



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESUMEN

DEFINICIÓN DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN SEMI-INDUSTRIAL DE LADRILLOS EN LA PARROQUIA SUSUDEL

El presente trabajo de investigación, se trata de la elaboración de un proceso de producción de ladrillos en la Parroquia Susudel que permita mejorar las condiciones de trabajo y calidad del producto final. Hoy en día los productores de ladrillos en la parroquia Susudel, sienten la necesidad de adoptar criterios técnicos para su fabricación, e implementar mejoras de la producción con mayor planificación en el proceso productivo. Debido a que la repetición de las mismas técnicas de elaboración y una mínima introducción de nuevos conocimientos tecnológicos, no han generado mayores utilidades que justifiquen el trabajo de extremo agotamiento entregado a esta práctica, y en consecuencia la falta de recursos, no ha permitido adquirir maquinaria adecuada para minimizar el esfuerzo humano. El interés está en la implementación de buenas prácticas y tecnologías más viables con pequeñas inversiones, acorde al entorno socio-económico y ambiental que favorezca el desarrollo de las ladrilleras, que permitan conservar una imagen y características del producto final. Se dio inicio con este estudio para una posterior aplicación en cualquier ladrillera cuyo proceso sea artesanal; teniendo en cuenta las propiedades de las materias primas que se dispone en el lugar, se han determinado las oportunidades de mejora en el proceso, al igual se realizó pruebas de laboratorio con el fin de obtener guías que indiquen en que aspectos básicos se deberá investigar para obtener mejores resultados.

Al finalizar la investigación se concluyó, que una solución inmediata para mejorar la producción es la adquisición de un equipo que permita disminuir la granulometría de las arcillas, lo cual permite tener un ladrillo más compacto, de mejor color, y principalmente se reduce el tiempo de cocción. Otro aspecto preponderante a considerar es cambiar el tipo de horno, para tener un mejor control de la temperatura y regular la distribución de calor. También se puede aprovechar los gases calientes emitidos por el horno para el secado de los ladrillos para aumentar la eficiencia y disminuir el impacto al medio ambiente. Se puede continuar con una siguiente etapa de investigación e incluso implementar ciertas recomendaciones, basándose en datos y estudios realizados en el presente documento.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Palabras claves:

Producción

Ladrillos

Artesanal

Condiciones de trabajo

Granulometría de las arcillas

Implementación de mejoras de producción

Calidad del producto final

Medio ambiente



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ABSTRACT

DEFINITION OF A PROCESS OF PRODUCTION SEMI-INDUSTRIAL OF BRICKS IN THE PARISH OF SUSUDEL

The present work of investigation is about the elaboration of a process of brick production in the Susudel Parish that allows improving the conditions of work and quality of product. Nowadays the brick producers in the Susudel parish feel the necessity to adopt technical criteria for their manufacture, and to implement improvements of the production with greater planning in the productive process because the repetition of the same techniques of elaboration and a minimal introduction of new knowhows, has not generated utilities that justify the work of extreme depletion given to this practice, and consequently the lack of resources, it has not allowed to acquire adapted machinery to minimize the human effort. The interest is in the implementation of good practices and more viable technologies with small investments, according to the socio-economic and environmental surroundings that favor the development of the brickmakers, which enable them to conserve an image and final product characteristics. It began with this study for a further application in any brickmaker whose process is artisan; considering the properties of the raw materials that available in the place, the opportunities of improvement in the process have been determined and was realized laboratory tests with the purpose of to obtain guides to indicate in that basic aspects will be due to investigate to obtain better results.

When finalized the investigation, it was concluded that an immediate solution to improve the production is the acquisition of equipment that allows diminishing the granulometry of clays, which allows having a more compact brick, of better color, and mainly the time of baking is reduced. Another preponderant aspect to consider is to change the type of furnace, to have a better control of the temperature and to regulate the heat distribution. Also it is possible to be taken advantage of hot gases emitted by the furnace for the drying bricks to increase the efficiency and to diminish the impact to the environment. It is possible to be continued with a following stage of investigation and implementation of some recommendations, based on data and studies in this document.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Keys words:

Production

Bricks

Handcrafted

Conditions of work

Implement improvements of the production

Granulometry of the clays

Quality of the final product

Environment



UNIVERSIDAD DE CUENCA

INDICE

Introducción

Objetivos

CAPITULO I. Marco teórico

Qué es el ladrillo

Tipos de ladrillo

Materias primas

Caracterización de materias primas

Procesos de producción

Hornos para ladrillos

CAPITULO II. Introducción.

Introducción

Información general de Susudel

Descripción del proceso productivo actual

Diagrama de flujo del proceso

Tipos de ladrillos que se producen

Hornos que se utilizan en las ladrilleras

CAPITULO III. Producción y recursos necesarios

Descripción de las formas de trabajo

Determinación de volúmenes de producción

Porcentaje de materia prima local

Porcentaje de materia prima fuera de la localidad

Determinación de volúmenes de agua

Determinación de propiedades de la materia prima

Mano de obra

Tipo de combustible

CAPITULO IV. Posibles mejoras de producción.

Elaboración de un plan de producción semi-industrial

Descripción del proceso productivo propuesto



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO V. Conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

Recomendaciones

ANEXOS.

Anexo 1. Encuesta aplicada los ladrilleros de la parroquia Susudel
para determinar los recursos necesarios para la producción

Anexo 2. Análisis granulométrico de pasta para ladrillos

Anexo 3. Índice de plasticidad

Anexo 4. Determinación de la temperatura aproximada del horno artesanal

Anexo 5. Contracción al secado

Anexo 6. Contracción a la quema

Anexo 7. Determinación de la absorción de agua

Anexo 8. Pruebas de contracción y absorción en el horno de gradiente

BIBLIOGRAFIA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA



**DEFINICIÓN DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN SEMI-
INDUSTRIAL DE LADRILLOS EN LA PARROQUIA SUSUDEL**

Trabajo Final previo a la obtención del título de Ingeniero Químico.

AUTORA: NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.

DIRECTORA: ING. CATALINA PEÑAHERRERA.

2010

CUENCA – ECUADOR



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi madre, hermanos, hermana y abuelita por su apoyo incondicional durante este proceso de preparación académica, quienes han sido mi fortaleza y me han alentado en todo momento para culminar exitosamente mi carrera.

A todos mis amigos(as) quienes en todo momento me han demostrado su cariño y han sido parte importante de mi vida estudiantil, hemos pasado momentos inolvidables superando todos los obstáculos que la vida nos ha puesto a prueba.

A mis amigos quienes no han compartido mi vida universitaria pero en todo momento han estado pendientes de mí, expresándome su apoyo y dándome la fuerza para que no decline en el cumplimiento de una de mis metas.

Nelly



UNIVERSIDAD DE CUENCA

AGRADECIMIENTO.

A Dios por darme la vida y la oportunidad de seguir creciendo, aprendiendo de los errores y levantándome las veces necesarias hasta alcanzar retos propuestos.

Expreso mi sincero agradecimiento a la Ing. Catalina Peñaherrera, en calidad de Directora del presente trabajo por compartir sus conocimientos y brindar parte de su valioso tiempo en la guía de la elaboración de mi trabajo, así como por permitirme realizar mi investigación en el CESEMIN, institución que preside facilitándome las instalaciones sin reserva alguna.

Al Ing. Galo Gallegos por haberme brindado su apoyo incondicional y expresar sugerencias en la realización de esta investigación.

A los productores ladrilleros de la parroquia Susudel por permitir la investigación en sus fábricas para la obtención de datos importantes que ayudó el desarrollo de este proyecto.

Nelly



UNIVERSIDAD DE CUENCA

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación, se trata de la elaboración de un proceso de producción de ladrillos en la Parroquia Susudel que permita mejorar las condiciones de trabajo y calidad del producto final. Hoy en día los productores de ladrillos en la parroquia Susudel, sienten la necesidad de adoptar criterios técnicos para su fabricación, e implementar mejoras de la producción con mayor planificación en el proceso productivo. Debido a que la repetición de las mismas técnicas de elaboración y una mínima introducción de nuevos conocimientos tecnológicos, no han generado mayores utilidades que justifiquen el trabajo de extremo agotamiento entregado a esta práctica, y en consecuencia la falta de recursos, no ha permitido adquirir maquinaria adecuada para minimizar el esfuerzo humano. El interés está en la implementación de buenas prácticas y tecnologías más viables con pequeñas inversiones, acorde al entorno socio-económico y ambiental que favorezca el desarrollo de las ladrilleras, que permitan conservar una imagen y características del producto final. Se dio inicio con este estudio para una posterior aplicación en cualquier ladrillera cuyo proceso sea artesanal; teniendo en cuenta las propiedades de las materias primas que se dispone en el lugar, se han determinado las oportunidades de mejora en el proceso, al igual se realizó pruebas de laboratorio con el fin de obtener guías que indiquen en que aspectos básicos se deberá investigar para obtener mejores resultados.

Al finalizar la investigación se concluyó, que una solución inmediata para mejorar la producción es la adquisición de un equipo que permita disminuir la granulometría de las arcillas, lo cual permite tener un ladrillo más compacto, de mejor color, y principalmente se reduce el tiempo de cocción. Otro aspecto preponderante a considerar es cambiar el tipo de horno, para tener un mejor control de la temperatura y regular la distribución de calor. También se puede aprovechar los gases calientes emitidos por el horno para el secado de los ladrillos para aumentar la eficiencia y disminuir el impacto al medio ambiente. Se puede continuar con una siguiente etapa de investigación e incluso implementar ciertas recomendaciones, basándose en datos y estudios realizados en el presente documento.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

OBJETIVO GENERAL

Determinar un proceso tecnológico de producción de ladrillos en Susudel que permita mejorar las condiciones de trabajo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar las materias primas necesarias y su procedencia para la producción de ladrillos.
- Identificar las condiciones actuales de producción.
- Proponer un proceso de producción semi-industrial acorde al entorno.
- Proponer una alternativa para disminuir el impacto ambiental en la quema.



CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO.

1.1. QUE ES EL LADRILLO?

Un **ladrillo** es una pieza cerámica, generalmente ortoédrica, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa, resisten la humedad y el calor. Se emplea en albañilería para la ejecución de paredes, ya sean muros, tabiques, tabicones, etc. Algunos ladrillos están hechos de arcillas resistentes al fuego para construir chimeneas y hornos. Otros están hechos con vidrio o se someten a procesos de vitrificación. Los ladrillos se pueden fabricar de diferentes formas, dependiendo de la manera en que se vayan a colocar sus costados largos (al hilo) y sus extremos cortos (cabezales).

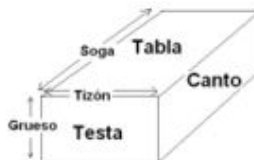


Figura 1. Nomenclatura de las caras de un ladrillo

1.2. TIPOS DE LADRILLOS

Según su forma, los ladrillos se clasifican en:

- *Ladrillo perforado*, que son todos aquellos que tienen perforaciones en la tabla que ocupen más del 10% de la superficie de la misma. Se utilizan en la ejecución de fachadas de ladrillo.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- *Ladrillo macizo*, aquellos con menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos modelos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros sin llagas.
- *Ladrillo tejar o manual*, simulan los antiguos ladrillos de fabricación artesanal, con apariencia tosca y caras rugosas. Tienen buenas propiedades ornamentales.
- *Ladrillo aplantillado*, aquel que tiene un perfil curvo, de forma que al colocar una hilada de ladrillo, conforman una moldura corrida.
- *Ladrillo hueco*, son aquellos que poseen perforaciones en el canto o en la testa que reducen el peso y el volumen del material empleado en ellos, facilitando su corte y manejo. Aquellos que poseen orificios horizontales son utilizados para tabiquería que no vaya a soportar grandes cargas. Pueden ser de varios tipos:
 - Rasilla: su soga y tizón son mucho mayores que su grueso
 - Ladrillo hueco simple: posee una hilera de perforaciones en la testa.
 - Ladrillo hueco doble: con dos hileras de perforaciones en la testa.
 - Ladrillo hueco triple: posee tres hileras de perforaciones en la testa.
- *Ladrillo caravista*: son aquellos que se utilizan en exteriores con un acabado especial.
- *Ladrillo refractario*: se coloca en lugares donde debe soportar altas temperaturas, como hornos o chimeneas¹.

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Ladrillo>



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1.3. MATERIAS PRIMAS.

La materia prima utilizada para la producción de ladrillos es, **fundamentalmente, la arcilla**. Este material está compuesto, principalmente, de sílice, alúmina, agua y cantidades menores variables de óxidos de hierro y otros materiales alcalinos, como los óxidos de calcio y los óxidos de magnesio, formando todos ellos silicatos.

