

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
artesanías de colombia s.a.

Formulación del Proyecto "Desarrollo
organizacional y tecnológico de la
explotación y beneficio de arcillas para la
alfarería artesanal de La Chamba, Tolima"

Subgerencia de Desarrollo
Aser de Jesús Vega Camargo
Coordinador regional Centro Oriente

Bogotá, D. C., 2003

Proyecto "Desarrollo organizacional y tecnológico de la explotación
y beneficio de arcillas para la alfarería artesanal de La Chamba, Tolima"

1. Antecedentes:

1.1 Cálculo de demanda de pasta cerámica y barniz en La Chamba:

A finales de 2001 Artesanías de Colombia S.A. contrató los servicios de 2 ingenieros ceramistas para que realizaran el diagnóstico del sistema productivo de la alfarería artesanal de La Chamba, Tolima, cuyos resultados fueron entregados en mayo de 2002¹. En el capítulo 1 del documento los ingenieros realizan una descripción de los procesos de extracción de las arcillas lisa, arenosa y roja o barniz y del beneficio de las mismas por vía seca y húmeda, identificando el procedimiento actual y los criterios de calidad que se aplican. Se relacionan también el procedimiento utilizado para preparar la pasta cerámica indicando las herramientas, las mezclas de las diversas arcillas y el amasado.

Describir brevemente el proceso:

En el Capítulo 2 se proponen unas mejoras en los procesos de extracción, beneficio y preparación de pasta. En el capítulo 3, numeral 3.2.4, los investigadores para calcular la vida útil de las minas de arcillas lisa y arenosa tuvieron que evaluar las demandas productivas de una muestra de los principales talleres de La Chamba sobre la base de tres (3) criterios que determinaban el consumo de materias primas por parte del proceso productivo:

- 1.1.1 Se consideró la situación del consumo interno de 60 talleres de producción, 5 grandes y 55 pequeños (Losada⁶).
- 1.1.2 Se consideraron los datos entregados por Ortega⁽⁸⁾ a Artesanías de Colombia, teniendo en cuenta el consumo interno de 5 grandes talleres.
- 1.1.3 Teniendo en cuenta la organización por eslabones de producción se tomó como referencia las necesidades de un (1) solo taller grande que requiere 5 toneladas de pasta húmeda, que deberán ser beneficiadas según nuevos los criterios tecnológicos planteados y la calidad necesaria; el 60% de la pasta beneficiada será para consumo interno y el restante 40% para ser vendida a otros talleres

De esta manera, los resultados del diagnóstico realizado por los Ingenieros y los cálculos de arcillas que adelantó el Geólogo condujeron a establecer la demanda de arcillas que se requiere para preparar la pasta cerámica y el barniz necesarios para satisfacer la demanda de 60 talleres de La Chamba. De esta forma se suministraría a los productores un material de calidad homogénea, cuya entrega oportuna ahorra tiempo y esfuerzo al productor y corresponde a la necesidad de estructurar los eslabones de producción que se han venido promoviendo en la cadena productiva de La Chamba para hacer más eficiente la producción y más competitivo su producto.

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

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

Estos resultados también permitieron conocer cómo implantar un sistema de explotación racional de las arcillas.

Tabla N°1
Producción y consumo de materias primas en 5 grandes talleres de La Chamba

Producción y consumo materias primas en 5 talleres					
Taller	Propietario	Producción Unidades/mes	Consumo materias primas Ton. húmedas/mes		
			A. arenosa	A. lisa	A. roja
1	E. Callejas	2439	0.50	0.50	0.07
2	B. García	2900	1.8	1.2	0.08
3	V. Cabezas	1660	3.4	2.1	0.09
4	O. Rodríguez	870	0.9	1.3	0.05
5	M. Cabezas	1068	1.4	0.9	0.05
Totales		8937	8.0	6.0	0.34

Fuente: Ortega, Ramón. Producción de piezas y consumo de materias primas en 5 grandes talleres artesanales de La Chamba. Santafé de Bogotá.

Como se mencionó antes, se consideran las necesidades de 1 taller grande en el cual se debe beneficiar pasta, de la cual el 60% será para consumo interno y el 40% restante para vender a otros talleres.

Según datos de la tabla 3.12 se determinaron las necesidades de explotación para un (1) taller grande que beneficiará pasta para consumo interno y para vender.

Según Tabla N° 1 el consumo interno de 5 talleres grandes requiere:

Necesidades de arcilla lisa (toneladas)	6
Necesidades arcilla arenosa (toneladas)	8
Necesidades pasta–consumo interno (toneladas)	14

Con base en datos anteriores el consumo interno de 1 taller grande sería:

Necesidades arcilla lisa (toneladas)	1.2
Necesidades arcilla arenosa (toneladas)	1.6
Necesidades pasta – consumo interno (toneladas)	2.8
	~ 3
Necesidades pasta – totales (toneladas)	5

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

Dado el enfoque de cadenas productivas que orienta la reorganización del sistema productivo de alfarería en La Chamba, fue necesario empezar a establecer el valor de algunas variables de proceso relacionadas con cada eslabón, siendo una de éstas la que tiene que ver con la humedad que debe contener la pasta, la cual ayudará a determinar de la manera más confiable las necesidades de extracción de materias primas.

Como variable inicial se empezó a especificar la relación entre el material seco y el agua adicionada, variable cuyo control está al alcance de artesano, ya que puede ser medida por el artesano en el sitio de trabajo. Lo anterior llevó a determinar la relación de sólidos secos/agua en la mezcla que se elabora para obtener una pasta con una humedad tal que permita la fabricación de las piezas por el método actual.

El trabajo aquí efectuado sirvió de base para determinar las necesidades de extracción y las cantidades de materiales a procesar, dato importante a la hora de dimensionar los equipos necesarios para los respectivos procesos.

Para obtener la información anterior fue necesario recoger muestras de cada materia prima en las diferentes etapas del proceso y muestras de pasta lista para producir las piezas. Posteriormente, se determinó el porcentaje de humedad de las muestras recolectadas y la cantidad de pasta que se debe producir para la fabricación de las piezas. Con base en ello se calculó el balance de agua y el material seco necesarios para elaborar la pasta con un porcentaje de humedad de poca variación, que permitiera estandarizar el proceso de modelado y moldeado de las piezas.

Una vez determinadas las humedades de las materias primas, se calcularon las cantidades necesarias de arcillas para preparar pasta, tomando como base de cálculo una capacidad instalada de un taller para producir 5 toneladas de pasta húmeda/mes, 3 para consumo interno y un excedente de 2 toneladas para comercializar, según datos calculados con base en la Tabla N° 1.

