arcilla molida

M. Capacidad de producción de pasta con nueva maquinaria

N. Procedimiento general para beneficio/fabricación de pasta

Ñ. Programa de capacitación al personal

O. Ilustración del proceso de elaboración de pasta

P. Pasantías para artesanos

Q. Listado de socios la Precooperativa Minero Industrial

R. Conclusiones

**PROYECTO "MEJORAMIENTO ORGANIZACIONAL Y TECNOLÓGICO DEL
ESLABÓN DE EXTRACCIÓN/BENEFICIO DE ARCILLAS DE LA CADENA
PRODUCTIVA DE ALFARERÍA ARTESANAL, EN LA CHAMBA, TOLIMA"**

A. Objetivo general

Proponer e implementar mejoramientos técnicos en los procesos de extracción/beneficio de materias primas y de fabricación de pasta cerámica, utilizados en la cadena productiva de alfarería artesanal en La Chamba, Tolima.

B. Objetivos específicos

1. Identificar, observar y analizar los problemas productivos de los procesos de extracción/beneficio de materias primas y elaboración de pasta cerámica.
2. Determinar la capacidad de producción actual de los procesos de molido de arcillas de la Precooperativa Minero Industrial.
3. Plantear y ejecutar soluciones técnicas a los problemas que afectan los procesos de extracción/beneficio de materias primas y elaboración de pasta.
4. Verificar la efectividad de las acciones tomadas.
5. Estandarizar los procesos de extracción/beneficio de materias primas y fabricación de pasta.
6. Elaborar cartillas o manuales de procedimiento para el manejo de los procesos.
7. Capacitar a los artesanos en los aspectos relacionados con el manejo de equipos y la producción de pasta.
8. Dar a conocer a los artesanos otras tecnologías utilizadas en la cerámica artesanal.

C. Actividades ejecutadas

Para lograr los anteriores objetivos se realizaron las siguientes actividades:

1. Contratación de un ingeniero ceramista para la ejecución de actividades técnicas requeridas para el logro de los objetivos.
2. Planteamiento de una metodología de trabajo.
3. Realización del diagnóstico y validación del mismo con artesanos, organizaciones de base y entidades de apoyo.
4. Elaboración del Plan de acción y su concertación con la Precooperativa Minero Industrial y el Instituto tolimense de formación técnica y profesional, ITFIP.
5. Contratación del diseño y construcción de los siguientes cinco (5) equipos: un molino de martillos, un recolector de polvos, una amasadora vertical, una amasadora extrusora y un carro transportador de materiales.
6. Entrega de los equipos a la Precooperativa Minero Industrial de La Chamba y montaje de los mismos en el Centro Artesanal, con el apoyo de la universidad ITFIP.
7. Arreglo de una zaranda vibratoria y un dispersor de arcillas disponibles en la Precooperativa, para integrarlos a la línea de producción de pasta.
8. Integración de la línea de producción de pasta, puesta a prueba de la tecnología y su evaluación.
9. Caracterización de los materiales utilizados en la producción de pasta, como base para poder estandarizar los procesos de producción de pasta.
10. Visitas a taller a un taller de cerámica avanzada en Bogotá.

D.Diagnóstico sobre la situación actual de los procesos de extracción/beneficio de materias primas y elaboración de pasta cerámica.

1.Metodología:

Las actividades desarrolladas por el ingeniero para solucionar los problemas de fabricación de pasta cerámica correspondieron a la metodología de trabajo de mejoramiento continuo de procesos, que se describe a continuación.

1.1 Planeación

Se elaboró un Plan de trabajo orientado a la solución de los problemas.

1.1.1 Identificación del problema.

Se determinó la falta de estandarización como el principal problema que afecta los procesos de extracción/beneficio de materias primas y fabricación de pasta cerámica y se definió su importancia, con base en la observación y en la información de los artesanos.

1.1.2 Observación del problema

Se buscaron las causas del problema y su recurrencia en el tiempo y se establecieron metas de mejoramiento de eficiencia de acuerdo a las posibilidades técnicas. El problema se clasificó de acuerdo con los aspectos propios de un proceso de producción: métodos de trabajo, manejo administrativo, máquinas y equipo, materias primas y medio ambiente.

1.1.3 Análisis del problema.

Se establecieron y clasificaron las causas de los resultados indeseados.

1.2 Plan de acción.

Se estableció un plan de acción (ver anexo N° 1) para prevenir la reaparición del problema y eliminar sus efectos, distinguiendo entre acciones para eliminar fenómenos (remedio inmediato) y para eliminar causas (prevención de recurrencia). Para los efectos secundarios se establecieron soluciones de prevención y control. Las diferentes soluciones planteadas se analizaron con los artesanos, ya que su implementación implicaba cambios en sus prácticas de trabajo. Se estableció un gantt de actividades, registrando responsables y fechas.

1.3 Implementación de acciones

El plan de acción se socializó con los artesanos para desarrollar compromiso y sentido de pertenencia hacia la innovación.

1.4 Verificación de acciones tomadas.

Para medir la efectividad del mejoramiento tecnológico se planteó comparar los resultados antes y después de la implementación de los equipos y maquinarias.

1.5 Estandarización de procesos.

La acción de mejora se estandarizó para evitar su recurrencia, evitando que los métodos tradicionales sean revertidos por el personal y que los nuevos artesanos que participen en los procesos los reproduzcan.

Se elaboró un borrador de cartilla o manual de procedimientos para orientar el manejo de equipos, maquinaria y materiales.

1.6. Evaluación continua.

Como casi nunca se resuelve un problema perfectamente, se consideró necesario revisar el procedimiento planteado para solucionar los problemas que se presenten posteriormente y planear nuevos métodos de solución a partir de las iniciativas de los propios artesanos.

2. Diagnóstico sobre la situación actual x_planteamiento de mejoras a implementar.

El diagnóstico se enfocó a los procesos de extracción/beneficio de materias primas y de fabricación de pasta cerámica:

2.1 Proceso de extracción de materias primas

Arcilla lisa

El proceso de explotación de la mina de arcilla lisa se hace sin estándares, es decir, que se explota el material en el sitio donde el artesano encuentra el material adecuado para hacer su propia pasta, lo que genera proliferación de frentes de trabajo en la mina.



Boca de mina de arcilla arenosa en La Chamba, El Guamo, Tolima.

Foto Aser Vega.

Recomendación: implementar un procedimiento estandarizado para explotar la mina y fabricar la pasta cerámica.

El material, que debe revestir una calidad de acuerdo a las características que se acuerden con los artesanos, se deberá explotar según un Plan de producción de pasta. El método de explotación se hará según Martínez y Moyano¹, es decir, mediante cortes previamente establecidos y de manera sostenible, rellenando el lugar de excavación y reponiendo la capa vegetal que se ha retirado. Este procedimiento disminuirá la variabilidad del material y permitirá aprovechar al máximo la capacidad de producción de la mina. Las pautas de explotación sugeridas están documentadas por el geólogo Sergio Lozada².

Al haber adquirido el Departamento del Tolima la mina de arcilla lisa, antes de propiedad de Artesanías de Colombia, es necesario que la Precooperativa y la Cooperativa se responsabilicen de su explotación estandarizada y garanticen la oferta de arcillas a artesanos independientes. Ello implica capacitar a los artesanos en los nuevos métodos de explotación, utilizando la cartilla publicada previamente por la Cámara de Comercio y Artesanías de Colombia.

El mejoramiento planteado se basa en la comunicación permanente con los productores, dado que la forma de extraer el material afecta cada etapa subsiguiente.

Arcilla arenosa

En general se presentan los mismos problemas de explotación de la arcilla lisa, con el agravante de que en esta mina no hay recuperación de capa vegetal. Las mejoras propuestas para esta mina se basan en los criterios de calidad y mejoramiento continuo planteados para la arcilla lisa:

¹ Martínez Jaime y Moyano Fernando, "Propuesta para el mejoramiento tecnológico de la cerámica artesanal de La Chamba, Tolima, en los procesos de extracción/beneficio de materias primas, fabricación y cocción de piezas", Artesanías de Colombia S.A., Bogotá D.C., mayo de 2002.

² Lozada P. Sergio, Informe "Génesis, caracterización mineralógica y evaluación minera de los depósitos de arcilla negra en la vereda artesanal La Chamba, municipio de El Guamo, Tolima", Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Geociencias, Bogotá D.C., Marzo de 2002, CENDAR, Artesanías de Colombia S.A.

1. Comunicación con productores directos
2. Comité coordinador de la explotación
3. Capacitación sobre métodos de extracción
4. Definición con artesanos de condiciones de calidad del material
5. Frentes de trabajo organizados
6. Extracción de volúmenes según Plan producción
7. Relleno de huecos y reposición de capa vegetal

Arcilla roja

Su extracción se realiza en forma rudimentaria, lo que impide el aseguramiento de la calidad del material y una explotación eficiente, y de manera aleatoria, cambiando de frente de trabajo cuando las lluvias causan derrumbes en la boca de la mina.



Excavación de arcilla roja. Foto Aser Vega

Como esta mina no es propiedad de Artesanías de Colombia ni de la comunidad, se puede dificultar la implementación de un plan de mejoras, ya que los dueños de la mina no están involucrados en la producción de alfarería y sólo comercializan la arcilla, sin atender la necesidad técnica del productor.

Para mejorar su extracción es necesario delegar su explotación a un grupo de artesanos que conozca las características de la arcilla roja y que concerte con los proveedores el suministro del material apropiado.

2.2. Proceso de beneficio de materias primas

Consiste en entregar a los materiales las condiciones necesarias para ser usados en el proceso productivo y afecta positiva o negativamente las condiciones de la pasta cerámica a fabricar. Esta, a su vez, determina la calidad del producto final; algunas mejoras que se deben implementar en este proceso son:

Arcilla lisa

Como la pasta cerámica se caracteriza por su plasticidad que proviene de la arcilla lisa, de los resultados del beneficio de este material dependerá la calidad de la pasta.

Luego de transportada la arcilla lisa de la mina al taller de la Precooperativa se le muele en un molino de martillos. Todavía hay artesanos que la muelen en sus casas con pilón, molinos Corona o la tiran al carreteable para que los carros la trituren.