El término arcilla se usa habitualmente con diferentes significados:

- Desde el punto de vista mineralógico, engloba a un grupo de minerales (minerales de la arcilla), filosilicatos en su mayor parte, cuyas propiedades físico-químicas dependen de su estructura y de su tamaño de grano, muy fino (inferior a $2 \mu\text{m}$).
- Desde el punto de vista petrológico la arcilla es una roca sedimentaria, en la mayor parte de los casos de origen detrítico, con características bien definidas. Para un sedimentólogo, arcilla es un término granulométrico, que abarca los sedimentos con un tamaño de grano inferior a $2 \mu\text{m}$.
- Para un ceramista una arcilla es un material natural que cuando se mezcla con agua en la cantidad adecuada se convierte en una pasta plástica.
- Desde el punto de vista económico las arcillas son un grupo de minerales industriales con diferentes características mineralógicas y genéticas y con distintas propiedades tecnológicas y aplicaciones.

La arcilla tiene propiedades plásticas, lo que significa que al humedecerla puede ser modelada fácilmente. Al secarse se torna firme y disminuye su tamaño, esta disminución de tamaño es mayor, cuanto menor sea el contenido de materias no plásticas de la arcilla que estamos trabajando; cuando se somete a altas temperaturas suceden reacciones químicas que, entre otros cambios, causan que la arcilla se convierta en un material permanentemente rígido, denominado cerámica.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La arcilla puede aparecer en varios colores, desde un pálido gris a un oscuro rojo anaranjado.

Los lechos de arcilla se encuentran, en casi todos los terrenos, a flor de tierra o a pocos metros de la superficie, prácticamente todas las arcillas son aptas para usos en el campo de la cerámica de construcción de ladrillos, tejas, baldosas; alfarería tradicional, lozas, azulejos y gres; primando las consideraciones económicas.

1.4. CARACTERIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS

1.4.1. PROPIEDADES DE LAS ARCILLAS

- **Superficie específica**

La superficie específica o área superficial de una arcilla se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta exista) de las partículas constituyentes, por unidad de masa, expresada en m^2/g .

Las arcillas poseen una elevada superficie específica, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende directamente de esta propiedad.

A continuación se muestran algunos ejemplos de superficies específicas de arcillas:

Caolinita de elevada cristalinidad hasta $15 m^2/g$

Caolinita de baja cristalinidad hasta $50 m^2/g$

Halloisita hasta $60 m^2/g$

Illita hasta $50 m^2/g$

Montmorillonita $80-300 m^2/g$

Sepiolita $100-240 m^2/g$

Paligorskita $100-200 m^2/g$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- **Capacidad de Intercambio catiónico**

La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede adsorber a un determinado pH. Es equivalente a la medida del total de cargas negativas del mineral.

A continuación se muestran algunos ejemplos de capacidad de intercambio catiónico (en meq/100 g):

Caolinita: 3-5

Halloisita: 10-40

Illita: 10-50

Clorita: 10-50

Vermiculita: 100-200

Montmorillonita: 80-200

Sepiolita-paligorskita: 20-35

- **Capacidad de absorción**

Algunas arcillas encuentran su principal campo de aplicación en el sector de los absorbentes ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar (esmeclitas) o en los canales estructurales (sepiolita y paligorskita).

La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La capacidad de adsorción se expresa en porcentaje de adsorbato con respecto a la masa y depende, para una misma arcilla, de la sustancia de que se trate. La absorción de agua de arcillas absorbentes es mayor del 100% con respecto al peso.

- **Hidratación e hinchamiento**

La absorción de agua en el espacio interlaminaar tiene como consecuencia la separación de las láminas dando lugar al hinchamiento. Este proceso depende del balance entre la atracción electrostática catión-lámina y la energía de hidratación del catión. A medida que se intercalan capas de agua y la separación entre las láminas aumenta, las fuerzas que predominan son de repulsión electrostática entre láminas, lo que contribuye a que el proceso de hinchamiento pueda llegar a disociar completamente unas láminas de otras. Cuando el catión interlaminaar es el sodio, las arcillas tienen una gran capacidad de hinchamiento, pudiendo llegar a producirse la completa disociación de cristales individuales, teniendo como resultado un alto grado de dispersión y un máximo desarrollo de propiedades coloidales. Si por el contrario, tienen Ca o Mg como cationes de cambio su capacidad de hinchamiento será mucho más reducida.

- **Plasticidad**

Las arcillas son eminentemente plásticas. Esta propiedad se debe a que el agua forma una película sobre las partículas laminaares produciendo un efecto lubricante que facilita el deslizamiento de unas partículas sobre otras cuando se ejerce un esfuerzo sobre ellas.

La elevada plasticidad de las arcillas es consecuencia, nuevamente, de su morfología laminaar, tamaño de partícula extremadamente pequeño (elevada área superficial) y alta capacidad de hinchamiento.

Generalmente, esta plasticidad puede ser cuantificada mediante la determinación de los índices de Atterberg (Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Retracción). Estos límites marcan una separación arbitraria entre



UNIVERSIDAD DE CUENCA

los cuatro estados o modos de comportamiento de un suelo sólido, semisólido, plástico y semilíquido o viscoso.

La relación existente entre el límite líquido y el índice de plasticidad ofrece una gran información sobre la composición granulométrica, comportamiento, naturaleza y calidad de la arcilla. Existe una gran variación entre los límites de Atterberg de diferentes minerales de la arcilla, e incluso para un mismo mineral arcilloso, en función del catión de cambio. En gran parte, esta variación se debe a la diferencia en el tamaño de partícula y al grado de perfección del cristal. En general, cuanto más pequeñas son las partículas y más imperfecta su estructura, más plástico es el material.

- **Tixotropía**

La tixotropía se define como el fenómeno consistente en la pérdida de resistencia de un coloide, al amasarlo, y su posterior recuperación con el tiempo. Las arcillas tixotrópicas cuando son amasadas se convierten en un verdadero líquido. Si, a continuación, se las deja en reposo recuperan la cohesión, así como el comportamiento sólido. Para que una arcilla tixotrópica muestre este especial comportamiento deberá poseer un contenido en agua próximo a su límite líquido. Por el contrario, en torno a su límite plástico no existe posibilidad de comportamiento tixotrópico².

1.5. PROCESOS DE PRODUCCIÓN.

Un proceso de producción es un sistema de actividades que se encuentran interrelacionadas de forma dinámica y que se orientan a la transformación de ciertos elementos. De esta manera, los elementos de entrada (materias primas) pasan a ser elementos de salida (productos), tras un proceso en el que se incrementa su valor.

Los procesos productivos, por su parte, pueden clasificarse de distintas formas.

² www.arqhys.com/arcilla-propiedades.html



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Según el tipo de transformación que se intenta hacer, pueden ser:

- Técnicos, que modifican las propiedades intrínsecas de las materias primas.
- De modo, hay modificaciones de selección, forma o modo de disposición de las materias primas.
- De lugar o de tiempo, desplazamiento de las materias primas en el espacio o conservación en el tiempo.

Según el modo de producción puede ser:

- Simple, cuando la producción tiene por resultado un producto o servicio de tipo único.
- Múltiple, cuando los productos son técnicamente interdependientes.

1.5.1. EL PROCESO CERÁMICO.

El proceso cerámico consiste en la transformación de una mezcla de materias primas en un elemento rígido cuyo destino puede ser muy diverso. Desde elementos rústicos y de escaso valor unitario como: ladrillos y tejas hasta elementos de precio más alto como: baldosas, azulejos, vajillas o decorativos (jarrones, piezas de arte).

Se trata por tanto de un sector amplio y heterogéneo, aunque con numerosos elementos comunes en lo que al proceso productivo se refiere.

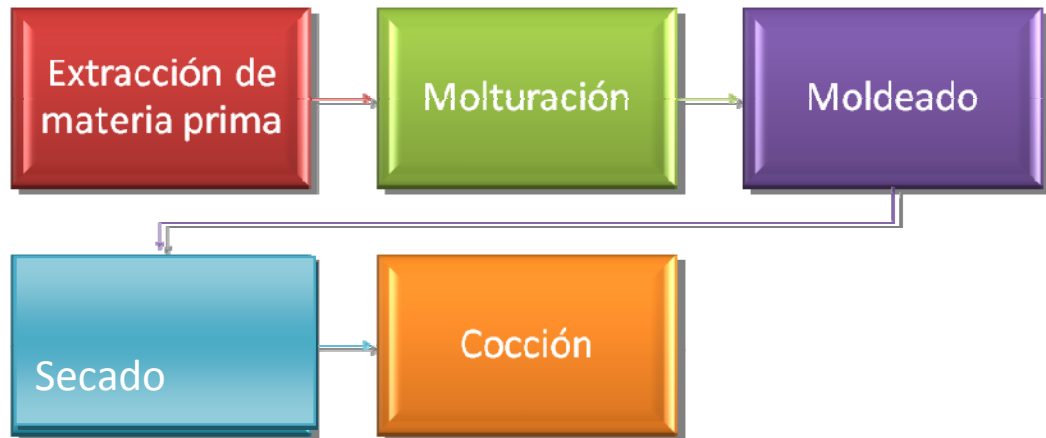
Una clasificación clásica define dos grandes grupos de empresas en el sector, en función de las materias primas:

- Cerámica blanca, en la que la materia prima principal es el caolín
- Cerámica roja, en la que la materia prima principal es la arcilla.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El proceso general de la cerámica consta de las siguientes etapas:



1.6. HORNOS PARA LADRILLOS.

En general se puede definir un horno como una instalación en la que, por medio del calor, se producen transformaciones físicas o químicas en un material determinado, transformaciones necesarias para una cierta operación industrial.

Los hornos usados en las ladrilleras artesanales son de combustión, de diseño antiguo, de tipo 'fuego directo' en los cuales la cocción se realiza depositando los combustibles en el interior, sin ningún tipo de control de la temperatura.

En todos los hornos de combustión se pueden distinguir tres partes principales:

1. Instalación de combustión.
2. Laboratorio, que es el ambiente en el que tienen lugar las transformaciones del material.
3. Instalaciones de expulsión de los productos de la combustión (chimenea o tiro).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El tipo de horno está en estrecha relación con la clase de material que se va a tratar y con la naturaleza de la operación industrial a la que se ha de someter el material citado.

1.6.1. CLASIFICACIÓN DE LOS HORNOS

La clasificación de los hornos puede responder a diferentes criterios:

Por el tipo de calefacción:

- ✓ Eléctricos: Son pequeños, intermitentes, de laboratorio; o continuos, de canales.
- ✓ De combustión: De combustible sólido, líquido, gaseoso.

Por la manera de funcionar en el tiempo:

- ✓ Continuos
- ✓ Intermitentes

Por la disposición del material respecto a los productos de combustión:

- ✓ De llama libre o directa
- ✓ De mufla
- ✓ Con el material en cajas, en hornos de llama libre.

Los hornos utilizados en la industria cerámica son de dos tipos: hornos intermitentes, donde el fuego se apaga cuando no está cargado y se enciende cuando se introduce una hornada, y hornos continuos, en los que la carga y descarga se realiza con el horno encendido. En la actualidad se utilizan ambos tipos, aunque los diferentes modelos de horno continuo son más adecuados para la producción a gran escala. Los hornos continuos más importantes son el horno túnel, en el que los productos se mueven por una larga cámara de combustión sobre una cinta transportadora, y el horno rotatorio, en el que los productos atraviesan, por la fuerza de la gravedad, una larga cámara de combustión inclinada.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO II

2. INTRODUCCIÓN.

La producción de ladrillos está ampliamente distribuida en la Parroquia de Susudel, todas estas ladrilleras son de micro y pequeño tamaño, son informales y utilizan técnicas artesanales para la fabricación de sus productos. Además existen ciertas operaciones del proceso que son realizadas por niños, poniendo en riesgo su salud e integridad física ya que son tareas que requieren un gran esfuerzo físico.



Fotografía 1: Fábrica de Ladrillos en Susudel

La elaboración de ladrillos de forma artesanal a la que se dedica gran parte de la población de Susudel, fue introducida por la familia Moscoso desde 1950, quienes ubican el primer horno en el centro parroquial, en el transcurso de estos años se va incrementando el número de productores, ya que esta actividad se ha convertido en una de las principales fuentes de ingresos económicos para sus pobladores. Desde aquel tiempo la fabricación del ladrillo común o panelón, ha sido en esta zona una práctica



UNIVERSIDAD DE CUENCA

habitual, generadora de puestos de trabajo para el sustento de un gran número de familias, y a la vez productora de grandes cantidades de uno de los materiales más utilizados en las construcciones que han adoptado como herramienta principal el ladrillo común.

La industria ladrillera se encuentra directamente desarrollada con la industria de la construcción, por ser proveedora de una de las materias primas fundamentales para su desarrollo, radicando, aquí su importancia y necesidad de mejorar los sistemas productivos actuales, ya que, no obstante las ventajas del material y la difundida utilización del ladrillo común, en nuestro medio, no se observa un proceso de producción acorde a la importancia de este material, por lo que hay un bajo grado de desarrollo tecnológico en la ladrilleras de la zona.