En cuanto al consumo de barniz, se tomó como base una necesidad de 100 kilos húmedos/mes, cálculo hecho considerando el consumo registrado en la Tabla N° 1.

Para establecer las cantidades de materias primas necesarias para elaborar la pasta se tuvieron en cuenta los las corrientes de entrada y salida en el proceso de ensamble de pasta, se cuantificaron y se definieron las cantidades de material húmedo que debe ser extraído de la respectiva mina, tomando en cuenta las humedades del material recién sacado.

Para establecer las necesidades de arcilla roja para el barniz se realizó el mismo proceso. Estos procesos están descritos ampliamente en el Anexo N° 1.

La Tabla N° 2 resume las necesidades de materias primas para la fabricación de pasta y barniz, tomando como base de cálculo 1 mes de producción y 1 taller representativo, en el cual se beneficiará materia prima para el consumo interno y para la venta a los otros talleres, que por razones estratégicas de la cadena de producción sólo se dedican a la fabricación de piezas.

Tabla N° 2 Necesidades de Materias Primas - Fabricación pasta y barniz

Necesidades de materias primas – fabricación de pasta y barniz			
Fabricación pasta	Arcilla arenosa	Necesidad proceso – ton. secas	2.275
		Necesidad extracción – ton húmedas	2.84
	Arcilla lisa	Necesidad proceso – ton secas	1.52
		Necesidad extracción – ton húmedas	2.02
Agua - toneladas			0.156
Fabricación barniz	Arcilla roja	Necesidad proceso – ton. secas	0.0782
		Necesidad extracción – ton. húmedas	0.1
	Agua - toneladas		

1.2 Plan de explotación de arcillas:

Teniendo en cuenta que el eslabón de la minería comprende no sólo el beneficio de arcillas, sino su previa explotación, es necesario que el proyecto tenga en cuenta los planteamientos y antecedentes sobre el tipo de explotación tradicional de las arcillas que se realiza en La Chamba y los planteamientos realizados para su mejoramiento.

En los estudios de geología realizados quedó establecido que se deberá comenzar a explotar el material desde la zona donde presente mejor calidad y mayor espesor y que conviene establecer con tiempo el lugar donde se trasladarán las labores mineras una vez explotado totalmente el material, según las reservas calculadas.

Se ve necesario implementar un método de explotación más adecuado que el actual, que sea semimecanizado (con bulldozer o pala mecánica) y que conserve orden en los frentes de extracción. El método más adecuado es el de transferencia, es decir, luego de efectuar la excavación del primer bloque o hueco inicial, la capa vegetal de los siguientes es vertida en el hueco anterior.

Las inversiones que demanda el método propuesto son mínimas y no requieren infraestructura minera de energía o agua; sólo es necesario el alquiler periódico de maquinaria pesada en fechas previamente establecidas por la Precooperativa Minero-Industrial, organización encargada de la explotación y preparación de materia prima, así como especificar las vías de acceso de la maquinaria y, si es el caso, adecuarlas.

Según el estudio, la explotación de la mina de arcilla lisa deberá realizarse por franjas y llevará orden en los frentes de explotación, comenzando por las áreas recientemente explotadas. La distribución de los frentes puede iniciarse sobre el límite occidental del lote, empezando la extracción en el norte y continuándola hacia el sur; llegados al límite sur se reiniciará el proceso

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

con otra franja al oriente de la primera, y así sucesivamente. Para un mejor control en el terreno, las franjas deben tener 10 metros un ancho aproximadamente.

Con respecto a la arcilla lisa, teniendo en cuenta los cálculos establecidos por Losada, un taller grande para preparar 5 toneladas de pasta húmeda/mes necesita extraer 2.2 ton húmedas de arcilla lisa/mes. Para ello debe explotar un área de 7 m² aproximadamente, siendo la franja de explotación de 2 m de ancho por 3.5 m de largo.

Para la arcilla arenosa, se considera, basándose en los cálculos de Losada, que un taller grande que fabrica 5 toneladas de pasta húmeda/mes, necesita extraer 3.1 toneladas húmedas de arcilla arenosa, para lo cual es necesario explotar un área de 10.3 m² aproximadamente, siendo entonces las dimensiones de la franja a explotar de 2 m de ancho por 5 m de largo.

1.3 Optimización de la explotación

La optimización de la explotación de arcillas tienen en cuenta no sólo las exigencias de la cadena productiva que demanda la organización de los diferentes agentes participantes en la misma en sus respectivos eslabones y la interacción y acuerdos entre agentes de diversos eslabones para garantizar el control de calidad al cliente interno, sino también las experiencias de otras comunidades alfareras como la de Pitalito (Huila), donde algunos talleres se han especializado en la extracción, molido y amasado de arcillas que venden al productor y la misma escasez relativa del material, recurso natural renovable a largo plazo.

Por ello, es necesario que para lograr una alta eficiencia en la explotación es necesario que no se permita la extracción desordenada y sin control por parte de la comunidad.

Justificación:

El artesano ceramista emplea una parte importante de su tiempo y esfuerzo en la extracción y preparación de las arcillas. El ingenio y la habilidad del artesano son desaprovechados durante la consecución de la materia prima. Por lo tanto, se recomienda que el Comité Educativo Ambiental y la Cooperativa conformen un grupo de personas para que se dedique a extraer la arcilla en fechas a establecer.

La extracción debe ser mensual (lo cual depende de la disponibilidad de la maquinaria) y debe llevar control de cada bloque explotado, registrando la fecha de explotación, área y ubicación del bloque, volumen y/o peso del material extraído, costo de la extracción (alquiler de maquinaria, jornales, etc.) y observaciones, tales como consistencia del material, porcentaje de "oropel", entre otras.

Se debe evitar extraer arcilla en días lluviosos, ya que se podría afectar la consistencia del material, su óptima selección, el rendimiento de la maquinaria y el trabajo de los extractores. Al considerar el consumo de 1 taller grande, las franjas de explotación son pequeñas, por lo que se debe evaluar qué tan viable es el uso de maquinaria; posiblemente estas franjas, por su tamaño, puedan ser explotadas manualmente.

1.4 Operación Minera

El estudio del Geólogo permitió establecer las actividades propias de esta operación, como son:

Preparación: retirar la capa vegetal (30 cm) en la mina de barro liso, antes de extraer el material arcilloso, utilizando bulldozer o pala mecánica y disponiéndola al lado sur de la zona explotada o en el bloque explotado previamente, para facilitar luego el relleno.