Molinos de pilón y de martillos. Fotos Aser Vega

Se requieren mejoras para hacer este proceso de beneficio más productivo. Es por ello que se propuso montar la línea de producción de pasta en el Centro Artesanal, lo que contempla los siguientes procesos:

1. Almacenamiento y clasificación de arcillas lisa, arenosa y roja en módulos.
2. Pretriturado (1 molino chileno).
3. Molido en seco (2 molinos de martillos).
4. Recolección de polvos (1 recolector de polvos).
5. Cernido de arcillas (1 zaranda vibratoria).
6. Preparación de barniz (1 dispersor).
7. Amasado de arcillas (1 amasadora vertical).
8. Extrusión y elaboración de pasta (1 amasadora extrusora).
9. Transporte de materiales y productos (1 carrito transportador).

El secado del material se debe mejorar construyendo los silos para depositarlo, lo que incrementará la capacidad de almacenamiento, que se hace difícil en época de lluvias.

Para montar la línea de producción, fue necesario arreglar la zaranda para clasificar el material, cambiándole la malla y su ángulo de inclinación, así como el dispersor, al que hubo que modificarle las revoluciones.

Fue importante evaluar el tamaño de grano apropiado para obtener la plasticidad necesaria, pues una arcilla muy fina incrementaría el grado de reactividad del material durante la cocción, mejorando la resistencia mecánica de las piezas. Pero un exceso de finura puede generar inconsistencia en las piezas durante el modelado, retardar el secado y aumentar la contracción de la pasta en crudo, dando lugar a grietas.

Para la humectación y mezcla de los materiales, se debe disponer la cantidad de agua necesaria en la cámara de la amasadora vertical y verter allí cada arcilla (arenosa y lisa) en los volúmenes apropiados (50% y 50%), para su integración y homogenización.

Arcilla arenosa

Las mejoras propuestas para beneficiar la arcilla arenosa coinciden con las planteadas para la arcilla lisa, como son: patios de secado, molino de martillos, cernido y criterios de calidad para el tamaño de grano.

Arcilla roja

Este material recibe un beneficio que lo convierte en un barniz rojo, usado para el acabado final de las piezas y su impermeabilización.

El mejoramiento del beneficio de este material trae menos variabilidad y hace menos pesado el trabajo manual propio del proceso actual. Para ello se propone su dispersión mecánica con el mismo dispersor que se utiliza para la arcilla lisa.

Es necesario que la mezcla arcilla/agua sea medida exactamente para evitar que la consistencia del barniz preparado corra el riesgo de afectarse, ya que actualmente dicha mezcla se hace al ojo. El tiempo de dispersión mecánica debe evaluarse, según lo demande el tamaño de partícula necesario para que el barniz dé el mejor cubrimiento y brillo durante el bruñido.

2.3 Proceso de fabricación de pasta cerámica

La actual operación de ensamble de materiales para fabricar pasta cerámica carece de un sistema de pesaje exacto de materiales, ya que estos se adicionan "al ojo", procedimiento que no asegura la calidad de la pasta necesaria para el modelado.

Se sugiere implementar el pesaje de materiales para que las cantidades de arcillas (arenosa, lisa) y de agua se puedan medir exactamente y se facilite el control de la humedad que debe tener la pasta que se le venderá al artesano para producir las artesanías. Esta mejora implica determinar la humedad, que según los artesanos debe tener la pasta para que se comporte efectivamente durante el modelado.

Para lograr una mayor homogenización durante el amasado y una completa desaireación de las arcillas, la mezcla de las mismas que hace la amasadora vertical debe pasarse a la amasadora-extrusora, que se encargará de terminar de homogenizar la pasta, le extraerá el aire y producirá un tubo de pasta compacto, que al salir de la extrusora se cortará a la medida, lista para empaque, almacenamiento y venta.

2.4 Mejoras complementarias:

Ubicación del centro de beneficio y fabricación de pasta cerámica.

Las máquinas organizadas en línea de producción de pasta fueron ubicadas en el Centro artesanal en un sitio provisional, mientras la Gobernación realiza las mejoras del inmueble.

2.5 Impacto ambiental.

Se tomaron medidas preventivas para que la emisión de partículas de polvo, disponiendo para ello de un colector de polvo con mangas de lona que permitirá atrapar el polvo emitido por el molido en seco, recogerlo y revertido al mismo proceso de producción.

2.6 Sostenibilidad del mejoramiento tecnológico

La mayoría de las mejoras propuestas implican cambios culturales en los métodos de trabajo y por ello es necesario, simultáneamente, identificar y manejar las resistencias al cambio que se presenten, el escepticismo y la recurrencia a métodos antiguos de trabajo, hasta lograr una total apropiación de las nuevas tecnologías. Ello se obtendría identificando y promoviendo sus beneficios y resultados tangibles.

Lo anterior se debe a que la comunidad de artesanos rurales desconoce en gran parte las exigencias de la competitividad del mercado actual y no manejan criterios de calidad interna y externa, sobre todo cuando sus miembros participan en oficios que muy individualizados y de escasa división de trabajo.

E. Elaboración del Plan de acción

Para mejorar los procesos de extracción/beneficio de arcillas y elaboración de pasta cerámica se partió de los problemas a resolver en cada proceso, se plantearon las acciones a ejecutar y se definieron los responsables. Esta relación se estructuró en el Plan de Acción, que se socializó entre los artesanos, la universidad como entidad de apoyo en las áreas de ingeniería y consultores de la Gobernación del Tolima (ver anexo N° 2, Implementación de acciones propuestas).



Socialización del proyecto ONUDI-Artesanías de Colombia con artesanos de La Chamba.
Foto Aser Vega

Como resultado los artesanos reconocieron la importancia de identificar las características físicas (grano, humedad, color, pureza) de las arcillas, antes de explotarlas, para realizar una labor más eficiente y sostenible.

F. Talleres de consulta técnica

En el Taller ABS Industrial se llevaron a cabo reuniones para conocer los bocetos de los equipos a construir y hacer las apreciaciones técnicas, donde el constructor presentaba los bocetos de cada equipo y, luego de analizarlos en sus componentes, funciones, capacidades y resultados esperados, el equipo técnico daba sus apreciaciones y ordenaba su construcción.

Como se indicó antes, teniendo en cuenta que no existe en el mercado nacional una oferta de tecnología lista para la alfarería, el constructor tuvo que visitar e inspeccionar la producción alfarera in situ para conocer los procesos, procedimientos, materiales y equipos existentes en La Chamba, de tal manera que se garantizara la adecuación de la transferencia tecnológica a implementar.

En visita a La Chamba con el constructor y el equipo técnico, se evaluaron los equipos de la Precooperativa (molino, zaranda y batidora) y se plantearon las mejoras necesarias a hacerles para ponerlos en funcionamiento, se conocieron las cifras de molido y el suministro a clientes.



Taller de evaluación de procesos y equipos en La Chamba. Foto Aser Vega

G. Diseño y construcción de equipos y maquinaria

Se contrató la asistencia técnica para el diseño y construcción de los siguientes cinco (5) equipos con el Taller ABS Industrial, de Bogotá, teniendo en cuenta para ello aspectos como: el programa de producción de pasta cerámica (230 @ de pasta para 13 talleres iniciales y 32 talleres adicionales, es decir, 270 artesanos); el tamaño del grano, la variedad de arcillas y la posibilidad de que el equipo técnico y los artesanos participaran en el diseño, revisión y prueba de los equipos:

Un (1) molino de martillos para arcilla seca, fabricado en lámina de acero de de pulgada, con motor trifásico de 2.2 HP con protección y rotor montado en rodamientos de rodillos cónicos. Con martillos de acero cementado, base en ángulos de acero para instalar sobre concreto, dimensiones de 60 x 40 x 60 c. alto y 60 kilos de peso.

Un (1) recolector de polvos encargado de recoger las partículas de polvo emitidas por los molinos de martillos e impedir que generen impactos en la atmósfera por concentración de partículas en suspensión. Tiene las siguientes características: fabricado en lámina de calibre 16 CR con medida de 1.20 m. altura x 80 cm. ancho x 80 cm. Largo, con 4 filtro-mangas de 6" de diámetro y soporte al piso en ángulo de 2 1/2 x 1/4, con ruedas, motor de 1 H. P. y un peso de 250 kilos.

Una (1) amasadora vertical cuya función es la de homogeneizar las arcillas lisa y arenosa previamente molidas y humectarlas. Su capacidad de amasado es de 15 kilos/6 minutos y sus características son: espiral fabricada en varilla de % HR, montada sobre rodamientos sellados y con tracción por medio de correas en hierro tipo B. El movimiento de rotación del recipiente es de 30 RPM y el del eje vertical de 130 RPM. Tiene motor reductor de 2HP a 220 voltios en piñones, soportado mediante un chasis fabricado en lámina 3mm HR y soporte al piso.

Una (1) extrusora-amasadora de arcilla húmeda, con motor trifásico de 5 HP, tomillo extrusor en secciones de acero endurecido de 18 cm. de diámetro. Con alimentación manual, reductor de sinfin corona, dotado de 2 boquillas de intercambio, tolva para alimentación de materias primas, con dimensiones de 100 cm. alto x 120 cm. de longitud x 40 cm. de ancho y peso aproximado de 150 kilos.

Un carro transportador de arcillas para el acarreo de las arcillas y la pasta. Sus características son: fabricado en lámina alfajor HR con medidas de 1m largo por 0.80

m ancho, con 2 ruedas fijas y 2 giratorias de nylon y un tubo de soporte para su movilización, en ángulo de $1\frac{1}{4}$.

H. Revisión técnica y pruebas de los equipos.

El equipo técnico que asesora el proyecto, integrado por el ingeniero ceramista, un tecnólogo en cerámica, el técnico de Artesanías de Colombia, el coordinador del proyecto y artesanos de la Precooperativa revisaron y probaron técnicamente los equipos construidos. Como resultado, se propuso instalarle rodachinas al recolector de polvos para facilitar su manejo y se probó su capacidad de absorción y la capacidad de carga del carro transportador de arcillas. Se levantó Acta (ver anexo N° 3, Actas N° 1, 2 y 3, de revisión de equipos y selección e talleres) de las evaluaciones, consignando las ventajas de los nuevos equipos y algunas observaciones.