Hoy en día los productores sienten la necesidad de adoptar criterios técnicos para su fabricación e implementar mejoras que permitan una producción con mayor planificación en el proceso productivo, debido a que la repetición de las mismas técnicas de fabricación y una mínima introducción de nuevos conocimientos tecnológicos, no han generado mayores utilidades que justifiquen el trabajo de extremo agotamiento entregado a esta práctica, y en consecuencia la falta de recursos no ha permitido adquirir maquinaria adecuada para minimizar el esfuerzo humano. El interés, está en la implementación de buenas prácticas y tecnologías más viables con pequeñas inversiones, acorde al entorno socio-económico y ambiental que favorezca el desarrollo de las ladrilleras, que permitan conservar una imagen y características del producto.

2.1. INFORMACIÓN GENERAL DE SUSUDEL

La parroquia Susudel se encuentra al Sur de la provincia del Azuay, pertenece al cantón Oña. Se encuentra en la cuenca del Jubones, subcuenca del río León. Limita al norte con la parroquia Las Nieves del cantón Nabón, al este con la parroquia Cochapata y la periferia de la cabecera cantonal de Oña, al Sur con las parroquias de El Tablón y San Antonio de Cumbe del cantón Saraguro de la provincia de Loja, y, al oeste



UNIVERSIDAD DE CUENCA

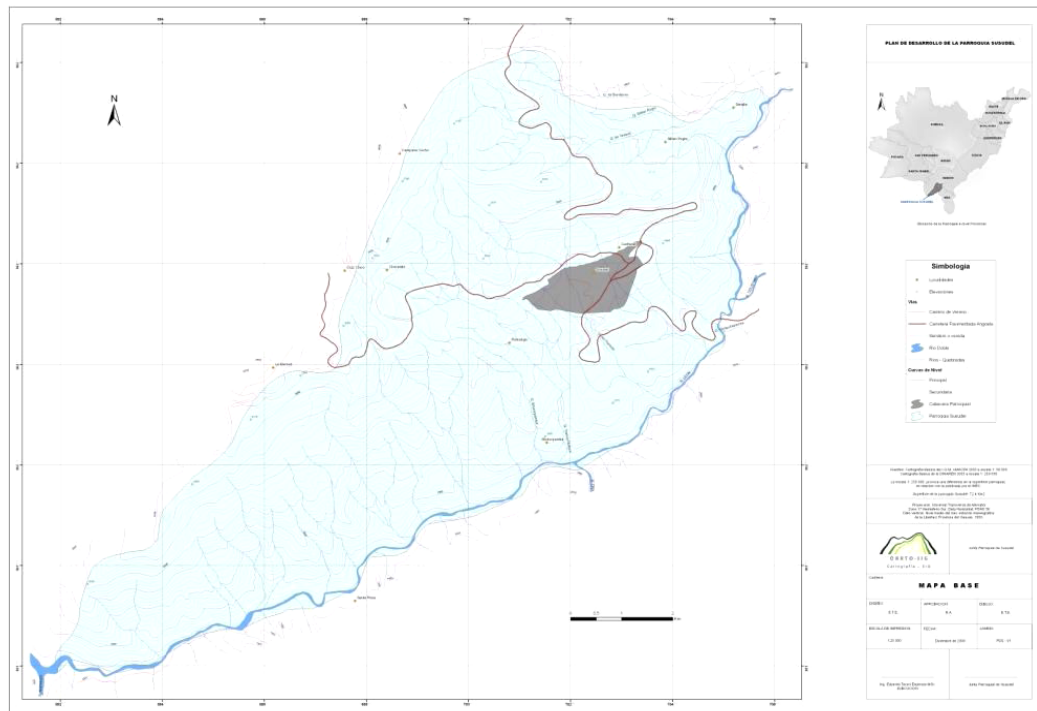
con la parroquia El Progreso del cantón Nabón. El territorio se encuentra a una altura promedio de 2300 m.s.n.m. y tiene una extensión de 72,4 kilómetros cuadrados.



Mapa de la Provincia del Azuay, ubicación de Susudel



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Parroquia Susudel: Mapa Base.

Susudel se constituyó en parroquia el 24 de Enero de 1997 mediante registro oficial N.- 116. Anterior a este reconocimiento político administrativo fue una comunidad más de la parroquia Oña.

La parroquia Susudel cuenta con 12 comunidades, como son: Ingapirca, Susudel, Pullcanga, San Jerónimo, Raricucho, Galluzhapa, Barín, Sanglia, Los Pinos, Tamboloma o Palalín, Nuevo Susudel o Cuchudel y Chacalata.

Dentro de la dinámica económica de la parroquia, la producción artesanal de ladrillos ocupa un segundo lugar en importancia, ya que más de 85 hogares de Susudel se dedican a esta actividad, generando empleo directamente a las familias e indirectamente a toda la parroquia y parte del cantón Oña. Las comunidades de Susudel que producen ladrillo son: Pullcanga, San Jerónimo, Galluzhapa, Barín, Sanglia, Los Pinos, Tamboloma o Palalín, Nuevo Susudel o Cuchudel y Susudel centro.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL.

Para conocer el proceso productivo en las ladrilleras artesanales se realizaron varias visitas a todas las fábricas que se encontraban laborando y se aplicaron a los dueños encuestas con preguntas que se consideró importantes para proporcionar información a la investigación. El número de personas encuestadas es de 64 quienes se encontraban laborando en aquel momento. (Ver anexo 1.)

Luego se procedió a un análisis de las encuestas y se seleccionaron dos ladrilleras que tenían una producción regular, cuyo proceso es semejante a la mayoría de las existentes en la parroquia para realizar una investigación más exhaustiva además que sus productores prestaban la colaboración requerida.

El proceso productivo actual que usan las ladrilleras artesanales en Susudel consta de:

2.2.1. EXPLOTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS.

La materia prima primordial en la elaboración de ladrillos es la arcilla como ya se mencionó anteriormente y se usan generalmente dos tipos de arcillas denominadas negra y lastre, estas se encuentran generalmente en canteras alejadas de los hornos por lo que tienen que pagar fletes para hacer llegar el material a los sitios de fabricación. Algunos productores tienen canteras de arcilla que se encuentran muy cerca de los hornos por lo que se eliminan los costos del flete.

En Susudel hay una variedad de arcillas y dependiendo de la zona donde esté ubicada la ladrillera hay una variación en el uso de materias primas porque aprovechan el tipo de material que disponen en el lugar, por ejemplo: en Tamboloma las ladrilleras usan de 2 a 4 tipos de materia prima que son: roja, negra, amarilla y lastre. Pero la mayoría realizan su dosificación con dos tipos de arcillas que son las que a lo largo del tiempo han dado los mejores resultados. (Ver anexo 1, pregunta 3 apartado c.)



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Fotografía 2: Arcilla negra (Ladrillera de Susudel)



Fotografía 3: Lastre (Ladrillera de Susudel)

Otra materia prima es el agua; las fábricas de ladrillo se abastecen del sistema de riego, de vertientes ubicadas en sus terrenos y del sistema destinado al consumo humano, esto dependiendo de las épocas del tiempo si es lluvioso o seco.

Para quemar los ladrillos el material que usan como combustible para sus hornos es principalmente la leña de eucalipto, que es comprada y abastecida a través de los comerciantes de este material por camiones; algunas veces se proveen de la tala de bosques propios del productor.

2.2.2. MEZCLADO.

AUTORA:
NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Esta operación se realiza en pozas en el suelo denominadas noques (pozos circulares), en donde se someten a un íntimo mezclado las arcillas y el agua hasta obtener una masa plástica moldeable, sin ningún control de la humedad y densidad de la pasta, ya que todo el proceso se basa en la experiencia del operador y las cantidades se calculan por tanteo. La dosificación referida a los dos tipos de arcilla, la negra y lastre, se la hace en un 66.67% de negra y lastre un 33.33%, es decir en una proporción de 2 a 1. En las ladrilleras que usan otras materias primas como roja, amarilla, blanca, esto varía de acuerdo al tipo y cantidad de arcilla que dispongan; estas dosificaciones son hechas por el productor al tanteo, quien trata de buscar la mezcla adecuada para obtener una producción apropiada, por lo que el producto final resulta con muchas variaciones en el tamaño, color y resistencia. (Ver anexo 1: pregunta 3, apartado c: Materia prima).



Fotografía 4: Noque (Ladrillera de Susudel)

2.2.3. MOLDEADO.

La pasta o mezcla formada es llevada en carretillas al lugar donde se va a moldear. Los moldes son de madera de tamaño establecido por el dueño de la ladrillera, existe una variación en las dimensiones del molde en las ladrilleras del sector que son: en el largo entre 1- 4cm, en el ancho entre 0,5



UNIVERSIDAD DE CUENCA

– 2cm y en el espesor entre 1 – 2 cm; lo cual da lugar a la obtención de un producto con variaciones en el tamaño que no influye mucho en los requerimientos de los consumidores. El moldeo se realiza sobre el piso previamente limpiado y aparejado. (Ver anexo 1: pregunta 3, apartado b: Dimensiones)



Fotografía 5: Moldeado (Ladrillera de Susudel)

2.2.4. SECADO.

Una vez moldeado los ladrillos son secados al aire libre, esto hace que esta actividad se vea limitada por las condiciones climáticas. Esta etapa de secado se realiza en dos fases:

1. Los ladrillos recién formados se dejan bajo techo para que se sequen al medio ambiente, hasta cuando hayan perdido una humedad que les permita manipular, entonces se procede a una etapa intermedia que es el raspado, lo cual consiste en eliminar los excesos de masa o ciertas deformaciones.
2. Luego del raspado se dejan secar totalmente los ladrillos apilándolos de tal manera que permita una buena circulación de aire entre ellos, favoreciendo de esta manera el secado.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



Fotografía 4: Raspado (Ladrillera de Susudel)



Fotografía 5: Apilamiento (Ladrillera de Susudel)

2.2.5. COCCIÓN U HORNEADO.

En la actualidad la cocción se efectúa en los hornos artesanales a cielo abierto, solo al final se tapan con una capa de ladrillos y barro para dejarlos enfriar y evitar la formación de fisuras por el cambio brusco de temperatura.

En esta etapa se procede a cargar el horno con los ladrillos secos, colocándolos de una manera que permita la distribución uniforme del calor. Para esto, primero se cubre todo el perímetro del horno con ladrillos viejos y barro para mejorar la concentración del calor. Se enciende el horno de combustión, para la quema se usa leña de eucalipto que es colocada en las boquillas ubicadas en la parte inferior del horno, algunas ladrilleras también

AUTORA:

NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

usan aceite quemado o diesel, y para favorecer el encendido usan un sistema de suministro de aire externo. Se cierran las boquillas con ladrillos cocidos y revocados con barro cuando el horno ha entrado en régimen; es decir, el fuego empieza a salir por la parte superior del horno y se observa que los ladrillos se han encendido, con esto se tiene la seguridad de que hay suficiente calor para que se quemen los ladrillos de la parte superior. Luego, una vez que el horno lanza bocanadas de humo blanco y denso es señal de que el proceso de cocción ha finalizado; entonces se deja enfriar para poder manipular los ladrillos y quitar las cubiertas de barro, luego de lo cual ya se tiene el producto listo para el expendio.



Fotografía 6: Disposición de ladrillos en el horno (Ladrillera de Susudel)

2.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA



2.4. TIPOS DE LADRILLOS QUE SE PRODUCEN.

AUTORA:
NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En las fábricas artesanales, generalmente se produce un solo tipo de ladrillo, el denominado ladrillo común o panelón de geometría rectangular, y por pedido especial se producen en algunas ladrilleras un volumen limitado de ladrillos de geometría cuadrada y hexagonal, que los productores de Susudel suelen llamar ladrillo de obra, que se utilizan para los pisos en las ciertas construcciones tradicionales. (Ver anexo 1: pregunta 3, apartado a: Tipos de ladrillo que producen)



Fotografía 7: Ladrillo hexagonal de obra (Ladrillera de Susudel)



Figura 8: Ladrillos tipo baldosa de obra (Ladrillera de Susudel)





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Figura 9: Ladrillos común o panelón (Ladrillera de Susudel)

Con ello se puede decir que no hay diversificación del producto, debido a que se prefiere mantener el sistema de producción artesanal por falta de un asesoramiento técnico que los impulse a desarrollarse en el medio y adquirir una tecnología creciente, éste método de trabajo no presta las condiciones para diversificar, debido a que no hay un control de las variables del proceso, por ejemplo: temperatura, tiempos, pesos. Por esta razón no hay homogeneidad en la calidad del producto final.

Como ejemplo, se puede indicar el caso de un productor que con el afán de diversificar la producción adquirió una máquina extrusora que produce ladrillos perforados, pero hasta la actualidad no se han obtenido resultados favorables con el producto, ya que, el principal problema es, que luego de pasar poco tiempo de moldeado se producen trizaduras en los bordes, por lo que no se puede continuar con la siguiente etapa del proceso, entonces hasta allí se ha llegado con esta intención. El dueño está consciente de que necesita un asesoramiento técnico pero por falta de capacidad de inversión ha desistido de ello, por lo que ha tratado de dar un funcionamiento a la máquina por sus propios medios pero no ha logrado obtener un buen producto.