Arranque: La arcilla se arrancará manualmente, con ayuda de picas, barretees y palas, ya que debido al espesor irregular del horizonte arcilloso y a su composición algo heterogénea, requiere selección para su extracción. Se tendrá cuidado de no mezclarla con las arenas subyacentes o "peñón", pues ello podría modificar sustancialmente sus propiedades físico-químicas de la arcilla.

Carga y transporte: Se depositará la arcilla en una volqueta para la transportarla al un punto de almacenamiento, el cual deberá estar adyacente al lugar de beneficio y preparación de arcillas. La volqueta es recomendable por su capacidad de carga y maniobrabilidad de descargue.

Servicios para la mina: Una vez explotado un bloque, se restaura rellenándolo (con bulldozer o pala mecánica) con la capa vegetal apilada. Estos rellenos pueden ararse y destinarse para cultivos, tal como es hace actualmente para facilitar la reposición de la arcilla con la humedad.

1.5 Beneficio de Arcillas.

El almacenamiento de arcillas (lisa, arenosa y roja) deberá ser en espacios separados y cubiertos para protegerlas de la contaminación y la lluvia. Una vez sea extraída toda la arcilla de un tipo, por ejemplo, la arcilla lisa, se hará una trituración inicial y se mezclará para homogeneizar el material. Luego se utilizará una zaranda para retirar raíces, guijarros y otros desechos. Posteriormente se pasa al secado de la arcilla, el cual será bajo techo, por medio de tejas de plástico que permitan el paso de la luz y el calor del sol.

Luego se pasa al proceso de molido de la arcilla, según métodos establecidos. Para eliminar la mica ("oropel") se debe moler la arcilla y retirar las partículas con un tamaño entre 2 mm y 0.5 mm por medio de mallas, ya que las micas que se encuentran en estos tamaños son las que pueden llegar a afectar las piezas en el proceso de cocción. Sin embargo, otro método que podría funcionar para retirar este mineral es el de flotación.

Estos métodos deben ser evaluados a la luz de varios parámetros tales como tamaño de grano; entonces se hace necesario plantear una serie de ensayos que permitan establecer los mejores procedimientos de beneficio de materias primas en las minas.

1.6 Estudio económico.

1.61 Precio de venta del material.

Una vez se definan los procesos específicos para el beneficio y preparación de arcillas y se llegue a un material con la calidad esperada, se deberá calcular un valor que tendrá en cuenta los costos

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

de operación, tales como alquiler de maquinaria, combustible, energía eléctrica, agua, sueldos de obreros, etc., y la cantidad de arcilla entregada a cada artesano.

1.6.2 Estudios de Viabilidad

El método de explotación debe ser puesto a prueba y evaluado en aspectos técnicos, económicos y sociales. Los costos que intervienen en el estudio de viabilidad son de 2 tipos: costos de capital y costos de operación.

Si no es viable el alquiler del bulldozer o de la pala mecánica, se deberá trabajar manualmente la preparación del terreno para la extracción de la arcilla, proceso que sólo tiene como inconvenientes un mayor empleo de mano de obra y de tiempo.

1.6.3 Plan de Cierre.

Una vez explotada toda la zona actualmente explotable de la mina de barro liso, se procederá a delimitar un nuevo sector del lote para continuar la explotación con el mismo método propuesto y a destinar la zona explotada a otros usos (cultivos de arroz) que permitan descansar el suelo y alientes su recuperacion.

1.7 Plan de manejo ambiental.

El deber de manejar adecuadamente los recursos naturales renovables y la integridad y disfrute del ambiente, es compatible y concurrente con la necesidad de fomentar y desarrollar racionalmente el aprovechamiento de los recursos mineros, como componentes básicos de la economía nacional y el bienestar social.

1.7.1 Evaluación de Impactos

La identificación de impactos busca los enlaces-clave entre el proyecto minero y el medio ambiente comparando los resultados producidos en distintos lugares o momentos. Para ello el proyecto plantea identificar los principales problemas; consultar a la entidad ambiental y darle participación a la comunidad para que haya una apropiación de la cultura ambiental y una gobernabilidad del procesos.

El impacto más severo afecta el suelo y consiste en la ocupación de suelo fértil al crear huecos y zanjas y acumular residuos; el relleno con aguas lluvias de estos huecos puede ser un riesgo para el ganado y las personas.

En este aspecto se implementará el plan de Manejo Ambiental que Artesanías de Colombia ha diseñado, con el apoyo de la Corporación Autónoma Regional del Tolima, CORTOLIMA, para la la mina de arcilla lisa, que es propiedad de la Empresa. Plan que consiste en retirar y acopiar la capa vegetal de las zonas ocupadas y, luego de extraída la arcilla, rellenar los huecos con la capa vegetal. La recuperación de los terrenos con este método es sencilla, pues el remodelado consiste en una nivelación de los materiales superficiales, extendiendo la capa vegetal que se retira de los

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

bloques que se preparan para ser explotados. Posteriormente se recupera el terreno al permitir la utilización productiva y ecológica por medio de cultivos.

Los principales impactos que se pueden ocasionar son:

- Sobre el agua superficial: al derivarse de la operación minera partículas sólidas que generan turbiedad en las aguas superficiales y en aquellas que fluyen por canales y acequias. Como acción preventiva o correctora se plantea no-explotar en días lluviosos, cargar el material en el vehículo lejos de los canales y evitar la caída del material durante cargue y transporte.
- Sobre la morfología y el paisaje: al perturbar el carácter del paisaje con los huecos que deja la explotación. Para corregirlo, se debe reducir en el tamaño de las excavaciones y remodelar el terreno alterado de inmediato con los rellenos del suelo extraído.

También se deben plantar árboles y arbustos como pantallas visuales y protectores de la vegetación existente, cuidando de fertilizar y no cortar las raíces de árboles grandes. Es necesario hacer repoblar y revegetalizar con las especies autóctonas de la zona y cultivos adecuados para la adaptación de la zona afectada.

- Contaminación auditiva: generada por el ruido de la maquinaria pesada, si se utiliza, para lo cual se debe disminuir el menor tiempo de trabajo.

Otras medidas preventivas a ser implementadas pueden ser:

- Aprovechamiento integral de las materias primas.
- Mejora de las vías ya existentes.
- Disposición de letreros en los lotes indicando la ubicación de los mismos, y si es el caso, la existencia de peligro.

3.2.10 Aspectos Sociales y Económicos. La Cooperativa de artesanos deberá favorecer la comercialización organizada de los productos elaborados por ella; permitir a sus asociados trabajar en forma solidaria y participativa y desarrollar sus aptitudes administrativas, promoviendo la búsqueda de soluciones a los problemas colectivos. Su objetivo principal será participar en convenios y proyectos de fomento y promoción de la investigación y su aplicación, la transferencia de tecnología, la comercialización, el desarrollo de valor agregado, la creación y manejo de fondos rotatorios.