Parte del equipo técnico revisando los equipos. Foto Aser Vega

I. Caracterización de materiales.

La caracterización está relacionada con las propiedades que pueden explicar el comportamiento de los materiales en crudo como y durante el proceso de cocción. Dichas propiedades son: porcentaje de pérdidas por ignición; porcentaje de contracción durante la cocción y porcentaje de absorción después de la cocción.

La importancia de esta caracterización radica en la necesidad de establecer el manejo adecuado que se le debe dar a los materiales de ahora en adelante durante el proceso actual, buscando mejorar la calidad de la pasta cerámica y así obtener un producto con tamaños y pesos estándares, una mayor resistencia mecánica y un menor porcentaje de absorción de agua, sin recurrir, en lo posible, a materiales diferentes a los ya existentes. Además, en un futuro no lejano el mercado exigirá una innovación del producto de La Chamba y cualquier innovación del producto debe considerar el aspecto técnico del proceso; este aspecto implica un buen conocimiento de los materiales actuales, que entregue bases técnicas válidas para el cambio de materiales, si éste fuese necesario.

Se consideró indispensable realizar una caracterización técnica en laboratorios de los materiales y productos de alfarería de La Chamba cuyos resultados permitieran sentar las bases para "estandarizar" u organizar los procesos y procedimientos. Para ello el ingeniero eligió 10 talleres de los que tomó una muestra de arcillas lisa, arenosa y roja en diferentes estados, midiendo las propiedades útiles para "estandarizar" los procesos, como: análisis de tamizado (granulometría), humedad de la pasta, contracción de la pasta en crudo y después de quema, pérdidas por ignición y porcentaje de absorción (ver anexo N° 4, Informe de la Caracterización).

Esta caracterización permitirá al artesano manipular, controlar y aprovechar mejor las materias primas y conocer su efecto en la calidad del producto final; además de servirle para mejorar el manejo de las materias primas. La caracterización realizada tuvo un enfoque práctico, basado en procedimientos sencillos, accesibles a los talleres de alfarería, buscando que el artesano pueda interpretarla, la implemente y sea capaz por sí mismo de mejorar la pasta cerámica.

J. Estandarización de procesos.

Los estándares de producción sobre los que se trabajó, fueron:

1. Base de cálculo: 100 kilos húmedos de pasta lista para modelar
2. Cantidad de agua: 24 kilos para obtener una humedad del 24%
3. Cantidad de material seco: 76 kilos de mezcla de arcilla lisa y arcilla arenosa
45.6 kilos de arcilla arenosa
30.4 kilos de arcilla lisa
4. Granulometría: 100% del material pasa por malla 15 (100% -M15)
5. Plasticidad: Según los artesanos testigo de las pruebas realizadas la pasta elaborada por los nuevos equipos presenta una buena textura y trabajabilidad, que le permite modelar sus piezas sin problemas de grietas.

K. Entrega y montaje de la nueva maquinaria y equipos:

Mediante Acta se hizo entrega formal de los equipos y maquinaria al representante legal de la Precooperativa minero industrial, organización de artesanos beneficiaria directa del proyecto.

1. Con apoyo de la universidad ITFIP, Facultades de Obras Civiles e Ingenierías, se levantó del plano del Centro Artesanal, se definieron las áreas de ubicación de los equipos y sobre el plano se hizo la descripción de distribución de planta (ver anexo N° 4, Acta de entrega de equipos y descripción de la Distribución de planta), tanto de los equipos del proyecto, como de los otros equipos disponibles en la Precooperativa. Además, se diseñó y se dispuso el sistema de conexión eléctrica requerido para el funcionamiento seguro y eficiente de la maquinaria.

L. Capacidad actual de producción de arcilla molida de la Precooperativa:

Para conocer la capacidad de la nueva tecnología para satisfacer la demanda actual de pasta cerámica de los artesanos y su proyección en la satisfacción de sus necesidades,

se partió de establecer la base actual de producción de los 12 talleres que conforman la Precooperativa minero industrial. Estos talleres requieren:

Beneficiar materiales para la demanda actual:	4.627.9 kilos/mes
Extraer material de la mina:	5.142.0 kilos/mes
Desperdician material (10%):	514.1 kilos/mes
Requieren pasta húmeda para modelar:	6.089.3 kilos/mes

Lo anterior, teniendo en cuenta que la pasta lista para modelar tiene una humedad del 24%, según datos de caracterización y que está compuesta en un 24% por agua y en un 76% por material seco (arcilla lisa y arcilla arenosa).

Según los datos anteriores, la Precooperativa, con los equipos nuevos, trabajando al ritmo actual y según la demanda de los artesanos, está en capacidad de beneficiar material para fabricar 6.089.3 kilos de pasta húmeda/mes.

M. Capacidad de producción de pasta cerámica con la nueva maquinaria:

La capacidad de producción de la nueva tecnología instalada en el Centro artesanal de La Chamba es:

Molino:	200 kilos/hora
Zaranda:	90 kilos/hora
Amasadora vertical:	30 kilos húmedos/15 minutos
Amasadora - Extrusora:	1 kilo húmedo/minuto

Haciendo el ejercicio de producir 6.089.3 kilos de pasta húmeda lista para modelar, teniendo como referencia: 1 mes, 8 horas de trabajo/día y 5 días/semana, las siguientes son las necesidades de producción con la nueva tecnología:

1. 1461.3 kilos de agua:	24% de la pasta húmeda
2. 4628 kilos de material:	76% de la pasta húmeda
	2776.8 kilos de arcilla arenosa-60% de arcilla arenosa
	1851.2 kilos de arcilla lisa-40% de arcilla lisa
Cantidad de pasta a producir:	6.089.3 kilos húmedos
Tiempo de extrusora:	101.5 horas = 12.7 días de 8 h c/u
Tiempo de mezclado:	118.4 horas = 14.8 días de 8 h c/u
Tiempo de zaranda:	51.4 horas = 6.4 días de 8 h c/u
Tiempo de molienda:	25.7 horas = 3.2 días de 8 h c/u

De acuerdo a lo anterior, los 6.089.3 kilos de pasta húmeda pueden ser fabricados en 14.8 días de trabajo (14.8 jornales); es decir, 3 semanas calendario. Esto quiere decir que la Precooperativa puede producir con la nueva maquinaria 8.119 kilos/mes de pasta, es decir, 715.8 @ mes, lista para modelar. Esta cifra triplica la meta de producción de pasta establecida en el proyecto, que era de 230 @ mes, y que está orientada a satisfacer la demanda de 30 talleres. Lo anterior representa un cambio fundamental respecto la capacidad de producción, ya que dicha organización hoy por hoy sólo provee arcillas molidas en las cantidades arriba indicadas (4.627.9 kilos/mes), y no producía pasta cerámica, pues no contaba con los equipos para hacerlo.

En cambio, ahora, luego del mejoramiento tecnológico, la Precooperativa puede llegar a proveer a 90 talleres de pasta cerámica, gracias al volumen de oferta de este insumo que es capaz de generar con los nuevos equipos y maquinaria.

N. Procedimiento general para el beneficio de materias primas y fabricación de pasta cerámica en el proceso de alfarería artesanal, de La Chamba, El Guamo, Tolima

1. Extracción del material.

2. Transporte del material al taller
3. Secado del material en módulos de secado (patios cubiertos y ventilados)
4. Transporte del material a la zona de molienda
5. Molienda del material
6. Tamizado del material a través de malla # 20
7. Transporte del material beneficiado a la zona de mezcla
8. Pesaje de materias primas (agua, arcilla lisa y arcilla arenosa)
9. Cargue del agua a la mezcladora
10. Puesta en funcionamiento la mezcladora
11. Cargue de la arcilla lisa en la mezcladora
12. Cargue de la arcilla arenosa en la mezcladora
13. Inicio del proceso de mezcla de materiales
14. Descargue de la mezcladora y cargue de la amasadora-extrusora
15. Puesta en funcionamiento la amasadora-extrusora
16. Extrusión de la mezcla húmeda y elaboración de la pasta
17. Corte y empaque de la pasta lista para modelado, según unidad de venta
18. Transporte de la pasta empacada al sitio de almacenamiento
19. Comercialización de la pasta

Ñ. Programa de capacitación al personal:

El programa de capacitación de los artesanos en el manejo de equipos y producción de pasta se estableció sobre los siguientes puntos:

1. Mantenimiento mecánico de equipos:

- Nociones básicas de instalaciones eléctricas trifásicas
- Mantenimiento preventivo de los equipos
- Control de mantenimiento de equipos mediante el diligenciamiento de fichas que lleven el record de las horas trabajadas por cada equipo
- Montaje y desmontaje de las piezas de los equipos para su respectivo mantenimiento

2. Uso adecuado de los elementos de seguridad industrial

3. Aspectos básicos en el mejoramiento continuo de los procesos

O. Ilustración del proceso de elaboración de la pasta cerámica en La Chamba



Molino con cajón receptor del producto molido, mangas en la parte superior y ensamble molino-cajón para evitar contaminación al descargue. Foto Jaime Martínez



MC7.cladora. Foto Jaime Martinez



Vista lateral de la amasadora-ext\lsora



Cargue del mo.lino. Foto Jaime Martinez



Molino en funcionrunienro.Foto Jaime Martinez



Proceso de molienda, donde se observa la extracción de polvo.
Foto Jaime Martínez



Proceso de molienda, donde se observa la extracción de polvo.
Foto Jaime Martínez



Transporte de material beneficiado a la zona de mezclado.
Foto Jaime Martínez



Transporte de material beneficiado a la zona de mezclado.
Foto Jaime Martínez



Cargue de agua a la mezcladora. Fotos Jaime Martínez



Cargue de arcilla lisa en la mueladora. Foto Jaime Martincz



Mezclado de arcilla lisa. Foto Jaime Martínez



Clay de arcilla arenosa en la mw.cladO Ta. Foto Jaime Maninez



Mec: cladode arcilla arenosa. Foto Jaime Martínw.