2.5. HORNOS QUE SE UTILIZAN EN LAS LADRILLERAS.

Los hornos de las ladrilleras de Susudel son de tipo artesanal, de geometría circular y rectangular, de fuego directo y sin chimeneas, es decir de tiro natural y abierto a la atmósfera. El calor se genera por la combustión de leña de eucalipto que los productores compran por camionadas a los proveedores cercanos al lugar que en la mayoría de los casos provienen del cantón Oña. Para cada quema usan 2 camionadas de leña que en la actualidad tiene un costo de 100 dólares c/u. Un pequeño porcentaje de ladrilleras usan a parte de la leña aceite quemado y diesel para la combustión, lo cual ayuda a aumentar el calor del horno y disminuye el tiempo de cocción, pero manifiestan que están dejando esta práctica, porque los proveedores venden un aceite quemado y diesel mezclado con agua.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El material de construcción de los hornos es ladrillo y arcilla sin recubrimiento. El principal problema de impacto ambiental se genera en el proceso de cocción, ya que se producen contaminantes a la atmósfera como: vapores de agua, CO_2 , CO , ceniza, y fuertes olores.

La eficiencia de estos hornos es relativamente baja, especialmente en aquellos de geometría rectangular, debido a que en las esquinas se presenta puntos fríos creando zonas donde la cocción es deficiente generando productos crudos (de mala calidad). En los hornos circulares se produce una mejor transferencia de calor interna por lo que su eficiencia es mayor.



Fotografía 10: horno circular (Ladrillera de Susudel)



Fotografía 11: horno rectangular (Ladrillera de Susudel)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO III

3. PRODUCCIÓN Y RECURSOS NECESARIOS.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE TRABAJO.

Las formas de trabajo en todo el proceso de fabricación de ladrillos son precarias, ya que las actividades son manuales y generan riesgos para los trabajadores. El personal que labora no tienen ningún equipo de protección personal como: mascarillas para el polvo, guantes, cascos, botas, etc. Los trabajadores son hombres, mujeres e inclusive niños que después de salir de sus actividades escolares participan en el proceso, que se efectúa sin criterios de seguridad y en condiciones inseguras.



Fotografía 12: Formas de trabajo (Ladrillera de Susudel)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tabla 1: Principales actividades y tiempos del proceso de producción para 10000 ladrillos.

ACTIVIDAD	CARACTERISTICA	TIEMPO (días)	TIPO DE OPERARIOS
Limpieza del área de trabajo	Para dejar parejo el piso o área de trabajo, se quita las piedras, residuos del lote de producción anterior, basura, de todo del lugar; esta tarea se realiza a mano con palas y luego se barre.	1/4	Hombres y mujeres
Carga de arcilla al noque o poza en el suelo.	Se realiza a mano con palas y carretillas por los operarios, desde los depósitos de arcillas.	1/4 (5 veces)	Hombres y mujeres
Adición de agua al noque	Se realiza a mano por los operarios con baldes o mediante mangueras desde los tanques (pozas en el piso) de almacenamiento.	¼(5 veces)	Hombres y mujeres
Mezclado o batido	Se realiza con ayuda de 2 caballos o bueyes, los cuales son conducidos por el operario.	½(5 veces)	Hombres y caballos
Moldeado	Se realiza a mano por los operarios quienes transportan la masa con ayuda de carretillas y palas hasta el patio, luego se carga el molde previamente mojado para que la pasta no se pegue a las paredes, y	2(5 veces)	Hombres y mujeres



UNIVERSIDAD DE CUENCA

		presiona con la mano de tal manera que la pasta ocupe todo el espacio, se usan moldes de madera.		
Raspado emparejado y apilado	o	Realizado por los operarios con machetes para quitar los excesos de masa y emparejar los cantos y caras, esto se realiza después de 3 días del moldeado.	2(5 veces)	Hombres, mujeres y niños
Secado		Luego del raspado se deja secar totalmente el ladrillo en las pilas para una buena cocción. Una vez emparejado el ladrillo se deja secar armando pilas que favorecen la circulación de aire.	8(depene del clima)	-
Cargado y armado del horno	y	Los ladrillos secos son cargados al horno, disponiéndolos de tal manera que permita una buena distribución de calor, de esto se encarga un operario con experiencia. Los demás ayudan a pasar el ladrillo.	2	Hombres, mujeres y niños
Cocción		Realizado por la combustión de la leña que ha sido cargada en las boquillas del horno. El operario tiene que estar al cuidado de este	3	Hombres y mujeres



UNIVERSIDAD DE CUENCA

	proceso desde el inicio hasta el momento de cerrar las boquillas.		
Enfriado del horno	Se deja enfriar a los ladrillos recién cocidos para luego manipularlos.	8	-
Descargue del horno	Se carga los ladrillos en camiones que en general no pertenecen al productor. Esto depende de la venta si es inmediata, caso contrario se retira del horno y se lleva al lugar de acopio.	1	Hombres. Mujeres, niños
Total días sólo en la que interviene mano de obra		31,25 días	

Fuente: Propia del autor.

En las principales actividades en la fabricación de ladrillos se observa que participan familias enteras desde el padre, la madre, hijos mayores y hasta niños en las diferentes etapas del proceso; en cuanto al tiempo de duración del proceso de producción de 10000 ladrillos es de un mes aproximadamente, por lo cual se realiza una hornada por mes, debido a la capacidad del horno. Existen algunas ladrilleras en la que su producción es menor a 5000 ladrillos por mes, ya que el propietario trabaja solo, y contratan de 2 a 3 personas en determinadas etapas del proceso, por ejemplo: se contrata 3 trabajadores en la etapa de carga del horno y cocción.

Los niños que participan en estas actividades, lo hacen después de terminar sus labores escolares, por lo que no cuentan con suficiente tiempo para realizar sus tareas; además que las condiciones de trabajo son duras corriendo el riesgo de sufrir enfermedades que afectan a la piel y vías



UNIVERSIDAD DE CUENCA

respiratorias porque están expuestos al polvo y residuos arcillosos sin ningún tipo de protección.

En el caso de la producción mayor a 10000, específicamente 20000 ladrillos al mes el trabajo, es realizado por más operarios, el área de la fábrica es mayor y disponen de 2 noques y 2 hornos para alternar las operaciones del proceso.

3.2. DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN

Para realizar esta determinación se recurrió a la información obtenida a partir de las encuestas aplicadas a las ladrilleras de Susudel (Ver anexo 1: pregunta 4: volumen de producción mensual). En las cuales se obtuvieron los siguientes datos:

N.- Ladrilleras	Producción mensual de c/u	Total
40	10000	440000
21	5000	105000
3	20000	60000
	Producción mensual total	605000

Este cálculo se realizó considerando el extremo mayor del rango de producción.

Es importante mencionar que este volumen de producción es aproximado, ya que existen ladrilleras que no trabajan continuamente, solo en algunos meses del año, debido a que combinan esta actividad con la agricultura, por lo que en épocas de siembra (Octubre, Noviembre, Diciembre) y cosecha (Junio, Julio) abandonan la producción de ladrillos. También existen otras en las que trabajan solamente una persona por lo cual su producción es más lenta y realizan al año 2 o 3 quemas, por lo que no se las consideró para la encuesta.

Otra de las preguntas referidas al volumen es, si la producción es por pedido, en lo cual el 100% de encuestados respondieron que no, ante esto



UNIVERSIDAD DE CUENCA

se les preguntaba si no tenían problemas en vender su producto, ellos respondían que siempre vendían todo la producción y que más bien al contrario hay algunas épocas en que hay mucha demanda y no pueden satisfacerla, debido al límite de su capacidad de producción.

3.3. PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA LOCAL.

De acuerdo a las encuestas aplicadas (Ver anexo 1: pregunta 3, apartado c: materia prima) prácticamente todas las ladrilleras ocupan la materia prima de la localidad, esto referido a la parroquia de Susudel, pero si se hace una segmentación dentro de la misma, mediante entrevistas a los productores se obtuvo la información que, las fábricas ubicadas en el área poblada ya no cuentan con acillas en el mismo lugar, por lo que se abastecen de otras comunidades periféricas de la parroquia como Tamboloma, Chacalata y Los Pinos, porque en estas zonas el suelo aún están formado por capas de material arcilloso útil para la elaboración de ladrillos.

En el caso de la arcilla denominada lastre y que ocupan todas las ladrilleras se encuentra en sitios denominados “minas de lastre” ubicados en zonas que limitan con comunidades pertenecientes al cantón Nabón como son Corraleja y La Paz, de la cual se proveen las fábricas.

3.4. PORCENTAJE DE MATERIA PRIMA FUERA DE LA LOCALIDAD.

La encuesta realizada nos ayudó a determinar que el 100% de la materia prima usada por los ladrilleros es explotada en la misma parroquia, debido a que las arcillas del lugar tienen características favorables para la formación de pastas para los ladrillos y todavía se dispone de canteras que abastecen a las fábricas, aunque algunos productores ya no tienen yacimientos en las cercanías de las fábricas, lo que ocasiona un gasto más en el proceso de elaboración debido al transporte.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.5. DETERMINACIÓN DE VOLÚMENES DE AGUA.

El agua es otro recurso indispensable en la fabricación de ladrillos como ya se ha mencionado, se usa en la etapa de preparación de la masa y para mojar el molde después de cada moldeo; mediante entrevistas y visitas a los productores de las ladrilleras se ha visto que el operador no mide volúmenes exactos de agua para adicionar a las arcillas, sino, que por la experiencia añade una cantidad aproximada hasta obtener una masa moldeable.

Para conocer los volúmenes de agua que se ocupa se procedió a determinar mediante mediciones en tanques comunes que tenían los productores cuya capacidad es de 200 litros, con ello se determinó que en un noque de 2,5 m de diámetro y 60 cm de altura cargado con 60 carretilladas de arcilla seca (40 de negra y 20 de lastre), se añaden 400 litros de agua, lo cual da lugar a una masa que rinde para un promedio de 2000 ladrillos. Para mojar los moldes se utiliza 2 baldes de agua de 10 litros cada uno, en total para el remojo sería necesario 20 litros.

*Fotografía 13: Remojo del molde
(Ladrillera de Susudel)*



Para una producción de 10000 ladrillos al mes, deben realizar estas operaciones 5 veces, por lo que el volumen de agua necesario para cada fábrica sería de 2100 litros mensual. Este volumen no es elevado, con las encuestas realizadas se conoce que el 82% de productores se abastecen del sistema de riego (Ver anexo 1:pregunta 7), el otro 8% poseen vertientes cercanas a su fábricas; sin embargo, algunos productores manifiestan que en épocas de escasas lluvias no se dispone del agua de riego por lo que se



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ven obligados a usar el agua entubada de consumo doméstico, esto se convierte en un problema para toda la población ya que la mayoría de las ladrilleras recurren a esta forma de abastecimiento y se produce un déficit de agua para los pobladores de la parroquia.

3.6. DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES DE LA MATERIA PRIMA.

Las propiedades de las materias primas se las determina de las arcillas que usan la mayor parte de las ladrilleras como son negra y lastre, se hace lo mismo con la masa preparada con estas arcillas por los artesanos, esto para ver las características de la mezcla con la que ellos trabajan. Para ello, se tomaron muestras tanto de las arcillas como de la masa en determinadas fábricas en las cuales se acentuó la investigación.

Se procedió a realizar las determinaciones de las principales propiedades que influyen en el proceso y la calidad del producto final.

3.6.1. GRANULOMETRÍA.

La granulometría permite conocer la distribución del tamaño de las partículas de la materia prima, lo cual es importante, debido a su efecto en la trabajabilidad, porosidad y contracción del ladrillo.

La granulometría se clasifica en:

- ✓ Mineralógica:

Naturaleza	Diámetro(mm)	Diámetro (micras)
Grava	>2	>2000
Arena	2 a 0,0625	2000 a 62,5
Limos	0,0625 a 0,0039	62,5 a 3,9
Arcillas	< 0,0039	< 3,9



UNIVERSIDAD DE CUENCA

✓ Seger:

Naturaleza	Diámetro(mm)	Diámetro (micras)
Arena gruesa	>0,333	>333
Arena fina	0,333 a 0,040	333 a 40
Polvo de arena	0,040 a 0,025	40 a 25
Polvo	0,025 a 0,010	25 a 10
Sustancia arcillosa	0,010 a 0,00	10 a 0

3.6.1.1. PROCEDIMIENTO.

Existen dos procedimientos que se pueden usar como son: por el método seco y húmedo – seco. Debido a que el material a determinar se trata de arcillas es aconsejable hacerlo por el método húmedo - seco, a continuación los pasos:

- Tomamos aproximadamente 6 gramos del material con una espátula y la colocamos en el analizador de humedad para determinar el porcentaje de humedad.