El Comité Educativo Ambiental deberá realizar un programa que permita lograr lo siguiente:

- Hacer que los artesanos tomen conciencia sobre la sostenibilidad del recurso mineral y sobre el medio ambiente.
- Alentar a los artesanos a seguir el método de explotación propuesto.
- Capacitar a los artesanos para asumir responsabilidades que exija el plan de explotación.
- Otorgar reconocimiento a los artesanos por sus esfuerzos para el éxito del plan de explotación.
-

Todos los datos reunidos deben ser examinados regularmente por el comité para hacer recomendaciones e implementar cambios. Se debe recopilar periódicamente información de realimentación proveniente de toda la comunidad, incluyendo éxitos y fracasos del plan; esta información debe ser entregada a la Cooperativa.

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

Es importante que si cambian los procedimientos de la minería, deben programarse sesiones de capacitación para mantener actualizados a los artesanos. Las directivas de la Cooperativa de Artesanos y el Comité Educativo Ambiental deben mantener a los artesanos continuamente informados sobre los beneficios del plan de explotación y beneficio de arcillas, y alentarlos a presentar ideas sobre el mismo.

4 BENEFICIO DE MATERIAS PRIMAS – PREPARACION PASTA

Para establecer el tipo de mejoras tecnológicas a implantar en los eslabones productivos de beneficio de materias primas y preparación de la pasta, se analizan los 2 eslabones como un conjunto de operaciones unitarias donde se involucran todos los materiales incluidos en el proceso productivo de La Chamba (arcilla lisa, arcilla arenosa, arcilla roja y agua).

4.1 SELECCION Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS

El diagrama 4.1 muestra todas operaciones unitarias involucradas en los procesos de beneficio de materias primas y preparación de la pasta; los procesos allí mostrados incluyen flujos de entrada y salida de materiales (agua, arcilla arenosa y arcilla lisa), y es el cálculo de éstos el que determina la selección y dimensionamiento de los equipos a utilizar. El diagrama 4.2 muestra la operación unitaria involucrada con el beneficio de la arcilla roja para la fabricación del barniz que será aplicado a las piezas.

4.1.1 Identificación de flujos y operaciones unitarias. Buscando que la selección y dimensionamiento de los equipos sea lo más confiable posible, es importante determinar los flujos, así como las operaciones unitarias involucradas en los procesos a los cuales se les plantea la mejora tecnológica.

Igualmente es importante dar una breve descripción de los flujos correspondientes a las diferentes operaciones, de manera que exista una mejor comprensión de los cálculos necesarios para la selección y dimensionamiento de equipos.

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

4.1.1.1 Molienda y cribado de arcilla arenosa.

- ◆ Flujo A - Corresponde a la arcilla arenosa que entra al proceso de molienda, pero que ha sido traída de la mina y se ha sometido a un secado en el taller. Las condiciones de humedad del material en esta etapa están registradas en la tabla 3.15.
- ◆ Flujo B – Corresponde a la arcilla arenosa molida cuyo tamaño de grano cumple con los requerimientos del proceso y entonces es enviada a la operación de amasado de la pasta utilizada para la fabricación de las piezas. La condición de humedad del material en esta etapa del proceso está registrada en la tabla 3.15.

4.1.1.2 Dispersión y tamizado de arcilla lisa

- ◆ Flujo C – Corresponde a la arcilla lisa recién extraída de la mina ó que ha sido sometida a secado en el taller y que irá a la operación de dispersión mecánica para obtener la mezcla de arcilla lisa –agua. La condición de humedad de la arcilla lisa que entra a esta operación se encuentra registrada en la tabla 3.14.
- ◆ Flujo D – Corresponde al agua adicionada y necesaria en la dispersión de la arcilla lisa para que ésta cumpla con la condición de humedad antes de ir a la operación de amasado de la pasta.
- ◆ Flujo E - Corresponde a la arcilla lisa dispersa y tamizada y con una condición de humedad tal que permite ser usada en la posterior operación de amasado de la pasta que será utilizada en la fabricación de las piezas. Las condiciones de humedad de la arcilla lisa en esta etapa del proceso se encuentran registradas en la tabla 3.14.

4.1.1.3 Amasado de pasta

- ◆ Flujo F - Corresponde a la cantidad de agua necesaria en el amasado de la pasta, para que la pasta salga con la humedad requerida y lista para la fabricación
- ◆ Flujo G - Corresponde a la cantidad de pasta ya amasada que cumple con la condición de humedad requerida para la fabricación de las piezas, pero la cual debe sufrir una operación previa de extruído con el fin de extraer el aire atrapado en su interior. La condición de humedad de la pasta en esta etapa del proceso está registrada en la tabla 3.17.

4.1.1.4 Extrusión de la pasta

- ◆ Flujo H - Corresponde a la cantidad de pasta que cumple con todas las condiciones para la fabricación de las piezas y que será comercializada con otros talleres. La condición de humedad de la pasta en esta etapa del proceso está registrada en la tabla 3.17.
- ◆ Flujo I - Corresponde a la cantidad de pasta que cumple con todas las condiciones para la fabricación de las piezas y que será utilizada en el consumo interno del taller. La condición de humedad de la pasta en esta etapa del proceso está registrada en la tabla 3.17.