Mezclado y amasado de arcillas arenosa y lisa con agua.
Foto Jaime Martínez



Descargue de la mezcladora. Foto Jaime Martínez



Mieladora-amaadora después del Jc..cargue. foto Jaime MarLinc-:



Cargue de la cxLru'.IOra-amasadora. foto Jaime Martfncz



Comicia a alirlap>1•LA. Foto Jaime MarLfncz





Secuencia de salida de la pasta lista paTa modelado. Fotos Jaime Martinez



Pastalista para corte. Foto Jaime Marti I lez



Pasta producida, lista para modelado. Foto Jaime Martine:>:



Empaque de pasta para ser llevada al cuarto y venta posterior.
Foto Jaime Martínez

P. Pasantías para artesanos

Varios artesanos visitaron el taller de cerámica artesanal KERATECH E.U., Calle 64^a N° 39-28, Bogotá, especializado en moldeado por vaciado. Allí conocieron esta técnica que incluye la barbotina (mezcla de materiales en suspensión) y se informaron sobre la fabricación de productos esmaltados a 1.210° C.

Observaron la disposición espacial ordenada de los flujos de los procesos y de los implementos del taller, el registro escrito de controles de calidad, las pruebas de contracción hechas a arcillas de la Chamba, entre otros aspectos, y formularon

preguntas que fueron respondidas por el ingeniero, sobre los procesos específicos de trabajo.



Visita al taller KERATECH, Bogotá.
Observaciones de moldes de yeso. Foto Aser Vega



Muestra de contracción de arcillas de La Chamba.
Foto Aser Vega

Q. Listado de socios de la Precooperativa minero Industrial:

1. Rodrigo Gutiérrez
2. Noel Betancourt
3. Liliana Betancourt
4. Carmen Avilés
5. Alba Doris Avilés
6. Osear Uriel Rodríguez
7. Eveira Callejas
8. Femando Betancourt
9. Iris Homez Avilés
10. Parid Betancourt
11. Danilo Mendoza
12. Eugenia Avilés
13. Martín Rodríguez

Conclusiones:

La implementación de tecnología apropiada en la producción de pasta cerámica, para los artesanos de La Chamba, permitió:

1. Iniciar un proceso de tecnificación ajustado a los procedimientos de beneficio y elaboración de pasta de la alfarería de La Chamba, Tolima, como alternativa para mejorar la calidad de los procesos ulteriores y del producto final.
2. Hacer que más talleres dispongan oportunamente de pasta de calidad para poder cumplir con pedidos y lograr un producto final óptimo.
3. Afianzar el reconocimiento y la aceptación de la innovación tecnológica por parte d los artesanos de la innovación tecnológica, como factor fundamental para mejorar la productividad y competitividad del producto.
4. Generar una oferta de pasta cerámica de calidad que supera la meta establecida en el proyecto inicial.
5. Crear un espacio de innovación para el involucramiento de más jóvenes en el trabajo artesanal.
6. Promover nuevos liderazgos y empoderamiento de las organizaciones de artesanos.

"...llevar la arcilla para moler a la Precooperativa es de mucha utilidad: no biega mucho uno moliendo" y el molido baja el oropel" (Blanca Vásquez, artesana)

Bogotá D.C., diciembre 12 de 2005

Acta de entrega real y material de la maquinaria y equipo para alfarería a la Precooperativa Minero Industrial de La Chamba, El Guamo, Tolima

En desarrollo del Contrato firmado entre la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, ONUDI, Oficina Regional en Colombia y Artesanías de Colombia S. A., para la prestación de servicios relacionados con Proyecto N° US/COL/03/007-2101-04, denominado "Mejoramiento organizacional y tecnológico del eslabón de extracción/beneficio de arcillas de la cadena productiva de alfarería artesanal, en La Chamba, Tolima", cofinanciado con recursos provenientes de la ONUDI, en la localidad de La Chamba, Municipio de El Guamo, Tolima, se reunieron las siguientes personas: **Aser Vega Camargo**, mayor de edad, vecino de Bogotá, identificado con la cédula de ciudadanía No. 7.441.193 de Barranquilla, actuando como Profesional de la Subgerencia de Desarrollo, de Artesanías de Colombia S.A, Sociedad de Economía Mixta, constituida mediante Escritura Pública número 1.998 de 1964, otorgada en la Notaría Novena del Círculo de Bogotá, vinculada al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, mediante Decreto 210 de 2003, con NIT 860.007.887-8 y que para efectos del presente documento se denominará Artesanías de Colombia, de una parte y, de la otra, **Farid Beltrán Betancourt**, mayor de edad, domiciliado en el municipio de El Guamo, Tolima, identificado con cédula de ciudadanía No. 5.921.837 de El Guamo, Director Ejecutivo y Representante legal de la Precooperativa Minero industrial La Chamba, NIT. 809010422-2, tel. (2) 884-036, cel. 310-319-8464, y que para los efectos de la presente Acta se denominará "La Precooperativa", con el objeto de efectuar la entrega real y material de cinco (5) equipos para la molienda de arcillas y la elaboración de pasta cerámica, que se relacionan a continuación:

- I. Un (1) molino de martillos pulverizador de arcilla seca** que presenta las siguientes características:
 - Peso 250 Kilos; 2.5 mt. largo x 1 mt. ancho = 2.5 m² área
 - Carcasa de molino bipartida, de fácil acceso a cámara de molienda para fácil limpieza.
 - Rotor con eje de acero al carbón balanceado estática y dinámicamente, montado sobre chumaceras, lubricado con grasa.
 - Treinta y dos (32) martillos fabricados en acero al carbón endurecido.
 - Dos (2) cribas en acero al carbón
 - Tolva para alimentación con dosificador.

- Tolva de salida del producto.
- Equipo montado sobre chasis en ángulo de 2" x 3/16, soporte al piso con altura de 1.20 mt., con correas, poleas y guarda correas.
- Movido por un motor de 3 HP trifásico.
- Arrancador termo-magnético para motor de 3 HP.
- Pintura anticorrosiva y final.

Este el único equipo que por las vibraciones que genera debe ir anclado al piso.

2. **Un recolector de polvo** que presenta las siguientes características:
 - 3 mt. ancho x 2 MT largo = 6 MT 2 área
 - Fabricado en lámina de calibre 16 CR, con medidas aproximadas de 1.20 m. de altura x 80 cm. de ancho x 80 cm. de largo, con 4 filtro-mangas de 6" de diámetro y soporte al piso en ángulo de 2 Yi x Y4 con ruedas. Peso: 250 Kilos. Motor de 1 H.P.
3. **Una (1) amasadora vertical** que presenta las siguientes características:
 - Capacidad de hasta 15 kilos/bache, con un cilindro vertical giratorio fabricado en lámina HR 4mm, montado sobre rodamientos sellados y tracción por correas. Peso: 350 kilos
 - Mezcladora en espiral fabricada en varilla de % HR montado sobre rodamientos sellados y tracción por medio de correas.
 - Eje de tracción en eje de 1 Y4 montado sobre rodamientos.
 - Dos (2) poleas en hierro tipo B.
 - Motor reductor de 2 HP a 220 Voltios en piñones.
 - Soportado mediante chasis fabricado en lámina 3mm HR y soporte al piso.
4. **Una (1) mezcladora-extrusora**, de 350 kilos, que presenta las siguientes características:
 - 2.5 mts de largo x 2 mts de ancho = 5 mt² área
 - Medidas aproximadas: 1.50 mts de largo, diámetro de 6", con aspas antifricción, tomillo extrusor en secciones de acero endurecido.
 - Eje de 1 Yi al acero carbono y boquillas de 10 cm. redonda.
 - Una tolva con palanca de empuje.
 - Reductor de velocidad sinfin corona, accionada con motor trifásico de 5 HP a 1.800 RPM
 - Un arrancador termomagnético para el motor de 5 HP 1.800 RPM.
 - Transmisión mediante piñón y cadena, montado sobre rodamientos tipo chumacera.

5. **Un carro transportador de arcillas** que presenta las siguientes características:
 - Peso 250 kilos, 1.2 mt² área, con las siguientes características
 - Fabricado en lámina alfajor HR, con medidas aproximadas de 1m de largo por 0.80 m de ancho, con 2 ruedas fijas y 2 giratorias de nylon. Un tubo de soporte para su movilización en ángulo de 1 v.i.

Para el efecto se procedió a verificar la existencia física de cada una de las maquinarias y equipos relacionados previamente, hecho lo cual, el Director de la Precooperativa acepta recibir la maquinaria y equipo anteriormente relacionados, acto que se cumple en desarrollo del Proyecto N° US/COL/03/007-2101-04, denominado "Mejoramiento organizacional y tecnológico del eslabón de extracción/beneficio de arcillas de la cadena productiva de alfarería artesanal, en La Chamba, Tolima", ejecutado por Artesanías de Colombia y cofinanciado con recursos provenientes de la ONUDI. La Precooperativa se compromete a:

1. Darles el uso apropiado como parte integral de la línea de producción de pasta cerámica y de acuerdo a las instrucciones impartidas por el ingeniero y que están contenidas en el Manual de Operación.
2. Darles mantenimiento oportuno para garantizar su vida útil proyectada.
3. Evaluar los resultados de la producción en su calidad, productividad y aspectos ambientales.
4. Garantizar día y noche la seguridad e integridad de la maquinaria y los eqmpos.
5. Promover, amplia y profusamente entre la comunidad, sin discriminación alguna, el acceso y uso de la pasta que se produzca.
6. Llevar el movimiento de la venta de servicios en libro de contabilidad registrado ante la Cámara de Comercio de El Espinal.
7. Reinvertir, parte de las ganancias que obtenga la Precooperativa con la nueva tecnología por la venta de arcillas y pasta cerámica, en la adquisición de nuevos equipos y herramientas que beneficien a la comunidad de artesanos, de acuerdo a lo que estipula DANSOCIAL para este tipo de organización.
8. Permitir que Artesanías de Colombia S.A haga seguimiento y evaluación de los resultados productivos y financieros generados por la implementación de los nuevos equipos y maquinaria.
9. Presentar informe semestral (segunda semana de julio y segunda semana de enero) a Artesanías de Colombia S.A., sobre la utilización de los equipos y maquinaria entregados, el rendimiento económico, la inversión de los recursos que genere, los beneficiarios atendidos, la proyección

para el siguiente semestre y, en general, toda la información que permita evaluar el cumplimiento de los compromisos que adquiere la Precooperativa por concepto de la tecnología que recibe del proyecto.

El valor total de la maquinaria y equipo entregados a La Precooperativa equivalen a la suma de diez y ocho millones trescientos ochenta y seis mil pesos m/cte
(\$ 18.386.000,00).