Fotografía 14: Analizador de humedad (Laboratorio CESEMIN)

- Pesar 200 gramos netos de material (pasta) y colocar en el tamiz más fino de la serie de tamices (# 325) y lavamos suavemente con agua disgregando con las yemas de los dedos, hasta que el agua que salga por la parte inferior del tamiz salga transparente.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Pasar el material retenido en el tamiz a un recipiente metálico con ayuda de un chorro fino de agua para secarlo en una hornilla. Agitar con la ayuda de una pinza para evitar que se proyecte el material hasta que esté completamente seco y se deja enfriar.
- Una vez seco y frío se procede a pesar el material y se coloca en la parte superior de la serie de tamices.
- Colocar los tamices en el agitador por 15 minutos, pasado este tiempo se deja reposar 2 minutos.
- Retirar la serie de tamices del agitador y pesar el material retenido en cada tamiz y se calcula el porcentaje de material retenido en ellos. El material que ha pasado el tamiz más fino se lo suma al perdido en el deslamado y se lo reporta como porcentaje de finos.

3.6.1.2. RESULTADO.

- Humedad de la pasta:

MATERIAL	%H₂O
Pasta de ladrillera	18,49

- Análisis granulométrico de la pasta:



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Los cálculos y gráficos de este análisis se encuentran en el Anexo 2.

PASTA DE SUSUDEL			
# Tamiz	Abertura µm	%Retenido	%Acumulado
8	2380	4,8	4,8
20	850	25,4	30,2
40	450	23,4	53,6
60	250	15,8	69,4
80	180	8,9	78,3
100	150	2,9	81,2
<100	<150	19,5	100,7
	TOTAL	100,7	

Aquí se puede observar que el mayor porcentaje de retenido tenemos en el tamiz # 20 y 40, entonces se puede decir que la pasta que usan los ladrilleros está formada por arcillas de grano grueso. Debido a que hasta el tamiz #60 se considera que las arcillas son duras de grano grueso.

3.6.2. PLASTICIDAD.

Como ya se explicó en el capítulo I esta propiedad ahora se explicará su determinación.

3.6.2.1. ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I_p).

Indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el material (arcilla) posee consistencia plástica. Y es la diferencia entre los Límites líquido (LI) y plástico (Lp).

$$I_p = LI - L_p$$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.6.2.1.1. LIMITE LIQUIDO.

Es la cantidad de agua que contiene un material en el momento en que pierde la plasticidad.

3.6.2.1.2. LIMITE PLASTICO.

Es la cantidad de agua con la cual una arcilla pierde su plasticidad.

3.6.2.1.1.1. PROCEDIMIENTO PARA EL LIMITE LIQUIDO.

Para la determinación del límite líquido se usa un aparato mecánico llamado cuchara de plasticidad, que forma parte del Set de Casa Grande y consta de una taza de latón suspendido en un controlador de golpes a una base de caucho duro. El aparato se opera manualmente.



Fotografía 15: Cuchara de plasticidad Set Casa Grande

- Tomar 150g de la muestra previamente tamizada en malla 40 (425um) y colocar en una cápsula de porcelana.
- Agregar agua destilada poco a poco hasta formar una masa y se homogeniza con una espátula hasta que la mezcla sea plástica. Dejar reposar 10 minutos.
- Tomar un poco de muestra preparada con la espátula en la cuchara del Set de Casa Grande hasta que quede enrasa con el borde inferior y alisar con la espátula.
- Con la herramienta acanalada hacer una incisión en sentido vertical de tal forma que quede la masa separada en dos partes iguales.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Golpear la cuchara contra su base mediante la manivela hasta que la masa dividida se una unos 13mm., entonces registrar el número de golpes. Se debe realizar 3 determinaciones con una diferencia de 5 golpes entre cada una, en los siguientes rangos: 25 y 35 golpes, 20 y 30 golpes, y otra entre 15 y 25 golpes. Esto se consigue variando la cantidad de agua en cada prueba y dejando en reposo de 10 a 15 minutos tapando la cápsula con una franela húmeda para proceder a la siguiente determinación. En cada punto se hacen pruebas por triplicado, la diferencia entre cada prueba no puede variar de ± 1 golpe y ningún punto debe caer en 25 golpes.
- Se toma con la espátula alrededor de 6 gramos de la masa que se unió en la canal y se la lleva inmediatamente al analizador de humedad para ver la humedad.
- Hacer una gráfica semilogarítmica %H vs. Número de golpes y determinar el porcentaje de humedad que corresponde a 25 golpes, el mismo que será el límite líquido.

3.6.2.1.2.1. PROCEDIMIENTO PARA EL LÍMITE PLÁSTICO.

- Separar entre 10 y 30 gramos de la masa formada para el límite líquido y hacer sobre una placa de vidrio una cinta de aproximadamente 3mm., de diámetro, haciéndola con la mano perder humedad hasta el momento que aparezcan trizaduras a lo largo de toda la cinta, esto debe aparecer como máximo en 3 minutos, si no aparece en ese lapso debe formarse nuevamente otra cinta partiendo de una mezcla con menos humedad.
- Cuando aparecen las trizaduras se corta en pedazos la cinta y se coloca en el porta muestras para llevar a determinar la humedad en el analizador de humedad. Cada ensayo se realiza por triplicado, verificando que los porcentajes no difieran en más del 2%, siendo el límite plástico el valor medio de éstas humedades.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.6.2.2. RESULTADOS.

Los cálculos y gráficos de la determinación del índice de plasticidad se encuentran en el Anexo 3.

MATERIAL	LI	Lp	Ip
Negra	14	5,26	8,74
Lastre	25,6	18,56	7,04
Mezcla	15,02	6,92	8,1

3.6.3. CONTRACCIÓN TOTAL.

Es la suma de la contracción al secado y la contracción a la quema.

$$\%CT = \%CS + \%CQ$$

Esta prueba se hace con placas preparadas a partir de las pastas de los materiales negra, lastre, y mezcla pasados por la malla 40; también con placas del material triturado con el molino de martillos con una criba de 6mm usando la misma dosificación y con la pasta original sin ningún otro tratamiento, preparada por los artesanos. De esta forma se puede hacer comparaciones entre los resultados.

3.6.3.1. CONTRACCIÓN AL SECADO.

Durante el secado, y debido a la pérdida de humedad, las piezas de arcilla sin quemar sufren un encogimiento que puede llegar hasta el 20% de su tamaño original.

En el proceso de secado al desalojar el agua de la arcilla húmeda, el volumen de la pieza se contrae; este proceso ocurre en dos etapas:

Etapas 1: La velocidad de secado es constante y rápida, debido a que el agua de la superficie de la arcilla se evapora en el aire circundante;



UNIVERSIDAD DE CUENCA

y el agua interior emigra, por acción capilar hacia la superficie para remplazarla. Durante esta etapa ocurre la contracción, con riesgo asociado de deformación y agrietamiento debido a las variaciones del secado en diferentes secciones de la pieza.

Etapa 2: El contenido de humedad se ha reducido hasta que los granos cerámicos han quedado en contacto, aquí puede presentarse poca o ninguna contracción.

La contracción en el secado va a depender básicamente de la cantidad de agua que contiene la pasta y de la plasticidad de los materiales presentes en la misma.

3.6.3.1.1. PROCEDIMIENTO.

- Triturar la arcilla seca y/o pasar por el tamiz malla # 40 (para el caso de ladrillos).
- Amasar con una cantidad apropiada de agua para formar una pasta de consistencia de manera que no se pegue en las manos.
- Colocar la pasta en moldes de yeso de 10 cm de largo por 5 cm de ancho y 1 cm de espesor. Dar unos golpes sobre el material para que se compacte bien en el molde, luego cortar con un hilo de nylon humedecido el exceso de pasta y se empareja la cara libre de la placa con una espátula; también se elimina el exceso de los bordes. Formar 3 o 4 placas.
- Tomar un calibrador o pié de rey e inmediatamente hacer sobre la placa dos marcas de 5cm en forma de cruz.
- Sacar la placa del molde y dejar de secar al ambiente 3 días o en estufa 1 día, entonces medir la distancia entre las marcas, y la contracción al secado se determina con la siguiente fórmula:

$$\%Cs = ((Lo - Ls) \times 100) / Lo$$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Donde:

%Cs= Porcentaje de contracción al secado.

Lo= Longitud inicial de la marca (5cm.).

Ls= Longitud final de la marca tras el secado.



Fotografía 16: Placas de arcilla

3.6.3.2. CONTRACCIÓN A LA QUEMA.

La contracción a la quema se da durante la cocción y va a depender de la capacidad de la pasta para vitrificarse. Las pastas de baja temperatura son materiales naturalmente porosos y por ende su contracción es menor; mientras que para pastas de alta temperatura, con alto grado de vitrificación presentan mayor encogimiento.

3.6.3.2.1. PROCEDIMIENTO.

- ❖ Las placas de la prueba de contracción al secado se coloca en la estufa a 110°C por 2 horas para tener la seguridad que estén bien secas, luego se pasa al horno para quemarlas, utilizando un ciclo de quema a la temperatura indicada para los ladrillos la cual se ha determinado en los hornos de los artesanos que está en un promedio de 842°C (Ver anexo 4).
- ❖ Se programa el horno para que alcance 842°C en 5 horas y posteriormente se deja a tal temperatura cuarto de hora.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- ❖ Después de la quema, medir nuevamente con el calibrador la distancia de las marcas y de determina la contracción de la placa con la siguiente fórmula:

$$\%CQ = ((Ls - Lq) * 100) / Ls$$

Donde:

%CQ= Porcentaje de contracción a la quema.

Ls= Longitud final luego del secado.

Lq= Longitud luego de la quema.



Fotografía 17: Ciclo de quema de las placas en el horno a 842°C

3.6.3. RESULTADOS.

MATERIAL	Nº TAMIZ	%CS	%CQ	%CT
NEGRA	40	5,6	0,21	5,81
LASTRE	40	9,2	0,88	10,08
MEZCLA	40	4	0,21	4,21
MEZCLA	criba 6mm	5	0,21	5,21
MEZCLA	0	2,8	0,21	3,01

3.6.4. ABSORCIÓN DE AGUA.

AUTORA:
NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

La absorción de agua expresa en porcentaje el aumento de peso que experimenta un material sólido al ser sumergido en agua, referido al peso del material seco. Con ello se tiene idea del grado de vitrificación alcanzado por el producto final.

$$\%AA = (Ph - Ps) * 100 / Ps$$

Ph= peso de la placa húmeda

Ps= peso de la placa seca

3.6.4.1. PROCEDIMIENTO.

- ❖ Se procede a pesar las placas quemadas (Ps).
- ❖ Se colocan en un recipiente y se las cubre con agua hasta la mitad de su volumen.
- ❖ Se espera media hora, para luego sumergirlas totalmente las placas en el agua y dejar en reposo 24 horas.
- ❖ Pasado este tiempo se sacan las placas y se retira el exceso de agua con un paño húmedo e inmediatamente se pesa (Ph) cada una.



Fotografía 18: Prueba de Absorción de Agua.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

3.6.4.2. RESULTADOS.

Material	%AA
Negra malla 40	15,35
Lastre malla 40	15,71
Mezcla malla 40	14,54
Mezcla Criba 6mm	16,75
Mezcla original	14,27

3.7. MANO DE OBRA.

El trabajo de fabricación de ladrillos se realiza con pocos operarios de acuerdo a la capacidad de producción y del horno y varía de 1 a 5 personas. El 67% de los trabajadores forman parte del núcleo familiar del productor, con el fin de disminuir los costos operativos, el 26% de fábricas ocupan mano de obra tanto familiar y contratan aparte a trabajadores, y un 7% de las ladrilleras tienen sólo mano de obra contratada, ya que los dueños se ocupan en otras actividades, dejando encargando la producción a sus obreros. (Ver anexo 1: pregunta 3, apartado e.).

3.8. TIPO DE COMBUSTIBLE.

Según la encuesta realizada a los productores (Ver anexo 1: pregunta 4) el 90% usa solamente leña de eucalipto para la quema, el 3% utilizan una mezcla de leña y diesel, y el 7% prefieren usar aceite quemado y leña para la quema.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO IV

4. POSIBLES MEJORAS DE PRODUCCIÓN.

4.1. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN SEMI- INDUSTRIAL.

La elaboración del nuevo plan de producción está dirigido a mejorar la calidad del producto aprovechando de una mejor manera los recursos y las condiciones de trabajo, tomando en cuenta el estado actual de fabricación de ladrillos en Susudel (Anexo 1).

4.1.1. OPORTUNIDADES DE MEJORA.

A continuación se destacan las oportunidades de mejora en las ladrilleras artesanales.

4.1.1.1. MATERIA PRIMA.

Establecer requisitos mínimos de calidad en materia prima, tales como: granulometría, contracción y absorción.

4.1.1.2. PROCESOS Y TECNOLOGÍA.

La modificación del proceso más importante es en la etapa de cocción, mediante modificaciones en el diseño del horno y selección de otro combustible a utilizar, debido a que, la leña produce doble impacto al ambiente.