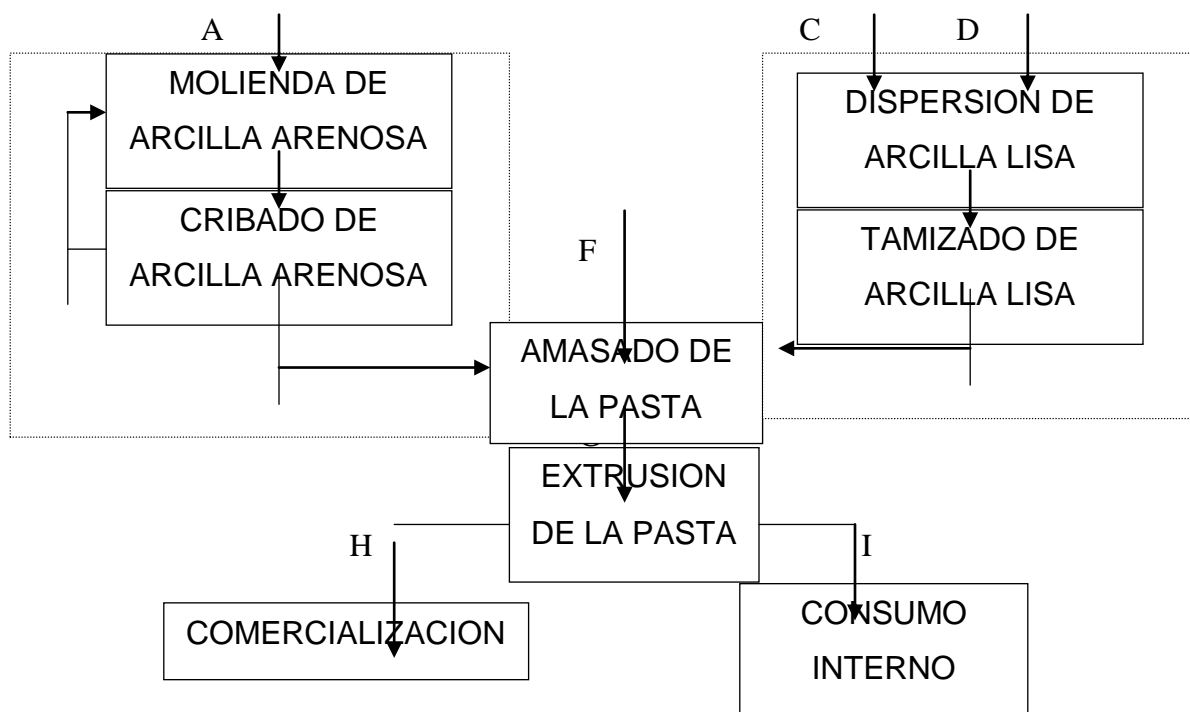


Diagrama 4.1. Balance de materiales. Beneficio de arcilla lisa y arenosa – Fabricación pasta

4.1.1.5 Dispersión de arcilla roja y tamizado de barniz

Esta operación independiente de las anteriores, involucra lo que tiene que ver con la dispersión que se le da a la arcilla roja hasta la obtención del barniz ya listo para ser aplicado a las piezas. (Ver diagrama 4.2)

- ◆ Flujo J - Corresponde a la arcilla roja en bruto (tal como sale de la mina) y que ha sido sometida a un secado en el taller. La condición de humedad de este material se encuentra registrada en la tabla 3.16.
- ◆ Flujo K - Corresponde a la cantidad de agua necesaria para la dispersión de la arcilla roja, de tal manera que se pueda obtener un barniz con las condiciones requeridas.
- ◆ Flujo L - Corresponde al barniz completamente listo para ser aplicado a las piezas. Es esta etapa del proceso el barniz ha sido tamizado y posee la condición de humedad que se registra en la tabla 3.16.

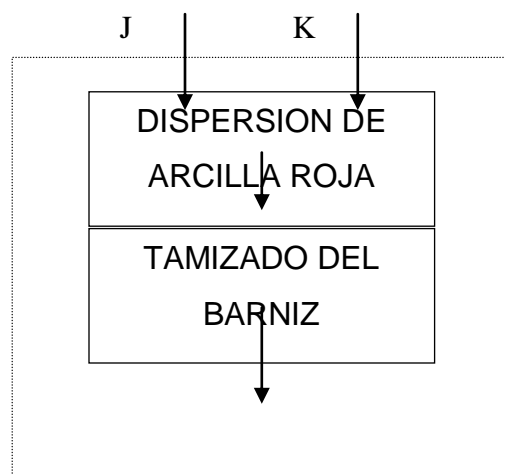


Diagrama 4.2. Balance de materiales. Dispersión arcilla roja – Fabricación de barniz.

4.1.2 Cuantificación de flujo de materiales. Una vez se han identificado todos los flujos involucrados en los procesos, se procede a cuantificarlos; serán las cantidades aquí obtenidas base para la selección y el dimensionamiento de los equipos requeridos en cada una de las operaciones.

De manera análoga a como se hizo para la cuantificación de las reservas de las minas, en este punto se deben hacer algunas consideraciones que serán tenidas en cuenta para determinar las bases de cálculo usadas para otros cálculos

Número de talleres	1
Tiempo de producción	1 mes (26 días)
Tiempo para fabricar piezas	3 semanas
Tiempo para beneficiar materias primas y fabricar pasta	1 semana
Cantidad de pasta a producir	5 toneladas húmedas
Humedad de la pasta	24.3 % (Tabla 3.17)
Cantidad de pasta seca a producir	3.785 toneladas
Pasta para consumo interno	3 toneladas
Pasta para comercializar	2 toneladas
Relación arcilla arenosa seca/arcilla lisa seca en la pasta	1.5 ⁽⁸⁾
Consumo de arcilla roja recién extraída de mina para barniz	0.1 tonelada ⁽⁸⁾

Los flujos son cuantificados empezando por los últimos, de acuerdo al orden del proceso.

4.1.2.1 Molienda y tamizado de arcilla arenosa

◆ Flujo A

% humedad de la arcilla arenosa en bruto que será molida	6.16 % (Tabla 3.15)
Arcilla arenosa seca necesaria	2.27 toneladas
Arcilla arenosa en bruto y húmedo que será molida	2.42 toneladas

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

Humedad del material	0.15 toneladas
◆ Flujo B	
Arcilla arenosa seca molida	2.27 toneladas
Humedad del material molido que va al amasado	5.65 % (Tabla 3.15)
Material húmedo que va al amasado	2.41 toneladas
Humedad del material al amasado	0.14 toneladas
4.1.2.2 Dispersión y tamizado de la arcilla lisa	
◆ Flujo C	
Humedad arcilla lisa recién extraída	24.8 % (Tabla 3.14)
Arcilla lisa seca necesaria para la pasta	1.514 toneladas
Arcilla lisa húmeda cargada al dispersor	2.013 toneladas
Humedad que acompaña al material	0.499 toneladas
◆ Flujo E	
% humedad de arcilla lisa dispersa y tamizada	37.7 %
Arcilla lisa seca en dispersión tamizada	1.514 toneladas
Suspensión de arcilla lisa	2.43 toneladas
Humedad en la suspensión de arcilla lisa	0.916 toneladas
◆ Flujo D	
Agua de ajuste necesaria para la dispersión de arcilla lisa	0.417 toneladas
4.1.2.3 Amasado de la pasta	
◆ Flujo G	
% humedad de la pasta después de amasada	24.3% (Tabla 3.17)
Material seco en la pasta amasada	3.785 toneladas
Pasta húmeda amasada	5 toneladas
Arcilla arenosa seca en la pasta amasada	2.271 toneladas
Arcilla lisa seca en la pasta amasada	1.514 toneladas
Humedad en la pasta amasada	1.215 toneladas
◆ Flujo F	
Arcilla arenosa seca y molida	2.271 toneladas
Humedad acompañando la arcilla arenosa molida	0.14 toneladas
Arcilla lisa seca en dispersión tamizada	1.514 toneladas
Humedad en la dispersión de arcilla lisa tamizada	0.916 toneladas
Humedad de ajuste para el amasado de la pasta	0.159 toneladas
4.1.2.4 Extrusión de la pasta	
◆ Flujo H	
Pasta húmeda para comercializar	2 toneladas
% humedad de la pasta	24.3 % (Tabla 3.17)
Pasta seca para comercializar	1.514 toneladas
Arcilla arenosa seca	0.9084 toneladas
Arcilla lisa seca	0.6056 toneladas
Humedad	0.486 toneladas