Recibe:

Precooperativa Minero Industrial La Chamba

Aser Vega Camargo

Profesional Subgerencia de Desarrollo

Farid Beltrán Betancourt

Director Ejecutivo

La Chamba, Municipio de El Guamo, Tolima, a los 26 días del mes de noviembre de 2005.

C.C. Señor Carlo Kuepers, Oficial de Programa, Oficina Regional de ONUDI-Colombia

Entrega:

Artesanías de Colombia S.A.

7 IMPLEMENTACION DE ACCIONES PROPUESTAS

Considerando el plan de acción establecido y haciendo claridad que el solo hecho de implementar las mejoras técnicas (montaje de nuevos equipos) no soluciona los problemas de producción y de calidad vistos a lo largo del proceso de alfarería artesanal que tiene lugar en La Chamba, ya que los nuevos equipos no dejan de ser simples herramientas en manos del artesano; es importante afirmar que el verdadero mejoramiento se debe dar en el recurso humano que se encuentra a cargo de los respectivos procesos. Un mejoramiento que debe considerar muchos aspectos además de los puramente técnicos aquí tratados; el artesano debe adquirir una visión más integral y empresarial del proceso siendo consciente que la calidad del producto final nace desde la misma extracción de las materias primas y pasa por cada una de las etapas intermedias hasta llegar a la etapa de mercadeo, que el eslabón más importante de cualquier cadena productiva incluyendo la de La Chamba es el cliente final; porque es éste el que permite la supervivencia del proceso visto como negocio.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta la necesidad de eliminar prácticas inapropiadas que actualmente afectan la calidad del producto final, es esencial empezar a dar los primeros pasos que lleven a la estandarización de los procesos actuales.

Según diagnóstico en el capítulo anterior se llegó a la conclusión que todos los problemas inherentes a la calidad del producto están muy relacionados con la falta de estandarización en cada uno de los procesos de la cadena productiva. Por tanto y aprovechando el montaje de los nuevos equipos se plantea la estrategia de solucionar los problemas técnicos inherentes a los procesos de extracción de materias primas, beneficio de las mismas y fabricación de pasta cerámica de una manera estandarizada que permita un observar otras posibilidades de mejoramiento a futuro.

La estrategia a seguir está basada en el hecho de eliminar primero los procedimientos que a simple vista están en contra de los lineamientos básicos que debe ser considerados por un proceso de alfarería artesanal que quiere obtener productos de buena calidad, posteriormente se deben buscar más posibilidades de mejoramiento pero basado en procesos estandarizados.

7.1 CARACTERIZACION DE MATERIAS PRIMAS

En todo proceso artesanal, y la alfarería no es la excepción, es importante el conocimiento de la materia prima por parte del artesano; ya que permite un mejor uso y aprovechamiento de la misma en cada una de las etapas del proceso productivo, además que es más fácil hallar la solución de cualquier problema de calidad inherente a las materias primas en la medida que se tenga un mejor conocimiento de éstas.

En la medida que el mercado es más exigente en cuanto a la calidad del producto de La Chamba y el diseño del mismo, el artesano se enfrenta a la necesidad de saber manipular las propiedades de las materias primas con las que cuenta y así obtener una pasta que permita la elaboración de cualquier tipología de producto; actualmente se presenta el hecho de varios talleres en los cuales la pérdida de producto en crudo ó en el horno, tiene que ver con que la pasta utilizada no es la más conveniente para la tipología de producto manejada.

Martínez y Moyano^{<1>} hacen una caracterización muy válida de las arcillas de La Chamba

pero que de cierta manera adolece de un sentido práctico para el artesano. La nueva caracterización aquí planteada busca ser más práctica y más sencilla bajo la consideración que el artesano es quien la debe saber interpretar y usar para mejorar el comportamiento de la pasta tanto en estado crudo como en cocción; además la caracterización se hace utilizando procedimientos sencillos y accesibles a cualquier taller artesanal.

7.1.1 Propiedades a evaluar

La elección de las propiedades a evaluar está basada en el hecho de explicar de una manera sencilla y práctica el comportamiento de la pasta cerámica, por tanto las propiedades son:

- análisis de tamizado porcentaje de

- humedad

- porcentaje de contracción en crudo

- porcentaje de contracción después de cocción pérdidas por ignición

- porcentaje de absorción

7.1.1.1 Análisis de Tamizado

Esta propiedad está determinada por la molienda del material; afecta el comportamiento de la pasta en crudo y en el horno. A mayor nivel de molienda el material presenta un mayor porcentaje de partículas finas y por ende una mayor contracción tanto en crudo como en quema. Esta propiedad es particularmente importante para el producto de La Chamba, dada la alta contracción en crudo que presenta la pasta utilizada en el proceso artesanal.

7.1.1.2 Porcentaje de humedad

Una arcilla debe ser trabajada en estado plástico, para generar dicha plasticidad es necesario la adición de agua que unida a la estructura interna de la misma permite una mayor o menor trabajabilidad del material. Esta agua es la que determina la humedad con la cual se trabaja el material, este tipo de agua se empieza a perder durante la etapa de secado y termina por evaporarse en la primera etapa de la cocción.

7.1.1.3 Porcentaje de contracción en crudo

Cuando una arcilla plástica se deja secar, pierde el agua que se ha adicionado para hacerla plástica, las láminas de arcilla se mueven simultáneamente y se aproximan unas a otras dando lugar a la contracción. Esta debe ser controlada para evitar roturas, debe ser considerada en el diseño de los productos algunas veces la contracción en crudo varía dependiendo de la técnica de fabricación utilizada.

7.1.1.4 Pérdidas por ignición

Está relacionada con el contenido de materia orgánica que posee la arcilla, cuando el material es sometido a cocción éste pierde peso debido a la pérdida del agua estructural y a la oxidación de la materia orgánica contenida en la arcilla y es la medida de esta pérdida de peso la que determina el valor de esta propiedad.

7.1.1.5 Porcentaje de contracción después de cocción

Esta propiedad es un resultado del nivel de cocción que recibe la pieza la que dependiendo de los materiales tiene un mayor ó menor nivel de contracción. Generalmente a menor tamaño de grano existe una mayor contracción de la pieza

7.1.1.6 Porcentaje de absorción después de cocción

Esta propiedad es una medida indirecta del grado de vitrificación de la pieza y determina la calidad utilitaria de la pieza. La vitrificación está determinada por la cantidad y tipo de fundentes que posea el cuerpo cerámico.

7.1.2 Materiales a evaluar

La selección de los talleres de donde se toman las muestras, se hizo con el criterio de poder hacer un comparativo entre los dos tipos de molienda que tienen lugar en La Chamba y que utilizan el molino de martillos y el pilón respectivamente, tratando de conocer una relación de causa - efecto con la calidad del producto. La tabla 7.1 muestra los diez talleres en los cuales se recolectaron los materiales para su respectiva caracterización.

Tabla 7.1. Talleres seleccionados para la recolección de las materias primas

TALLER	PROPIETARIO
1	Blanca Vásquez
2	Cisela Rodríguez
3	Rodrigo Gutierrez -Liliana Betancourt
4	Eurimia Avilés
5	Islenia Suárez
6	Leonila Rodríguez
7	Carmen Torrijos
8	Iris Homez
9	Aurora Betancourt -Faryd Beltrán
10	Carmen Méndez

Bajo el criterio del tipo molienda, por molino ó pilón; la tabla 7.2 muestra las materias primas recolectadas en los diferentes talleres de los cuales hay cuatro en los cuales la molienda del material es efectuada mediante el pilón, y un taller en donde la molienda se hace utilizando un molino tipo chileno, en los otros talleres la molienda se lleva a cabo utilizando el molino de martillos que hay en el Centro de Beneficio.

A los materiales secos y beneficiados se les determina análisis de tamizado, contracción en crudo, porcentaje de contracción en quema a diferentes niveles de temperatura (600° C, 700° C, 800° C, 900° C, 1000° C y 1200° C), porcentaje pérdidas por ignición y de absorción a los mismos niveles de temperatura.

A la pasta cerámica ya ensamblada, barniz en suspensión y arcilla lisa humectada se les determinan las mismas propiedades de los materiales secos, excepto el análisis de tamizado; ya que dada la necesidad de un secado previo hay la posibilidad de que se presente compactación de las partículas de arcillas que al ser separadas por cualquier medio mecánico puede dar lugar a errores en el análisis de tamizado. Existen otros métodos especializados que permiten conocer la distribución del tamaño de partículas de arcilla en suspensión, pero que están fuera del alcance de los recursos con los cuales se cuenta.

Los niveles de temperatura para las pruebas de cocción son escogidos bajo la consideración de hacer un barrido completo que incluye temperaturas inferiores y superiores a la temperatura real de trabajo (700° C a 800° C) que se da en el proceso de La Chamba.

Tabla 7.2. Materias primas caracterizadas

TALLER	#	MATERIAL
1	11	Material único – Mezcla de arcilla lisa y arenosa lista para ensamble y molida en el centro artesanal
	12	Pasta
	13	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
	14	Arcilla lisa humectada, tamizada y lista para ensamble
2	21	Material 1 -Arcilla arenosa molida en el molino de martillos sin cernir
	22	Material 2 -Arcilla arenosa molida en el molino de martillo y tamizada en taller
	23	Pasta
	24	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
	25	Arcilla lisa humectada 1 -Arcilla lisa humectada sin cernir
	26	Arcilla lisa humectada 2 -Arcilla lisa humectada cernida y lista para ensamble
3	31	Pasta
	32	Material 1 -Arcilla lisa molida en el molino de martillos sin cernir
	33	Material 2 -Arcilla arenosa molida en el molino de martillos sin cernir
	34	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
4	41	Pasta
	42	Material 1 -Arcilla arenosa piloneada y tamizada en taller
5	51	Pasta
	52	Material 1 -Arcilla arenosa molida en el molino de martillo y tamizada en taller
	53	Material 2 -Arcilla lisa humectada, tamizada y lista para ensamble
	54	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)

Tabla 7.2. (Cont.) Materias primas caracterizadas

TALLER	#	MATERIAL
6	61	Material 1 - Arcilla lisa humectada, tamizada y lista para ensamble
	62	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
	63	Material 2 -Arcilla arenosa piloneada y tamizada en taller
	64	Pasta
7	71	Pasta
	72	Material 1 -Arcilla arenosa piloneada y tamizada en taller
	73	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
8	81	Material 1 -Arcilla lisa humectada sin tamizar
	82	Material 2 -Arcilla lisa humectada, tamizada y lista para ensamble
	83	Pasta
	84	Material 3 -Arcilla arenosa molida en molino de martillos y tamizada en taller
	85	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
9	91	Pasta
	92	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
	93	Material 1 – Mezcla de arcilla lisa y arcilla arenosa molida en el molino de martillos sin tamizar.
10	101	Pasta
	102	Barniz (Suspensión de arcilla roja tamizada y lista para aplicar - Engobe)
	103	Material 1 -Arcilla arenosa piloneada y tamizada en taller

La tabla 7.3 presenta las materias primas (arcilla arenosa y arcilla lisa) que reciben el beneficio por vía seca y que todavía no han llegado a la etapa del proceso en húmedo, el tipo de equipo y/o herramienta utilizada para la molienda; son presentados los materiales molidos por pilón, molino de rodillos y el molino tipo chileno que existe en el Centro Artesanal, dando lugar a un producto con diferente calidad de molienda, lo cual es corroborado por el análisis de tamizado efectuado a cada material. Adicionalmente se indica si el respectivo material ha sido cernido a través de la malla de anjeo, proceso que igualmente debe ser tenido en cuenta para explicar los resultados obtenidos en el análisis de tamizado.