4.1.1.2.1. MEJORAS EN MEZCLA, MOLDEO Y SECADO.

Las cargas para la mezcla de arcillas deben ser idóneas en proporción y granulometría adecuadas a las exigencias del proceso para obtener productos de calidad homogénea. Por lo que se deben controlar granulometría, pesos de arcillas y volúmenes de agua para cada mezcla. De esta manera se puede disminuir el tiempo de mezclado y obtener una pasta adecuada para el moldeo que garantice una buena calidad y homogeneidad del producto final.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

También se debe optimizar los tiempos de secado y cocción colocando mecanismos de control en especial en la temperatura del horno y humedad del producto en el secado.

4.1.1.3. USO DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS.

El combustible utilizado es el principal factor en la generación de contaminantes y provoca un impacto doble, tanto en la deforestación y emisión de gases a la atmósfera. Como ya se mencionó en todas las ladrilleras de Susudel se usa leña para la cocción, para disminuir el impacto se cree conveniente la utilización de diesel o bunker, pues los productores ya tienen un poco de práctica con el uso de diesel, entonces quedaría acoplar unos quemadores de diesel al horno o la construcción de nuevos hornos con este sistema de combustión donde se pueda dosificar la cantidad de combustible necesario para una combustión, de esta forma se lograría una quema más eficiente en un tiempo menor.

4.1.1.4. MEJORAS EN LA EFICIENCIA DE COCCIÓN.

La tecnología usada en las ladrilleras depende básicamente del tipo de horno empleado, los mismos productores consideran que los hornos circulares transfieren calor más uniformemente en la parte interna por lo que sería lo más conveniente. Se puede incrementar la eficiencia colocando una bóveda como techo y ladrillos refractarios en las paredes hasta una altura adecuada. También se puede optimizar la combustión al suministrar la cantidad de aire y combustible necesario para que se dé una combustión completa, esto se debe considerar al implementar el uso del diesel como combustible ya que sería muy importante lograr tener un control de la temperatura en el horno.

Los gases calientes emitidos por el horno pueden ser aprovechados en el secado de las piezas por lo que puede diseñarse el traslado de los mismos hacia el lugar de secado de esta manera se aumentaría notablemente la eficiencia en el proceso.

4.1.2. PRUEBAS REALIZADAS EN EL HORNO DE GRADIENTE.

AUTORA:
NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para realizar estas pruebas se consideró utilizar la pasta preparada por los ladrilleros y una pasta que se preparó en el laboratorio usando las mismas proporciones de arcillas con la que preparan la masa los ladrilleros. También se procedió a dar un tratamiento de trituración a las arcillas pasándolas por un molino de martillos con una criba de 6mm., para hacer las respectivas comparaciones de sus propiedades en el producto final. Y se siguió el siguiente proceso:

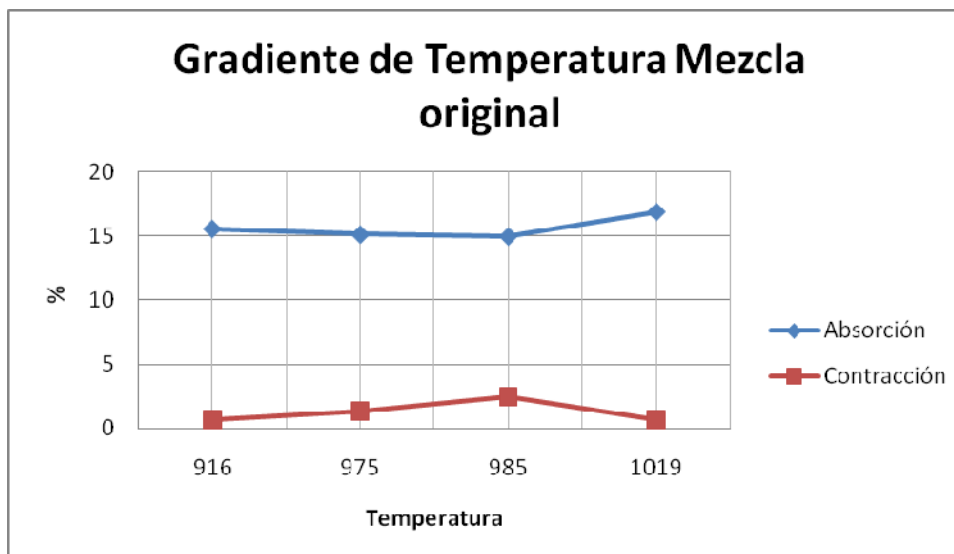
- Preparar la masa mezclando las arcillas en proporciones de 2 a 1, de negra y lastre respectivamente.
- Hacer 2 barras tanto con la masa preparada por los ladrilleros y la masa preparada en el laboratorio, usando los moldes respectivos.
- Dejar que se seque 3 días, luego colocar en la estufa 2 horas para asegurar el secado completo.
- De cada barra preparar 5 piezas de 3 x 2 cm. Lijándolas para dejar una superficie uniforme.
- Luego enumerar y marcar las piezas en 3 partes diferentes de una de sus caras.
- Entonces medir con un calibrador la longitud de su ancho de cada una de ellas.
- Colocar las piezas de cada barra en el horno, encender el horno y programar el tiempo y la temperatura de quema. En este caso se programó, para que en 5 horas alcance la temperatura de 1000°C y posteriormente se mantenga en aquella 15 minutos.
- Apagar el horno y dejar enfriar.
- Sacar las piezas del horno y medir las longitudes en cada una de las marcas de la pieza, la misma será la medida de contracción a la quema.
- Hacer las pruebas de absorción.

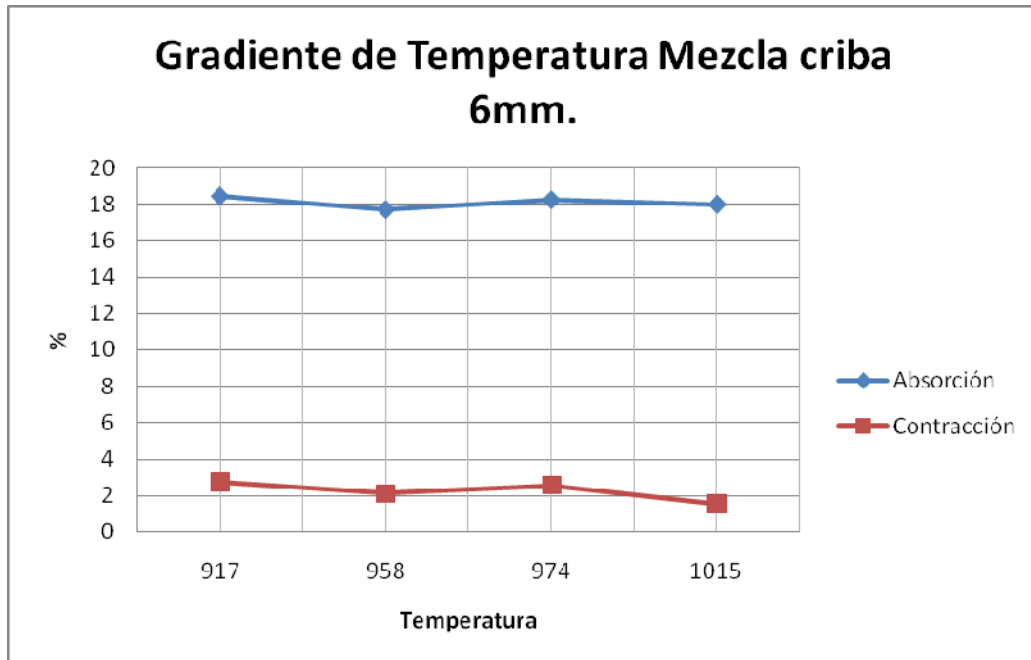


UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.1.2. 1. RESULTADOS EN EL HORNO DE GRADIENTE.

MATERIAL	TEMPERATURA(°C)	%CONTRACCION	%ABSORCIÓN
Mezcla original	916	0,72	15,54
	975	1,35	15,10
	985	2,44	14,95
	1019	0,68	16,86
Mezcla criba 6mm	917	2,73	18,44
	958	2,10	17,72
	974	2,56	18,24
	1015	1,51	18,00

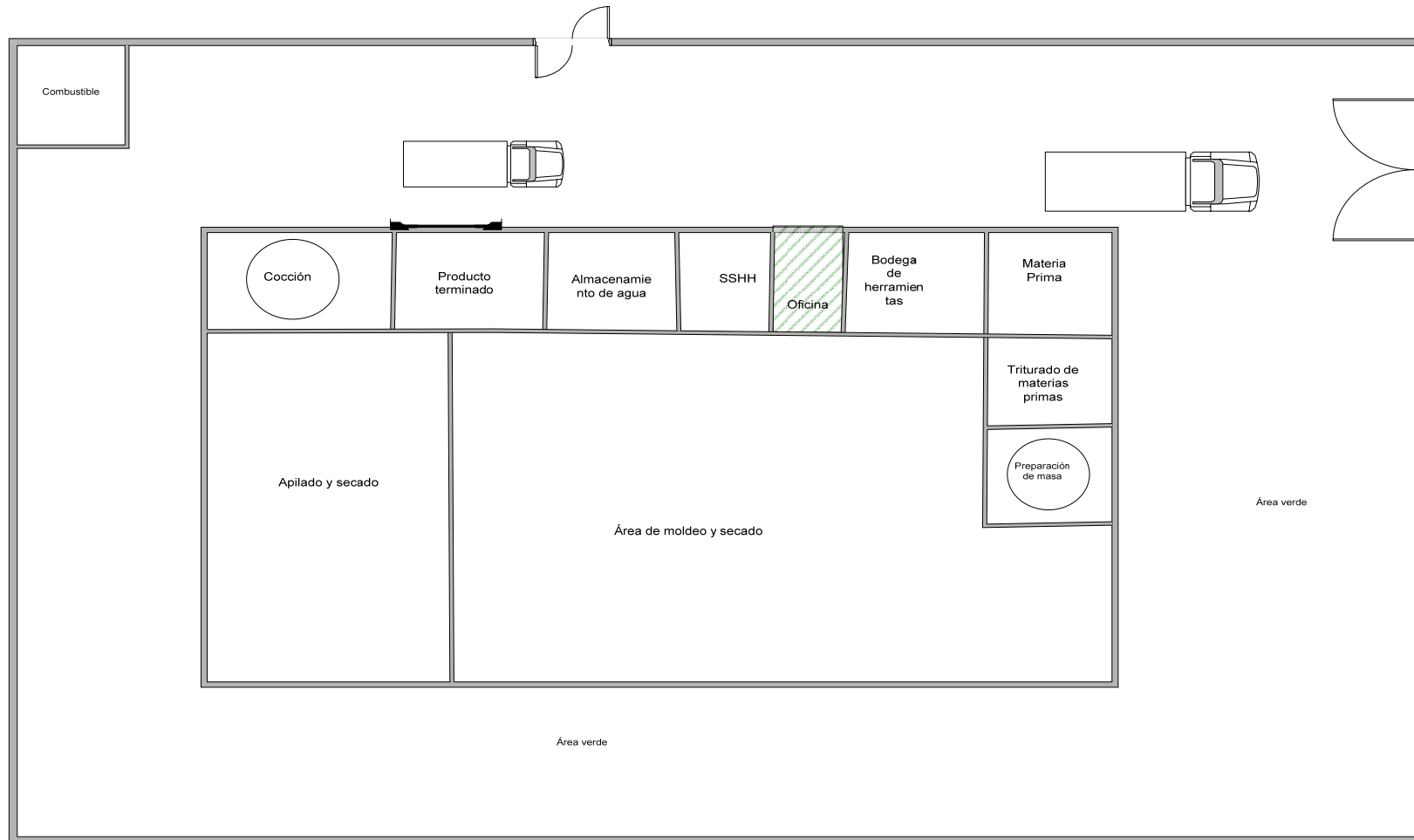






UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.1.3. DISTRIBUCIÓN GENERAL PROPUESTA DE LA PLANTA LADRILLERA.



AUTORA:
NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.1.4. IMPACTO AMBIENTAL QUE GENERA EL PROCESO PRODUCTIVO.

Cuadro 4.1.4.1: Contaminantes que genera el proceso de producción de ladrillos en Susudel.

ETAPA	ACTIVIDAD QUE GENERA CONTAMINANTE	CONTAMINANTE
Extracción de las arcillas	- Extracción con herramientas manuales	- Partículas en suspensión
Mezclado	- Tamizado - Mezcla de arcillas con agua	- Partículas en suspensión
Moldeado	- El moldeo no genera contaminantes	- Ninguno
Secado	- En el secado solo se desprende agua lo cual es inocuo para la salud en un principio.	- No representativo
Carga del horno	- Selección de piezas fisuradas y rotas.	- Pocas partículas en suspensión.
Cocción	- El uso de leña, aceite quemado, diesel como combustible para el horno.	- Gases contaminantes: CO ₂ , SO ₂ , NO ₂ , Compuestos orgánicos volátiles. - Explotación de recursos naturales en el caso de la leña.
Descarga del horno	- Selección de productos rotos, fisurados y mal cocidos.	- Residuos sólidos inertes (pueden ser reutilizables en la mezcla).