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

◆ Flujo I

Pasta húmeda para consumo interno	3 toneladas
% humedad de la pasta	24.3 % (Tabla 3.17)
Pasta seca para consumo interno	2.271 toneladas
Arcilla arenosa seca	1.363 toneladas
Arcilla lisa seca	0.9084 toneladas
Humedad	0.729 toneladas

4.1.2.5 Dispersión de arcilla roja y tamizado del barniz

◆ Flujo J

% humedad de arcilla roja recién extraída	21.8 % (Tabla 3.16)
% humedad de arcilla roja a dispersión	5.84 % (Tabla 3.16)
Consumo de arcilla roja recién extraída para fabricar barniz	0.1 toneladas ⁽⁸⁾
Arcilla roja seca utilizada para fabricar barniz	0.0782 toneladas
Arcilla roja húmeda entrando a dispersión	0.083 toneladas
Humedad de la arcilla entrando a dispersión	0.0049 toneladas

◆ Flujo L

% humedad del barniz listo para ser aplicado a piezas	52 % (Tabla 3.16)
Arcilla roja seca en la suspensión de barniz	0.0782 toneladas
Suspensión de barniz obtenida	0.163 toneladas
Humedad en la suspensión de barniz	0.0847 toneladas

◆ Flujo K

Agua necesaria para ajuste del barniz	0.0798 toneladas
---------------------------------------	------------------

4.1.3 Selección y dimensionamiento de equipos. En la selección y dimensionamiento de los equipos se hicieron algunas consideraciones generales. Por un lado, la concepción de negocio entendido como un taller que produce cerámica negreada como su principal producto, pero que debe autoabastecerse de materias primas beneficiadas en forma técnica y, a la vez, disponer de excedentes para la comercialización, es muy diferente del negocio que sólo se dedica a beneficiar materias primas para la venta.

La concepción de negocio aquí planteada y sobre la cual se va a trabajar, requiere materias primas beneficiadas de una manera técnica y rápida, ya que no es práctico continuar beneficiando pequeñas cantidades de materia prima diariamente usando las mejoras técnicas planteadas, sino que es importante utilizar de la manera más eficiente los equipos implementados.

4.1.3.1 Proceso de molienda

- ◆ Selección del equipo – Una de las variables a considerar para el dimensionamiento de un molino es la molibilidad, variable que establece la cantidad de producto bajo especificaciones y en una unidad de tiempo dada entregada por un molino en particular. Por ejemplo 4 toneladas/hora a través de una malla ASTM 150 (-M150). Esta variable establece el tamaño del equipo necesario para un proceso en particular.

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

Entre los factores más importantes que determinan la molibilidad están la dureza del material, la elasticidad, la resistencia y la divisibilidad, siendo el más importante de todos la dureza del material.

La arcilla arenosa de La Chamba corresponde a un material de dureza intermedia según la escala de Moh. Con la dureza del material a moler, se selecciona el material usado para construir el molino, de manera que el desgaste por abrasión se encuentre entre los límites de diseño. (Especificación entregada por el fabricante del equipo).

Considerando el proceso de La Chamba, el molino más conveniente es uno de martillos, utilizado regularmente para pulverizar y desintegrar el material, funcionando a alta velocidad. Posee un eje rotor que puede ser vertical u horizontal, pero predominan los diseños con rotor horizontal que es el que sostiene los martillos propiamente dichos, y funciona dentro de una carcaza revestida con placas ó con revestimiento para molienda. En un molino de martillos la finura del material molido se controla variando la velocidad del rotor, la velocidad de alimentación ó la abertura entre los martillos y la placa de molienda. Igualmente es posible variar la finura cambiando la cantidad y tipo de martillos así como el tamaño de las aberturas de descarga del material molido.

La molienda en el molino de martillos es el resultado de impactos y fricciones entre grumos ó partículas del material que se muele contra la carcaza del molino y los elementos moledores (martillos).

El proceso de molienda planteado para La Chamba corresponde a una molienda en circuito continuo abierto (el material entra al molino en bruto y sale molido, sin ningún tipo de interrupción con destino a la zaranda ó criba); por tanto, no hay recirculación automática del material molido.

- ◆ Dimensionamiento del molino de martillos - En la tabla 4.1 se registra en forma resumida el valor de cada uno de los flujos involucrados en los procesos de beneficio de materias primas y con base en estos valores serán seleccionados y dimensionados los equipos necesarios para el proceso de La Chamba. Una vez los equipos sean seleccionados y dimensionados, se hace necesario la evaluación de los mismos en el proceso con el fin de hacer los ajustes correspondientes.

El material necesario para la pasta que será consumida en 1 semana debe ser molido en 1 sólo día y de acuerdo a esta consideración se determina la capacidad del molino.

Arcilla arenosa seca que se debe moler/mes	2.271 toneladas (Tabla 4.1)
% humedad del material que se muele	6.16 % (Tabla 3.15)
Material húmedo a moler	2.42 toneladas (2,420 kilos)
Material húmedo a moler/semana	605 kilos
Capacidad del molino requerido	75.6 ~ 80 kilos/hora

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

El molino de martillos debe poseer una molibilidad de 80 kilos/hora a través de una tamiz ASTM 30 (-M30), trabajando con un material de dureza intermedia según la escala Moh.

4.1.3.2 Cribado en seco (Tamizado)

- ◆ Selección del equipo - El cribado es la separación de una mezcla de diversos tamaños de partícula en dos ó más fracciones por medio de una superficie filtrante que actúa como mecanismo de aceptación y rechazo, de manera tal que las porciones tamizadas tiene un tamaño de grano más uniforme que la mezcla original. El tamiz puede ser construido con alambres tejidos, sedas ó telas de plástico, placas perforadas, rejillas de barras, etc.