Tabla 7.3. Tipo de beneficio a las materias primas

#	MATERIAL	TIPO DE BENEFICIO	
11	Mezcla lisa-arenosa	Molino del Centro Artesanal	Cernido a través de anejo
21	Arcilla arenosa	Molino de martillos	Sin cernir
22	Arcilla arenosa	Molino de martillos	Cernido a través de anejo
32	Arcilla lisa	Molino de martillos	Sin cernir
33	Arcilla arenosa	Molino de martillos	Sin cernir
42	Arcilla arenosa	Pilón	Cernido a través de anejo
52	Arcilla arenosa	Molino de martillos	Cernido a través de anejo
63	Arcilla arenosa	Pilón	Cernido a través de anejo
72	Arcilla arenosa	Pilón	Cernido a través de anejo
84	Arcilla arenosa	Molino de martillos	Cernido a través de anejo
93	Mezcla lisa-arenosa	Molino de martillos	Sin cernir
103	Arcilla arenosa	Pilón	Cernido a través de anejo

7.1.3 Resultados y análisis de la caracterización de materiales

7.1.3.1 Análisis de tamizado

En la tabla 7.4 se presentan los resultados del análisis de tamizado de las materias primas utilizadas en La Chamba, a la luz de estos primeros datos podemos afirmar que el material # 52 es el de menos fracción gruesa, dicho material pertenece al taller 5 y corresponde a arcilla arenosa que fue molida en el molino de martillos y cernida en el taller usando para ello una malla tipo anejo; posteriormente viene el material # 11 correspondiente a una mezcla de arcilla lisa y arcilla arenosa perteneciente al taller 1 y molida en el molino del Centro Artesanal e igualmente cernida en el taller a través de una malla tipo anejo.

Cabe anotar que el material # 21 correspondiente al taller 2 y molido en el molino de martillos y aún sin cernir, presenta una fracción gruesa del 21.6 %; valor éste que es menor a la observada en los materiales # 42, # 63, # 103 y # 72 (25.1 %, 26.0 %, 26.1 %, 30.8 %, respectivamente) que son molidos mediante el proceso de piloneado e igualmente cernidos; este resultado empieza a mostrar la bondad de la molienda con el molino de martillos respecto al proceso de piloneado que por diferentes razones aún tiene lugar en algunos talleres.

Tabla 7.4. Análisis de tamizado de materias primas utilizadas en La Chamba

#	MATERIAL	ANALISIS DE TAMIZADO			
		+M30	-M30	+M100	-M100
11	Mezcla lisa-arenosa	14.2 %	85.8 %	58.8 %	41.2 %
21	Arcilla arenosa	21.6 %	78.4 %	69.9 %	30.1 %
22	Arcilla arenosa	30.2 %	69.8 %	72.7 %	27.3 %
32	Arcilla lisa	46.0 %	54.0 %	75.6 %	24.4 %
33	Arcilla arenosa	34.9 %	65.1 %	69.4 %	30.6 %
42	Arcilla arenosa	25.1 %	74.9 %	76.9 %	23.1 %
52	Arcilla arenosa	10.5 %	89.5 %	63.0 %	37.0 %
63	Arcilla arenosa	26.0 %	74.0 %	74.7 %	25.3 %
72	Arcilla arenosa	30.8 %	69.2 %	79.9 %	20.1 %
84	Arcilla arenosa	30.6 %	69.4 %	70.5 %	29.5 %
93	Mezcla lisa-arenosa	36.4 %	63.6 %	71.0 %	29.0 %
103	Arcilla arenosa	26.1 %	73.9 %	73.5 %	26.5 %

Respecto a la fracción más fina (-M100), los resultados respaldan de una manera más clara todas las ventajas del molino de martillos con respecto al proceso de piloneado. Son los materiales # 11, # 52, # 33, # 21, # 84, # 93, # 22, # 103, # 32, # 42 y # 72, en ese orden, los que presentan el mayor contenido de partículas finas. Se observa que los materiales de mayor contenido de finos son los molidos mediante el molino de martillos; sin embargo existe el material # 32 que a pesar de ser molido por el molino de martillos está entre los que presentan menos contenido de finos, esto lo explica el hecho al tratarse de la arcilla lisa, un material que por su alto contenido de finos y por ende su alto nivel de plasticidad y posibilidad de absorber gran cantidad de agua que al ser retirada por medio del secado que se le da al material hace que éste contraiga demasiado, incrementando su grado de compactación haciendo el material más duro y por tanto más difícil para moler, adicionalmente es un material que todavía no ha sido cernido; este comportamiento es igualmente avalado por lo mostrado en el contenido de partículas más gruesas (+M30) donde se observa que es este el material que presenta el mayor contenido de este tipo de partículas.

El material de mayor contenido de finos (-MIOO) es el # 11, un material molido en el Centro Artesanal utilizando un molino de tipo chileno que dado su diseño permite al material un tiempo de residencia en la sección de molienda mucho mayor que el presentado en el molino de martillos existente en la Precooperativa. Este hecho de índole técnico hace que un molino como el existente en el Centro Artesanal muele mejor que un molino de martillos; sin embargo se debe considerar que la capacidad de molienda (kg producto/h) es mayor en un molino de martillos.

Lo anterior debe llevar a evaluar la posibilidad de aprovechar el molino que existe en el Centro Artesanal, adecuándolo y utilizándolo como un equipo auxiliar en el nuevo centro de beneficio, trabajando como desterronadora para controlar el tamaño de la alimentación al molino de martillos; incluso valorar la posibilidad de utilizar este molino como un equipo auxiliar al molino de martillos.

Para una mayor claridad respecto a los resultados del análisis del tamizado, se presentan las obtenidas según datos presentados en la tabla 7.4. Todas ellas son un resumen gráfico de los resultados vistos a la luz del análisis de tamizado, es posible determinar una clasificación de los materiales considerando su nivel de partículas gruesas y finas dando una idea del nivel de molienda al que es sometido cada material.

Otro aspecto a considerar es el hecho de una alta variabilidad en los niveles de molienda para los materiales, independiente del procedimiento utilizado (molino de martillos ó pilón), que permite concluir que la falta de homogeneidad en el material molido es propia a ambos procedimientos de beneficio y que no depende del tipo de herramienta utilizada (molino ó pilón) sino de las operaciones y/o prácticas básicas inadecuadas y altamente dependientes del factor humano que interviene en el proceso. Factor este que incluye operarios que adolecen de un buen entrenamiento en los respectivos oficios y un gerenciamiento que no ha recibido suficientes herramientas técnicas y administrativas para el manejo de cada una de las etapas del proceso productivo; lo anterior soporta el la necesidad de una capacitación permanente tanto en el aspecto técnico como en el administrativo. Más adelante y a medida que se analicen las otras propiedades, se observa como la falta de homogeneidad en el material molido afecta la calidad de la pasta cerámica y por tanto la del producto final.

7.1.3.2 Porcentaje de Humedad

La tabla 7.5 y la gráfica 7.10 muestran los datos obtenidos respecto al porcentaje de humedad de las diferentes materias primas utilizadas en el proceso de La Chamba; es el agua adicionada la que, junto a las características intrínsecas del material, generan la plasticidad que permite el moldeo de las piezas.

Los datos de humedad de la pasta cerámica muestran la diferencia existente entre los talleres respecto a la adición del agua durante el proceso de ensamble de la pasta. Los datos soportan lo expuesto anteriormente relacionado a la falta de estandarización durante este proceso, cada taller tiene su "propio" procedimiento, esto lo reflejan los datos presentados en la tabla 7.5 La humedad de la pasta también se explica a la luz del proceso de humectación de la arcilla lisa, cuyos resultados al igual que en la pasta, muestran una diferencia de taller a taller, igual situación es observada para el barniz.

Los datos de humedad son importantes en la medida que sirven de referencia para tener valores iniciales y empezar a desarrollar bajo criterios de estandarización los procesos de ensamble de pasta y humectación de materias primas.

Tabla 7.5. Porcentaje de humedad de materias primas utilizadas en La Chamba

PORCENTAJE DE HUMEDAD MATERIAS PRIMAS -LA CHAMBA							
PASTA CERAMICA		BARNIZ		ARCILLA LISA HUMECTADA TAMIZADA		ARCILLA LISA HUMECTADA SIN TAMIZAR	
#	% H	#	% H	#	% H	#	% H
12	22.5 %	13	60.9 %	14	38.7 %	25	20.9 %
23	18.7 %	24	51.1 %	26	32.8 %		
31	24.0 %	34	49.2 %				
41	29.4 %						
51	19.5 %	54	38.7 %	53	40.5 %		
64	24.4 %	62	52.6 %	61	40.7 %		
71	20.4 %	73	41.3 %				
83	23.2 %	85	49.3 %	82	37.2 %	81	37.1 %
91	22.4 %	92	48.1 %				
101	22.0 %	102	43.1 %				

Un comparativo del porcentaje de contracción en crudo para los diferentes materiales de La Chamba se observa como el proceso de tamizado afecta la contracción en crudo del material.