Fuente: Propia del autor.

Según el cuadro se observa que el principal impacto ambiental producido por las fábricas ladrilleras en Susudel es la contaminación atmosférica, y se



UNIVERSIDAD DE CUENCA

acentúa este problema debido a la ubicación de las fábricas en medio de áreas pobladas, provocando molestias a los vecinos sobre todo en sectores donde esta actividad es más intensiva.

También es importante mencionar el impacto que genera la extracción de las arcillas al realizar excavaciones, provocando desniveles en zonas circundantes que afecta grandes áreas, con la eliminación de la capa orgánica fértil, junto con la vegetación, quitando la capacidad de drenaje y sostén al terreno lo cual aumenta el riesgo de erosión e inestabilidad.

En los cuadros siguientes se muestran los efectos sobre el ambiente y la salud de los principales contaminantes atmosféricos³ generados en el sector ladrillero.

³ Wark, Kenneth. Contaminación del aire: Origen y Control; referido en la Guía Ambiental de Pequeñas Ladrilleras de Colombia.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Cuadro 2.1. Efectos del Material Particulado (PTS)

MATERIAL PARTICULADO <ul style="list-style-type: none"> ▪ Compuesto por cenizas e inquemados (hollín) ▪ Las partículas menores de 10 micras (PM10) son las partículas respirables o por lo que son las responsables de los efectos sobre la salud humana 	CONCENT. (ppm)	EFFECTOS
	260 - 400	Leve agravamiento de síntomas en personas susceptibles
	400 - 625	Significativos signos de agravamiento y disminución de tolerancia al ejercicio en personas que sufren del corazón
	625 - 875	Comienzo prematuro de ciertas enfermedades y disminución de tolerancia al ejercicio en personas saludables
	875 - 1000	Muerte prematura en enfermos o personas de avanzada edad. Personas saludables tendrán alteraciones en su actividad normal

Cuadro 2.1. Efectos del Dióxido de Azufre (SO₂)

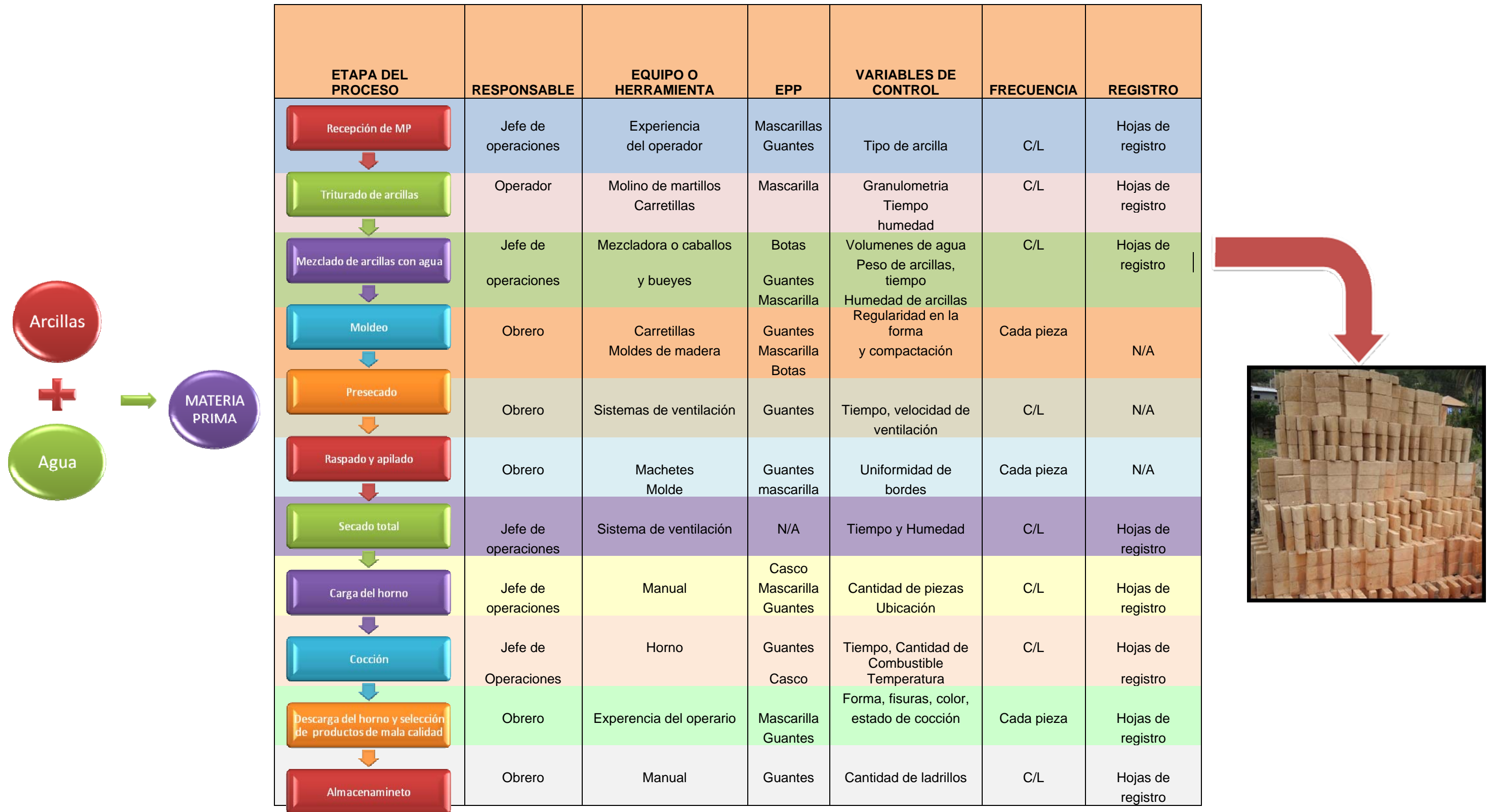
ÓXIDOS DE AZUFRE <ul style="list-style-type: none"> ▪ Producto de la reacción entre el aire de la combustión y el azufre de los combustibles ▪ Contribuye a la formación de lluvia ácida, acidificando aguas superficiales y suelos, produce corrosión de estructuras metálicas 	CONCENT. (µg/m ³)	EFFECTOS
	0,037 – 0,092 ppm, media anual	Aumento en la frecuencia de síntomas respiratorios y enfermedades pulmonares
	0,11 – 0,19 ppm, media en 24 hrs	Aumento en la tasa de corrosión de metales
	0,19 ppm, media en 24 hrs	Aumento en la mortalidad
	0,3 ppm, en 8 hrs	Daños en la vegetación

Cuadro 2.3. Efectos del Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

ÓXIDOS DE NITROGENO <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se produce por reacción entre el nitrógeno presente en el aire y en el combustible, y el oxígeno del aire. ▪ Precursor del smog fotoquímico. ▪ Causa enfermedades respiratorias e irritación. 	CONCENT. (ppm)	EFFECTOS
	Mayor de 0,01	Problemas respiratorios como fibrosis pulmonar crónica, bronquitis, entre otros.
	0,25	Absorción de la luz visible y reducción de la visibilidad.
	0,5 por 10 a 12 días	Disminución del crecimiento de plantas.



4.1.5. PROPUESTA DEL PLAN DE PRODUCCIÓN SEMI-INDUSTRIAL DE LADRILLOS





UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO PROPUESTO.

De acuerdo a las encuestas y visitas realizadas a los productores de ladrillo en Susudel, se ha propuesto el plan anterior, teniendo en cuenta la poca capacidad de inversión, los factores relevantes que provocan retraso en el proceso, disminuir el impacto ambiental, el mejor aprovechamiento del espacio físico, el interés de todos los fabricantes de mejorar el proceso (Ver anexo 1: pregunta 3, apartado f; 7 y 8) para lo cual la mayoría desea acudir a créditos, y algunos ya los utilizan.

4.2.1. RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.

Esta etapa es importante para conocer el tipo de arcilla con la que se cuenta, lo cual se confía en la experiencia del productor, porque para fabricar el ladrillo común no se requiere de una gran pureza del material, pero si se recomienda controles mínimos de granulometría, contracción y absorción.

4.2.2. TRITURADO DE ARCILLAS.

Se recomienda esta etapa debido a que la granulometría tiene gran influencia en las principales propiedades del producto final, tales como color, contracción, absorción e incluso se puede disminuir el tiempo de cocción; además se reduciría el tiempo de mezclado y la masa sería más manejable.

Al reducir el tamaño de grano aumenta la superficie de contacto y las reacciones se facilitan.

4.2.3. MEZCLADO DE ARCILLAS CON AGUA.

El mezclado requiere de un control en la cantidad de cada arcilla, volúmenes de agua y tiempos de mezclado con el fin de obtener siempre la misma masa y por ende un producto homogéneo. Las proporciones de cada arcilla se basan en la experiencia del operador, pero es necesario llevar un registro. Para esto se recomienda adquirir equipos que ayuden a medir tanto el peso como el volumen. Posteriormente puede hacerse la adquisición de un equipo de mezcla con lo cual se reduciría el gran esfuerzo en esta actividad del



UNIVERSIDAD DE CUENCA

hombre y se eliminaría el uso de caballos y bueyes por consiguiente se acelera el proceso.

4.2.4. MOLDEO.

Esta actividad no requiere de un gran control ya que la masa formada en la etapa de mezcla debe cumplir con las características adecuadas, solamente el operador debe asegurarse de compactar bien la masa en el molde para tener uniformidad en la forma de la pieza.

4.2.5. PRESECADO.

Debido a que esta actividad está condicionada por el estado del clima se recomienda la implementación de sistemas de ventilación, para lo cual es necesaria la adecuación del área de secado. Con esto ya se puede tener control en el tiempo de secado.

4.2.6. RASPADO Y APILADO.

El raspado es con el objeto de eliminar los excesos de masa de la pieza y corregir las deformaciones, si se tiene especial cuidado en el moldeo esta tarea se reduciría e incluso se puede eliminar. El apilamiento debe hacerse de manera que permita la circulación de aire entre pieza y pieza.

4.2.7. SECADO TOTAL.

Si se implementa las áreas de secado con sistemas de ventilación esta operación se acelera teniendo así control del tiempo en esta operación, y se reduce la dependencia del comportamiento climático.

4.2.8. CARGA DEL HORNO.

La carga del horno se debe hacer de acuerdo a su capacidad y la disposición de la piezas deben ser de tal manera que permita la distribución uniforme del calor, la experiencia del operador juega un papel importante.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.2.9. COCCIÓN.

Esta etapa es de suma importancia debido a que se pretende cambiar el combustible del horno con el fin de reducir el impacto ambiental y acelerar el tiempo de cocción aumentando así la eficiencia. Esto requiere de un estudio más profundo con el fin de cambiar el tipo de horno para poder controlar la temperatura, por lo tanto el tiempo de quema y así lograr la obtención de productos homogéneos y de mejor calidad.

4.2.10. DESCARGA DEL HORNO Y SELECCIÓN DE PRODUCTOS DE MALA CALIDAD.

Esta operación no requiere de una estricta inspección, al hacerlo de forma manual simultáneamente se hace un control del producto separando aquellos defectuosos por su color, forma y fisuras que presenten.

Los productos mal cocidos, rotos, deformados se pueden reutilizar como chamota en la mezcla de arcillas, una vez triturados; lo cual trae ventajas en la formación de la masa ya que actúa como desengrasante moderando de esta manera la plasticidad de la pasta; también ayuda a evitar la contracción excesiva de las arcillas.

4.2.11. ALMACENAMIENTO.

El almacenamiento del producto clasificado para el expendio requiere de un registro de la cantidad de ladrillos, así como la fecha y lote de producción. Esto no precisa de áreas con adecuaciones especiales ya que el producto no es susceptible a sufrir daños por la humedad, calor, polvo, etc. Solamente se debe tener en cuenta a que el apilamiento debe ser sobre bases firmes.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES.

En la actualidad los problemas de la producción ladrillera en la Parroquia Susudel en calidad y cantidad del producto, al igual que en las condiciones de trabajo se origina por factores tanto internos del sector y externos al mismo que son:

- FACTORES TECNOLÓGICO-HUMANOS:

Falta de tecnificación de las ladrilleras en el proceso, que debido a la falta de recursos y asesoramiento técnico no poseen ningún tipo de maquinaria adecuada para evitar las actividades que requieren un gran esfuerzo físico.

No hay un criterio unificado de medidas de producción para la obtención de un producto homogéneo, pues cada productor fabrica ladrillos de acuerdo al molde que posee y difieren de una ladrillera a otra.

Bajo conocimiento en técnicas para favorecer la calidad del producto como por ejemplo: el tipo de tierra óptimo para la producción, tratamiento previo de molienda y tamizado a las arcillas, la dosificación de sus materias primas, así como la falta de cuidado en operaciones básicas para conservar la imagen y características del producto, pues al no limpiar los noques, la masa formada contiene objetos extraños que dan como resultado productos deformes con superficies irregulares.