Las máquinas cribadoras se pueden dividir en 5 clases principales: rejas, cribas giratorias, cribas agitadas, tamices vibratorios y tamices oscilantes. De este abanico de posibilidades, el equipo seleccionado para el proceso de La Chamba es un tamiz vibratorio que posee una gran capacidad y una eficiencia elevada. La capacidad, sobre todo en las mallas finas, es mayor que la lograda con cualquiera de las otras cribas.

La criba seleccionada es un tamiz con vibración mecánica producida mediante un motor eléctrico, acoplado a un eje acoplado al cuerpo de la criba, el cual posee un volante desequilibrado en cada extremo (pesas giratorias desequilibradas). Las contrapesas pueden ser desplazadas con relación al eje, permitiendo el ajuste en la amplitud de la vibración.

Tabla 4.1. Balance de materiales proceso de beneficio de materias primas y fabricación de pasta y barniz

BALANCE DE MATERIALES PROCESO BENEFICIO DE MATERIAS PRIMAS FABRICACION PASTA Y BARNIZ					
OPERACION UNITARIA Y/O ACTIVIDAD	PROCESAMIENTO DE MATERIAL				
	Material seco (toneladas)	Contenido de agua (toneladas)	Agua de ajuste (toneladas)	Total material (toneladas)	
Molienda y cribado de A. arenosa	2.271	0.149	0	2.42	
Dispersión y tamizado de A. lisa	1.514	0.499	0.417	2.43	
Amasado de la pasta	3.785	1.065	0.15	5	
Extrusión de pasta	3.785	1.215	0	5	
Uso - Pasta	Consumo interno	2.271	0.729	0	3
	Comercialización	1.514	0.486	0	2
Dispersión y tamizado de A. roja	0.0782	0.00485	0.0799	0.1629	
Barniz fabricado	0.0782	0.0847	0	0.1629	

- ◆ Dimensionamiento del tamiz – Considerando que el tamiz vibratorio trabaja en conjunción con el molino de martillos (los dos equipos forman una cadena continua de producción), la capacidad del tamizado debe ser de 80 kilos/hora. De acuerdo a lo anterior la criba seleccionada es un tamiz con vibración mecánica y una capacidad de 80 kilos/hora a través de una malla ASTM 30 (-M30).

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

La criba debe permitir la variación del ángulo ó pendiente del tamiz, así como variar la frecuencia y amplitud de la vibración para ajustar las necesidades del proceso (optimización del tamizado).

4.1.3.3 Proceso de dispersión

- ◆ Selección del equipo – Son infinitas las aplicaciones de procesamiento que tienen lugar en tanques agitados mediante hélices giratorias, como lo es suspender ó dispersar partículas de un sólido en un líquido, buscando uniformidad y disminución en el tamaño de grano. Las hélices ó impulsores se pueden dividir en 2 categorías principales: de flujo axial y de flujo radial, dependiendo del ángulo que forman las aspas con el plano de rotación de la hélice.
 - Hélices de flujo axial, son todas aquellas que tienen un ángulo de menos de 90° con el plano de rotación. Presentan 2 niveles de rotación, 1150 ó 1750 rpm con transmisión directa y 350 ó 420 rpm con engranajes.
 - Hélices de flujo radial, son las que poseen aspas paralelas al eje impulsor (90° con el plano de rotación). Su velocidad suele estar entre 50 y 1150 rpm, no obstante esta velocidad puede variar según el diseño del aspa.

El dispersor seleccionado para La Chamba es un híbrido entre la hélice radial y la axial, pues debe manejar la velocidad de una hélice axial (1150 ó 1750 rpm) utilizando una hélice radial. Se busca desaglomerar por cizallamiento y golpe de las partículas de arcilla introducidas al tanque agitado.

- ◆ Dimensionamiento del dispersor – Con base en los datos que se tienen para la arcilla lisa y registrados en la tabla 4.1, se determina la dimensión del predispersor. La arcilla lisa requerida para la pasta que se consume en una semana debe ser predispersada en 1 semana.

Arcilla lisa seca que se debe dispersar/mes	1.514 toneladas (Tabla 4.1)
% humedad suspensión de arcilla lisa	37.7 % (Tabla 3.14)
Material a dispersar	2.43 toneladas (2,430 kilos)
Material dispersar/semana	607.5 kilos
Batches de suspensión a fabricar/semana	3
Cantidad de kilos por batche	202.5 kilos (~205 kilos)
De acuerdo a estos datos se tiene:	diámetro de la hélice del agitador
17 cm	
número de alabes de la hélice	3
longitud del eje soporte de la hélice	85 cm
velocidad de rotación del motor	1150 rpm
potencia del motor	2 hp
volumen del tanque de dispersión	250 litros
volumen de los tanques de almacenamiento	250 litros
cantidad de tanques de almacenamiento	2

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

Los tanques de dispersión y almacenamiento deben ser de material plástico para evitar contaminación del material y además deben poseer su respectiva tapa.

Es importante aclarar que con este mismo equipo se dispersa la arcilla roja para la fabricación del barniz. La necesidad de este material será de 163 kilos de barniz/mes, es decir, se fabricará 1 batche 163 kilos (Ver tabla 4.1) con un porcentaje de humedad de 52 %.(Ver tabla 3.16).

4.1.3.4 Tamizado en húmedo

- ◆ Selección del equipo – El material dispersado continúa con un tamizado según se especificó en los diagramas de flujo del capítulo 2. Se requiere de un tamiz con vibración mecánica como el descrito anteriormente, pero diseñado para trabajar con material en suspensión (alto contenido de agua). El tamiz debe permitir el cambio de malla de una manera sencilla, con el fin de llevar a cabo operaciones de tamizado en diferentes condiciones del proceso, utilizando el mismo equipo. (En principio 2 mallas, ASTM 30 y ASTM 150 para la arcilla lisa y roja respectivamente).
- ◆ Dimensionamiento del tamiz – Para la arcilla lisa se debe tamizar 1 batche cada 15 minutos, lo que equivale a 205 kilos/15 minutos ó 800 kilos/hora. Entonces el tamiz vibratorio debe poseer una capacidad de tamizado de aproximadamente 800 kilos/hora, para un material cuyo porcentaje de humedad es del 37.7 %, a través de una malla ASTM 30 (-M30).

Los 165 kilos de barniz (% humedad – 52 %) deben ser tamizados con el mismo equipo, pero a través de una malla ASTM 150 (-M150); con esta malla el tiempo de tamizado no debe ser superior a 30 minutos.

Es importante considerar las especificaciones de las mallas para saber si reúnen éstas los requerimientos técnicos del proceso, siendo necesario llevar a cabo las evaluaciones de las cuales se habla en el capítulo 2.