Considerando la arcilla arenosa molida mediante el molino de martillos, se toman muestras sin tamizar y tamizadas; analizando la contracción en crudo, se encuentra que el material sin tamizar presenta una contracción menor, tal resultado está relacionado con el mayor contenido de fracción arenosa y de partículas de mayor tamaño.

Adicionalmente hay dos talleres en los cuales se hacen las respectivas mezclas de arcilla lisa y arenosa molidas en seco, una de las mezclas se encuentra sin tamizar; esto conduce a los mismos resultados encontrados en la arcilla arenosa, es decir que la mezcla sin tamizar presentó una menor contracción en crudo.

Al analizar la arcilla lisa humectada tamizada y sin tamizar, observamos que no hay mucha diferencia en cuanto a la contracción en crudo, el agua tiene un efecto de desaglomeración muy alto sobre este material en particular, el simple hecho de entrar en contacto con el agua hace que el material se desaglomere completamente y que el tamizado sólo sirva para retirar impurezas tales como raices, palos, etc. cuya presencia no afecta la contracción en crudo.

Comparando el proceso de piloneado y de molienda para un mismo material (en este caso la arcilla arenosa) observamos que el material molido por pilón presenta una contracción en crudo muy parecida a la presentada por el material molido mediante el molino de martillos, sin embargo es conveniente aclarar que el proceso de piloneado tiende a entregar un producto más variable.

Todo lo anterior significa que a mayor contenido de fracción arenosa y mayor tamaño de grano del material existe una menor contracción en crudo, esto es coherente con los datos obtenidos para la arcilla lisa ya arcilla arenosa y analizados anteriormente.

Se presentan los resultados del porcentaje de contracción en crudo para cada material, es posible observar el efecto de los procedimientos de cada taller sobre esta propiedad en particular. Los datos reflejan la variabilidad que existe en los procesos y soportan lo expresado en el sentido de la falta de estandarización hacia el interior del proceso productivo de La Chamba; es precisamente este uno de los mayores problemas a enfrentar y dar solución durante el desarrollo de este trabajo.

Es conveniente llamar la atención sobre los resultados mostrados en la gráfica 7.21, relacionados a la pasta cerámica ensamblada; el porcentaje de contracción en crudo varía entre 7.6 % y 11.9 %, estos valores son altos comparándolos con aquellos esperados para cualquier proceso cerámico. Es claro que esto es consistente con la alta contracción en crudo que poseen las materias primas vistas de manera individual, esta situación conlleva a un comportamiento, ampliamente analizado, de la pasta durante el proceso en crudo.

Al observar la variación del porcentaje de contracción en crudo de la pasta en cada uno de los talleres, es difícil considerar prácticas estandarizadas en la etapa de secado del producto final una vez éste es moldeado y terminado por el artesano; los resultados actuales exigen un procedimiento de secado diferente en cada taller dadas las condiciones de pasta, lo que no es práctico; aún si es posible establecer un procedimientos estandarizado para cada taller, esto pierde importancia dado que tampoco hay procedimientos estandarizados para el ensamble de pasta; en otras palabras, si no hay estandarización en todos los eslabones de la producción no es posible que el proceso tenga éxito.

Bajo las anteriores consideraciones es necesario empezar a trabajar en la estandarización de los procesos desde la misma extracción de los materiales en la mina, pasando por los procesos intermedio hasta llegar al cliente final; siendo conscientes que el proceso no termina aquí ya que es importante recibir retroalimentación del cliente para continuar con el mejoramiento al interior del proceso.

Respecto al comportamiento del barniz, los resultados mostrados en la gráfica 7.22 son similares a los vistos para la pasta cerámica; el valor del porcentaje de contracción en crudo está variando entre 9.3 % y 17.0 %. Lo cual conduce a pensar que debe existir una diferencia en el ensamble pasta – barniz, variable que es crítica para asegurar la impermeabilidad del producto y que permite un uso utilitario.

Se debe dar importancia al hecho de que las mejoras implementadas serán parte de un mejoramiento integral del proceso, el artesano debe ser consciente que este es el primer paso para ser del producto de La Chamba un producto competente dentro del mercado para evitar su desplazamiento por otros productos, y que el proceso de estandarización buscado sea visto, antes que como una exigencia, como una herramienta útil para gerenciar los procesos en el aspecto técnico y administrativo; los procedimientos al interior de los procesos de debe ser coherente co el good will que posee el producto de La Chamba.

BIBLIOGRAFIA

- I. MARTINEZ ARENAS, Jaime; MOYANO MUNAR, Femando. Propuesta Técnica para el Mejoramiento del Proceso Artesanal de La Chamba. Convenio Artesanías de Colombia S.A. – ONUDI. Bogotá. 2002**

3.1 CARACTERIZACION DE LAS MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS

3.1.1 Comportamiento térmico. La tabla 3.1 registra el comportamiento térmico de los materiales utilizados en La Chamba; los valores registrados para cada una de las variables coinciden con lo esperado de acuerdo a las características de cada arcilla.

Tabla 3.1. Comportamiento térmico de las arcillas utilizadas en La Chamba

VARIABLE	MATERIAL		
	Arcilla lisa	Arcilla arenosa	Arcilla roja
% Humedad - 105°C	2.4	2.0	1.9
Pérdidas por calcinación - (105 °C - 1000°C)	6.2	5.3	5.3
% Agua de moldeo	33	24.4	34.4
% Contracción (20°C - 105°C)	9.6	7.1	8.8
% Contracción (105 °C - 1000 °C)	10.7	7.6	9.2
Color de quema	Amarillo	Amarillo rojizo	Rojizo

Rojiso

El bajo contenido de humedad para los tres materiales indica que se puede tratar de arcillas cuya estructura no permite mucha agua, en otras palabras posiblemente se trate de arcillas poco expansivas. Es probable que se trate de arcillas con estructura tipo 1:1 (caolinita) mezcladas con cantidades moderadas de arcillas de estructura 2:1 tipo illita y pequeñas trazas de montmorillonita.

Las pérdidas por calcinación están entre el rango promedio presentado por la mayoría de las arcillas existentes para el trabajo cerámico; este tipo de pérdidas están determinadas por la eliminación, durante el proceso de cocción, del agua de plasticidad, el agua químicamente adherida a la estructura cristalina de la arcilla, y la materia orgánica presente.

El agua de moldeo tiene que ver con el agua adicionada al material durante el proceso con el objeto de darle la propiedad plástica. La cantidad de agua absorbida por cada material dependerá principalmente del tipo de estructura que posea la arcilla. Se observa que la arcilla lisa es la que soporta mayor cantidad de agua de moldeo, precisamente por la configuración de su estructura que posiblemente se trata de estructuras tipo 2:1, con alguna capacidad de expansión.

La arcilla arenosa no posee mucha agua de moldeo debido a que contiene partículas de arena las cuales son material no plástico que, dada su estructura, no retiene agua y, por tanto, no presenta ningún tipo de plasticidad, además que el tamaño de grano de dicho material debe ser mayor que el de la arcilla lisa.

El agua de moldeo de la arcilla roja es muy comparable al de la arcilla lisa, dado que dicho material posee una estructura plástica posiblemente por su tamaño de grano y por su misma estructura.

La contracción en crudo (20 °C - 105 °C) para la arcilla lisa es mayor dada la característica plástica que presenta el material; teniendo en cuenta que se trata de un material con una estructura 2:1, es muy probable que su capacidad de "hinchamiento" cuando entra en contacto con el agua sea alta debido a la distancia existente entre las láminas de arcilla y al alto nivel de hidratación que deben poseer los cationes intercambiables. El hecho de que esta arcilla presente una alta afinidad por el agua implica que existe una alta plasticidad por parte de este material, pero también que presenta una alta contracción en crudo tal como lo muestra la tabla 3.3. Dicha contracción no es buena para el proceso cerámico porque se ha comprobado que trae problemas de rajaduras durante el secado de la producción; por ello se hace necesario combinar la arcilla lisa con un material que tenga una contracción menor.

La arcilla arenosa, a pesar de su estructura arcillosa y la plasticidad mostrada, posee una contracción en crudo menor que la presentada por la arcilla lisa; lo anterior debido a que dicho material posee una fracción arenosa de mayor tamaño de grano y de naturaleza no plástica que hace disminuir la contracción del material. Esta propiedad hace del material algo ideal para ser combinado con la arcilla lisa y producir una pasta con menos contracción en crudo.

La arcilla roja posee una contracción menor que la arcilla lisa, básicamente por la estructura 1:1 que la hace tener menos afinidad por el agua; comparándola con la arcilla arenosa, la arcilla roja posee una mayor contracción a pesar de su estructura 1:1, porque la fracción arcillosa es mayor en ésta que en la arcilla arenosa. La contracción presentada por la arcilla roja no debería acarrear ningún problema en el proceso de La Chamba, ya que ésta es utilizada como barniz; otra cosa sería si se fuera a utilizar como parte integral de la pasta con la que se producen las piezas.

Respecto a la contracción total (105 °C - 1000 °C) de los materiales, esta variable está muy relacionada con la estructura misma del material tal como sucede con la contracción en crudo. Además, es necesario considerar el tamaño de grano del material; ya que a menor tamaño de grano hay mayor reactividad durante la cocción y por tanto el material tiende a contraer más.

La contracción total se hace importante en el proceso de La Chamba y en cualesquier otro proceso cerámico cuando se requiere diseñar los moldes para controlar el tamaño de las piezas; en este caso los moldes deben tener dimensiones mayores a las que realmente presentan las piezas que llegan al cliente final. La diferencia entre la dimensión del molde y la de las piezas al final del proceso lo debe dar la contracción total que presenta la pasta.

Los colores de quema presentados por los materiales de La Chamba, podrían estar determinados por el contenido de óxido de hierro hidratado. El color para el caso de los materiales de La Chamba no es crítico debido a que el producto no es esmaltado.

3.1.2 Humedad de los materiales durante el proceso

Considerando la necesidad de establecer unos parámetros de control iniciales para el arranque del proceso de producción tecnificado, hubo necesidad de establecer una caracterización más práctica que permita un mejor manejo por parte del artesano; se determinó la humedad de los materiales en cada una de las etapas del proceso tal como se da actualmente; dicha humedad será tomada como referencia para el arranque inicial.

Es importante aclarar que estas condiciones de humedad, principalmente la relacionada con la pasta lista para el moldeo, pueden cambiar una vez se haya estandarizado el nuevo proceso.

A continuación se hace un listado de las muestras recogidas, en donde se observa el tipo de muestra, número y la etapa del proceso.

Arcilla lisa:	recién extraída de la mina (2 muestras)
	en proceso de secado (3 muestras)
	seca (4 muestras)
	seca molida (pilada) (1 muestra)
	en suspensión (remojado) (4 muestras)
Arcilla arenosa:	recién extraída de la mina (2 muestras)
	en proceso de secado (3 muestras)
	seca (5 muestras)
	seca molida (pilada) (4 muestras)
Arcilla roja	recién extraída de la mina (1 muestra)
	seca (5 muestras)
	lista para aplicar (suspensión) (8 muestras)
Pasta lista para fabricar piezas	Amasada (10 muestras)

Las respectivas humedades de las materias primas en cada una de las etapas del proceso y para la pasta ya preparada, son registradas en las tablas 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5.

Tabla 3.2. Humedades Arcilla Lisa

PORCENTAJE DE HUMEDAD - ARCILLA LISA										
M	Recién extraída		En Secado		Seca		Seca molida		En suspensión	
	Bs	Bh	Bs	Bh	Bs	Bh	Bs	Bh	Bs	Bh
1	30.2	23.2	12.4	11	9.9	9.0	5.7	5.4	42.1	29.6
2	35.9	26.4	12.1	10.8	11.4	10.2			64.8	39.3
3			11.4	10.2	13.9	12.2			54.6	35.3
4					11.6	10.2			86.3	46.3
Pr	33.0	24.8	11.9	10.7	11.6	10.4	5.7	5.4	62.0	37.7

Tabla 3.3. Humedades Arcilla Arenosa

PORCENTAJE DE HUMEDAD - ARCILLA ARENOSA								
M	Recién extraída		En Secado		Seca		Secamolida	
	Bs	Bh	Bs	Bh	Bs	Bh	Bs	Bh
1	27.9	21.8	13.6	12.0	4.2	4.0	5.5	5.2
2	21.7	17.8	12.1	10.8	6.8	6.4	7.1	6.6
3			11.1	10.0	7.8	7.2	5.0	4.8

4					6.8	6.4	6.4	6.0
5					7.3	6.8		
Pr	24.8	19.8	12.3	10.9	6.6	6.2	6.0	5.7

Tabla 3.4. Humedades Arcilla Roja

PORCENTAJE DE HUMEDAD - ARCILLA ROJA						
M	Recién extraída		Seca		Suspensión (Barniz listo)	
	Bs	Bh	Bs	Bh	Bs	Bh
1	27.9	21.8	5.0	4.8	122.2	55.0
2			8.7	8.0	145.9	59.3
3			1.2	1.2	117.4	54.0
4			7.1	6.6	87.5	46.7
5			9.4	8.6	109.8	52.3
6					127.3	56.0

7					71.4	41.7
8					102.7	50.7
Pr	27.9	21.8	6.3	5.8	110.5	52.0

Tabla 3.5. Humedades Pasta lista para fabricar piezas

PORCENTAJE DE HUMEDAD PASTA LISTA PARA FABRICAR PIEZAS											
% Humedad	Muestras										Pr
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Bh	25.8	25.8	26.8	24.8	27.9	23.4	22.0	19.6	24.0	22.8	24.3
Bs	34.8	34.8	36.6	33.0	38.5	30.6	28.2	24.4	31.6	29.5	32.2

MEJORAMIENTO TECNICO EN LOS PROCESOS DE EXTRACCION/BENEFICIO DE MATERIAS PRIMAS Y DE FABRICACION DE PASTA CERAMICA			
PLAN DE ACTIVIDADES PARA EL PROCESO DE FABRICACION DE PASTA CERAMICA			
MATERIAL: PASTA CERAMICA			
IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	PLAN DE ACCION A EJECUTAR	REPOSABLE	FECHA
<p>1.No hay estandarización del proceso de fabricación de pasta cerámica.</p> <p>- Prácticas a mejorar en las operaciones del proceso.</p> <p>- No hay control en la medida de los materiales utilizados.</p> <p>- Ensamble de los materiales es efectuado "al ojo"</p> <p>- Ensamble de materiales manualmente</p> <p>- No se controla humedad de la pasta</p> <p>- Falta de homogenización en la operación de ensamble de los materiales</p> <p>- Problemas de aire en la pasta</p> <p>- Condiciones de pasta variables en el día a día</p> <p>- Presencia del defecto "ropel" en la pasta</p> <p>- Efecto negativo en procesos posteriores de la cadena productiva y por tanto en producto final</p> <p>- La meta será estandarizar los métodos de trabajo en el proceso de beneficio de este material.</p> <p>- Tecnificar el proceso de fabricación de pasta</p>	<p>- Establecer métodos estándares en el proceso de fabricación de pasta cerámica.</p>	<p>Jaime Martínez</p> <p>- Apoyo de la precooperativa minera de La Chamba.</p> <p>- Los artesanos deben ser involucrados en la elaboración de los métodos - Sentido de pertenencia</p> <p>- Considerando las mejoras propuestas - Mejorar calidad del material.</p> <p>- Posibilidad de compartir con gobernación del Tolima, buscando continuidad en mejoramientos planeados.</p> <p>- Coherencia con proyecto de la gobernación.</p>	
	<p>- Adecuación de un sitio para la ubicación de un nuevo centro de beneficio más amplio que el actual y ubicar los equipos para la fabricación de pasta.</p> <p>- Plano de distribución del área de trabajo en el centro de beneficio</p>	<p>Jaime Martínez - Precooperativa minera La Chamba</p> <p>- Apoyo del ITFIP - Obras civiles</p> <p>- Apoyo del ITFIP - Mantenimiento mecánico en montaje de equipos e instalaciones eléctricas.</p> <p>- Revisión de estudio hecho por la UN y adecuarlo a necesidad.</p> <p>- Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.</p>	
	<p>- Sistema de pesaje sencillo en la operación de ensamble de la pasta.</p>	<p>Jaime Martínez</p> <p>- Apoyo del ITFIP - Uso planta física para ubicación de equipos de laboratorio para pruebas físico-cerámicas sencillas.</p> <p>- Apoyo de Precooperativa - Toma de muestras para ensayos varios.</p>	

	<p>- Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.</p>
- Sistema de amasado mecánico	<p>Jaime Martínez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo del ITFIP - Mantenimiento mecánico en montaje de equipo e instalaciones eléctricas. - Apoyo de Precooperativa - Toma de muestras para ensayos varios y visita al proveedor para recibir inducción de manejo del equipo. - Apoyo del ITFIP - Uso planta física para ubicación de equipos de laboratorio para pruebas fisico-cerámicas sencillas para evaluación del equipo. - Traslado de arcillas desde La Chamba a Bogotá para ensayos en taller del proveedor. - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
- Sistema de extrusión	<p>Jaime Martínez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo del ITFIP - Mantenimiento mecánico en montaje de equipo e instalaciones eléctricas. - Apoyo de Precooperativa - Toma de muestras para ensayos varios y visita al proveedor para recibir inducción de manejo del equipo. - Apoyo del ITFIP - Uso planta física para ubicación de equipos de laboratorio para pruebas fisico-cerámicas sencillas para evaluación del equipo. - Traslado de arcillas desde La Chamba a Bogotá para ensayos en taller del proveedor. - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
- Sistema de corte de los rollos de pasta	<p>Jaime Martínez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo del ITFIP - Mantenimiento mecánico en montaje

	<p>de equipo e instalaciones eléctricas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo de Precooperativa - Toma de muestras para ensayos varios y visita al proveedor para recibir inducción de manejo del equipo. - Apoyo del ITFIP - Uso planta física para ubicación de equipos de laboratorio para pruebas fisico-cerámicas sencillas para evaluación del equipo. - Traslado de arcillas desde La Chamba a Bogotá para ensayos en taller del proveedor. - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
- Manuales de operación para los equipos que hacen parte del proceso de fabricación de pasta	<p>Jaime Martínez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo del ITFIP - Litografía para elaboración de manuales - Apoyo de Precooperativa - Involucramiento de los artesanos en la elaboración de los manuales. - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
- Capacitación de los artesanos sobre el manejo de la maquinaria y equipo que hacen parte del proceso de fabricación de pasta.	<p>Jaime Martínez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo del ITFIP - Mantenimiento mecánico - Apoyo del ITFIP - Promoción Social. Establecer metodología de capacitación e implementación de programa de capacitación. - Apoyo de Precooperativa - Verificación del seguimiento de los procedimientos establecidos por parte de los artesanos. - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
- Capacitación de los artesanos sobre métodos de fabricación de pasta tomando como base los estándares	<p>Jaime Martínez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo del ITFIP - Promoción Social. Establecer

<p>de operación, buscando especialización en el oficio</p>	<p>metodología de capacitación e implementación de programa de capacitación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo de Precooperativa - Verificación del seguimiento de los procedimientos establecidos por parte de los artesanos. - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> - Aseguramiento de las variables críticas del proceso de fabricación de pasta que afecten el proceso posterior en la cadena productiva. 	<p>Jaime Martínez</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo de Precooperativa - Establecer con los artesanos las variables críticas que ellos van a manejar y la importancia de cumplirlas. - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de las necesidades de los talleres en lo relacionado a la calidad y cantidad de pasta - Establecer de un programa de producción que permita cumplir con las necesidades de los talleres en cuanto a calidad v cantidad. 	<p>Precooperativa de minería - La Chamba</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo de Jaime Martínez - Apoyo del ITFIP - Facultad Administración - Apoyo de la Gobernación del Tolima. - Producción.
<ul style="list-style-type: none"> - Indicadores de gestión sencillos aplicados al proceso de fabricación de pasta 	<p>Precooperativa de minería - La Chamba</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo de Jaime Martínez - Compartir con la gobernación del Tolima observando relación con el proyecto generado por ésta. Buscando no duplicar esfuerzos en equipos de trabajo.
<ul style="list-style-type: none"> - Socialización permanente con los artesanos del plan de mejoramiento. 	<p>Precooperativa de minería - La Chamba</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo del ITFIP - Promoción Social. Establecer metodología para llegar al artesano.
<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación constante a los artesanos en los conceptos de mejoramiento continuo de los procesos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyo de la Gobernación del Tolima