4.1.3.5 Proceso de amasado

- ◆ Selección del equipo – El amasado es el resultado de una combinación de movimientos en toda la masa, del tipo de extensión, doblado, embarrado y recombinación, conforme se impulsa y retira el material contra las aspas y las paredes laterales de la amasadora.

El equipo requerido para el proceso de La Chamba se ajusta a la descripción de la máquina que universalmente se utiliza para el mezclado y amasado, la cual consiste en dos aspas que giran en dirección contraria, contenidas en un recipiente dentro del cual se confina el material que sufrirá el proceso de amasado.

Las amasadoras pueden ser de aspas verticales u horizontales, siendo las más difundidas las de aspas horizontales. Para el caso de La Chamba, cualquier configuración de aspas es

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

buena, considerando que las especificaciones del fabricante cumplan con los requisitos de capacidad requeridos por el proceso.

- ◆ Dimensionamiento de la amasadora – Con base en los datos de la tabla 4.1 que registra el balance de materiales y considerando que la amasadora puede convertirse, en un futuro, en un cuello de botella para una eventual ampliación del taller, es importante que ésta posea una gran capacidad de amasado.

Pasta para amasar/mes	5 toneladas
% humedad de la pasta	24.3 %
Tamaño de 1 batche de pasta	100 kilos
Necesidad de amasado/semana	5,000 kilos
Capacidad de la amasadora	104 kilos/hora
Capacidad amasadora tipo	100 kilos/h
Pasta real amasada/semana	4,800 kilos
Pasta real amasada/mes	19,200 kilos

De acuerdo a los datos la posibilidad de amasado sería de 19,200 kilos/mes, capacidad ésta más que suficiente, tanto para las condiciones actuales como para las condiciones futuras en caso de querer un incremento de la producción.

4.1.3.6 Proceso de extrusión

- ◆ Selección del equipo – La extrusora tiene como objetivo retirar de la pasta amasada todo el aire que pudo haber quedado atrapado durante el proceso. La extrusión cuenta con la virtud adicional de ser un proceso, utilizado algunas veces, para amasado y es complemento de este último proceso.

En esencia se logra un movimiento “de circulación” al trabajar en contra de una presión de descarga, de modo que hay un flujo a presión que se opone al flujo de arrastre hacia adelante del gusano. El rotor lleva aspas múltiples, inclinadas hacia adelante que generan la carga de extrusión a través de las placas con orificios, además de golpear el material para romper los grumos que se forman entre los desviadores. Para el caso de La Chamba la extrusora necesaria es la de gusano simple.

- ◆ Dimensionamiento de la extrusora – Este equipo debe trabajar a la par con la amasadora buscando que no haya acumulación entre los procesos de amasado y extrusión y su capacidad debe ser de 100 kilos/hora.

En la tabla 4.2 se registran de manera resumida los equipos necesarios para el beneficio de materias primas así, como para la fabricación de pasta y barniz en el proceso de La Chamba.

Tabla 4.2. Equipos beneficio de materias primas - Fabricación de pasta y barniz

MATERIAL	OPERACION	DESCRIPCION EQUIPO
Arcilla arenosa	Molienda	Molino de martillos 80 kilos/hora % humedad del material : 6 – 10 %
	Cribado	Tamiz vibración mecánica 80 kilos/hora Malla ASTM 30 % humedad del material: 5 - 10 %
Arcilla lisa	Dispersión	Tanque de dispersión 250 lts Capacidad: 205 kilos/batche Diámetro agitador: 17 cm Número de alabes: 3 Longitud eje agitador: 85 cm Velocidad motor: 1150 rpm Potencia motor: 2 hp Almacenamiento: 2 tanques*250 lts
	Tamizado	1 tamiz Capacidad: 800 kilos/hora % humedad del material: 35 – 40 % Malla ASTM 30
Arcilla roja	Dispersión	Se usa el mismo de la arcilla lisa
	Tamizado	Se usa el de la arcilla lisa Malla ASTM 150
Pasta	Amasado	1 amasadora Capacidad de amasado: 100 kilos/h % humedad del material: 25 %
	Extrusión	1 extrusora Capacidad: 100 kilos/hora

Las figuras 4.1 a 4.5 muestran el tipo de equipos que se estarían implementando en el proceso.

Figura 4.1. Molino de martillos

Figura 4.2. Equipo de cribado ó tamizado en húmedo

Figura 4.3. Tanque de dispersión

Figura 4.4. Amasadora de pasta

Figura 4.5. Extrusora de pasta

A partir de los proyectos "Desarrollo integral de la minería, alfarería y comercialización de la cerámica roja y negra de La Chamba, Tolima" y "Consolidación de la cadena productiva de la cerámica artesanal de las veredas de La Chamba, Chipuelo y El Colegio en sus eslabones de la minería, producción y comercialización", financiados por la Corporación para el Desarrollo de la Microempresa, CORPOMIXTA, y el Fondo para el Desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas, FOMIPYME, y ejecutados por la Cámara de Comercio del Sur y oriente

Artesanías de Colombia S.A.
Subgerencia de Desarrollo

del Tolima entre los años 2001-2003, se sentaron las bases organizativas y tecnológicas de este eslabón especializado en la proveeduría de materias primas.

SEeconformó así la Precoperativa Minero-indisutritla, integrada por 13 socios, 9 veces la

1.1 Informe de la Cámara de Comercio.

1.2

1.3 Proyecto ONUDI-Informe Final.

1.4 Pitalito.

1.5 Cadena productiva.

2. Problema:

2.1 Artesano "todero".

2.2 Gasto de tiempo, energía, falta de homogeneización de arcillas.

2.3 Oropel-Calidad.

2.4 Desperdicio: Ineficiencia.

2.5 Obsolescencia de maquinaria inapropiada e insuficiente- equipo.

2.6 Altos costos de materia prima.

2.7 Instalaciones inadecuadas.

2.8 Impactos ambientales: ruido, emisión de polvo.

3. Justificación.

3.1 Demanda potencial de 150 talleres.

3.2 Eficiencia de la producción.

3.4 Economía de tiempo.

3.5 Homogeneización.

4. Objetivo General:

4.1 Incrementar la eficacia y calidad de la preparación de pasta cerámica o barbotina con la aplicación de tecnologías apropiadas y la normalización de procesos.

5. Objetivos Específicos:

5.1 Diseñar, construir y poner en funcionamiento una unidad de preparación de pasta cerámica integrada en sus procesos de molido-cernido-extrusión.

5.2 Diseñar, construir y poner en funcionamiento una unida productiva de barbotina integrada en sus procesos de preparación y batido.