De acuerdo a las pruebas realizadas con las placas de la pasta original de los productores y la pasta preparada en el laboratorio de CESEMIN dando un tratamiento previo a las arcillas de molienda y tamizado en criba de 6mm., quemadas a 842°C, no se han obtenido gran diferencia en resultados de contracción y absorción, se puede decir que se mantienen, pero si se nota mejores resultados en las propiedades de color y compactación.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

El análisis realizado en el horno de gradiente con las pastas antes mencionadas arroja como resultado que al triturar y tamizar las arcillas se consigue homogeneidad en la masa, mejor disposición de las partículas y principalmente el grado de vitrificación se produce a una menor temperatura que con la mezcla original, en la contracción y absorción los resultados son similares en las dos muestras, dando en este aspecto un mejor resultado la sin moler, que la pasada por tamiz de 6 mm, pero de la de malla 40 (0.4mm) da una mejora considerable en lo referente a la contracción y color. Por lo que sería necesario probar granulometrías menores de 6mm.

▪ FACTORES AMBIENTALES.

Inexistencia de estudios de impacto ambiental y propósitos de protección del medio ambiente para disminuir la contaminación producida el sector ladrillero. Las expansiones de excavaciones para extraer las arcillas provocan la degradación e inutilización de la tierra para la agricultura, la tala de bosques cercanos para la obtención de leña barata trae como consecuencia la deforestación de las áreas verdes que aún quedan en el lugar, el humo y fuertes olores a causa de la combustión de la leña que da lugar a serias consecuencias, principalmente en la salud de los productores y la población de Susudel en general. Por ésta razón es necesario tecnificar la producción teniendo en cuenta estos factores, ya que los efectos negativos en la vida humana de la actual forma de fabricación de ladrillos va en aumento debido a la proliferación de la producción ladrillera en el sector.

▪ FACTORES CLIMÁTICOS.

La velocidad en el proceso de producción está sujeta al comportamiento climático, pues la presencia de lluvias retrasa todo el ciclo generando algunas veces pérdidas al no poder satisfacer la demanda de los clientes, el secado se produce de forma muy lenta y dispareja lo cual provoca retrasos en los tiempos de esta actividad del proceso, incluso por el secado diferencial se da una mala cocción. Por ello es necesario adecuar los lugares de secado con ventiladores artificiales, así como aprovechar los gases



UNIVERSIDAD DE CUENCA

calientes provenientes del horno disminuir la incidencia del clima en esta operación.

▪ FACTORES SOCIALES.

La marginación y exclusión social que sufren los productores y su familia por falta de apoyo por parte del gobierno genera entre otros factores la falta de recursos genuinos para el sustento familiar, trabajo infantil e insatisfacción de necesidades básicas en la mayoría de los casos, prueba de eso tenemos las encuestas realizadas acerca del costo de producción y precio de venta del ladrillo (Ver anexo 1: pregunta 3, apartado e) en la que podemos darnos cuenta que el productor no percibe utilidades que justifiquen el trabajo entregado a esta forma de producción, siendo éstas mínimas lo cual impide invertir en mejoras del proceso.

No hay concreción de planes de trabajo asociado para que esta actividad se formalice y los productores dejen el trabajo informal.

La falta de capacitación y asesoramiento técnico a los productores, así como talleres de formación microempresaria para mejorar los niveles de producción generada por la limitada capacidad asociativa, que si bien hay el interés de todos los productores por mejorar sus condiciones de producción no llegan a formar una asociación fuerte con representantes comprometidos a fortalecer y defender los intereses de todo el sector.

5.2. RECOMENDACIONES.

La propuesta de acción inmediata que se recomienda se basa en mecanizar operaciones básicas del proceso como triturado, secado, mezclado y principalmente cambiar el combustible del horno con el fin de comenzar con la implementación de tecnologías más amigables con el medio ambiente que permitan disminuir la contaminación, de esta manera ayudar en la conservación de recursos tan valiosos como: flora, fauna, madera, agua, suelos, etc.

AUTORA:
NELLY MAGDALENA DELEG QUICHIMBO.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

1. Por los resultados de los análisis sería mejor dar un tratamiento de molienda a las arcillas mediante un molino de martillos y realizar pruebas de contracción y absorción con granulometrías menores para obtener mejores resultados.
2. La mezcla debería hacerse con arcillas que contengan mayor contenido de óxido de hierro, principal fundente de las arcillas rojas, para disminuir el punto de fusión de la masa, favoreciendo de esta manera la vitrificación de las arcillas y por ende se aumenta la calidad del producto. Como forma de aprovechar los productos de mala calidad se recomienda reutilizar en la mezcla como chamota, debido a su propiedad desengrasante con lo que disminuye la contracción de la pieza.
3. Las temperaturas en las cuales se ha producido la vitrificación de las arcillas son mayores a la temperatura de quema determinada en el horno artesanal de los productores, entonces sería necesario aumentar la temperatura de quema buscando una mejor concentración y distribución de calor en el horno, de esta manera se conseguiría disminuir el tiempo de quema, así como aumentar la calidad del producto.
4. Debido a la poca capacidad de inversión de los productores y falta de apoyo de las instituciones gubernamentales sería difícil realizar esta tarea, por lo que es necesario formar una base de organización firme con productores entregados voluntariamente a buscar el desarrollo de sus capacidades y potencializar esta producción, para conseguir la participación de cooperación internacional proporcionando consultoría que apoye y haga seguimiento al proceso.

Debería aprovecharse el Convenio de Hermanamiento que mantiene en la actualidad el Municipio del Cantón Oña de Ecuador con el



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Municipio de Bierbeek de Bélgica, pues mediante este convenio varias organizaciones han recibido un fuerte apoyo económico con el fin de fortalecer las mismas, ya que el interés de este municipio hermano es ayudar a elevar el nivel de vida de la población del cantón Oña apoyando en obras sociales que impulsen el desarrollo de todo el cantón, este sería una oportunidad para avanzar en el proceso de mejoramiento de la producción de ladrillos en la cual están involucrados una buena parte de los habitantes del cantón Oña.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXOS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 1.

ENCUESTA APLICADA A LOS LADRILLEROS DE LA PARROQUIA SUSUDEL PARA DETERMINAR LOS RECURSOS NECESARIOS PARA LA PRODUCCIÓN

Fecha:.....

Comunidad:.....

1.- Nombre de la Ladrillera:.....

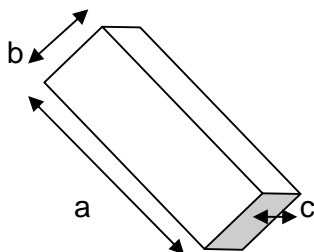
2.- Nombre del propietario:.....

3.- PRODUCCIÓN:

a) Indique el tipo de ladrillos que produce:

.....
.....
.....

b) Dimensiones:



a	b	c

c) Materia Prima:

Local.....

De otro lugar.....

(Especifique el lugar)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Tierra negra % Lastre %

Tierra roja % Otros %

d) Volumen de Producción mensual:

Por pedido: Si No

e) La mano de obra es:

➤ Familiar..... N.-.....

➤ Trabajadores..... N.-.....

➤ Costo de producción:.....

➤ Precio de venta:.....

f) Área utilizada para la producción:.....

g) El sistema de ventilación para la quema es:

Natural..... Eléctrico.....

4.- Combustible utilizado:

Leña..... Diesel..... Aceite quemado Otro.....

5.- Agua: De vertiente De riego Entubado

6.- Herramienta utilizada:

Palas Caballos Carretillas Otros

7.- Le interesaría mejorar el modo de producción? Si No

8.- Utiliza crédito para la producción? Si No



UNIVERSIDAD DE CUENCA

RESULTADOS DE ENCUESTAS APLICADAS

Las dos primeras preguntas son solo para ubicar el sector y los dueños de las ladrilleras, se mostrará los datos a partir de la tercera pregunta:

3.- PRODUCCIÓN:

a) Indique el tipo de ladrillos que produce:

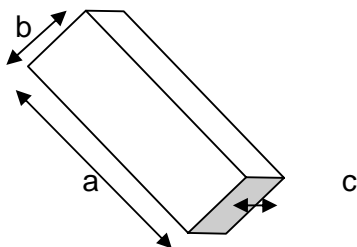
Solo panelón o común (57) 88,5%

De obra y panelón (7) 11,49%



b) Dimensiones:

a	b	c
25-29	12-14	7-9



c) Materia Prima:

Local (87) 100%



UNIVERSIDAD DE CUENCA

De otro lugar (0)

Mezclas:

Negra y lastre: (46) 72,41%

Negra, lastre y roja: (13) 19,54%

Roja, lastre, otro: (5) 8,04%

Tabla de mezclas de arcillas más frecuentes en ladrilleras de Susudel

%Negra	%Lastre	%Roja	%Otros (amarilla, gris, café, cascajo)
66,67	33,33		
20	20	60	
50	30	20	
	10	40	50

d) Volumen de Producción mensual:

Cantidad de ladrillos	N.-Productores	%
2000-5000	21	33
6000-10000	40	63
11000-20000	3	4
Total	64	100

Por pedido:

Si (0)

No (64) 100%

e) La mano de obra es:

➤ Familiar (43) 66,67%



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- Trabajadores (4) 7,4%
- Familiar y trabajadores (17) 26%

Número de personas en la producción:

Varía de 1 – 5 en todos los casos.



- Costo de producción:

Cantidad de ladrillos	Costo(dólares)
2000-5000	350-500
6000-10000	600-1200
11000-20000	1500

- Precio de venta:

Varía según la demanda desde 0,13 - 0,15 centavos de dólar cada ladrillo.

- f) Área utilizada para la producción:

El área varía desde 250 - 600m²

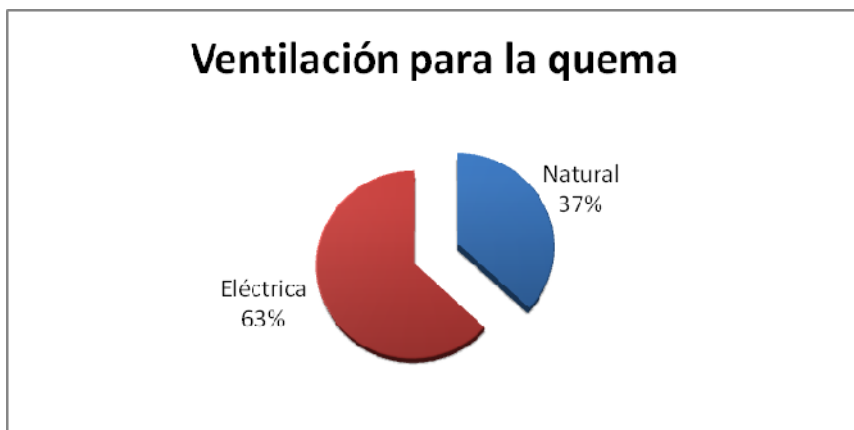


UNIVERSIDAD DE CUENCA

g) El sistema de ventilación para la quema es:

Natural (24) 37%

Eléctrico (40) 63%



4.- Combustible utilizado:

Leña: (58) 90%

Leña y diesel (2) 3%

Leña y Aceite quemado (4) 7%



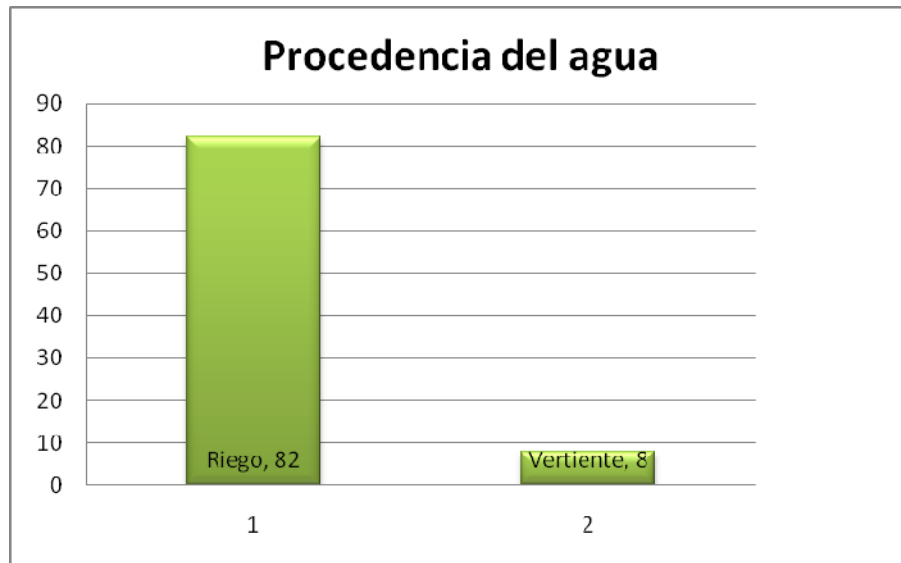
5.- Agua:

De vertiente (11) 8%



UNIVERSIDAD DE CUENCA

De riego (53) 82%



6.- Herramienta utilizada:

Las principales herramientas que se usan son: Palas, picos, carretillas, machetes.

7.- Le interesaría mejorar el modo de producción?

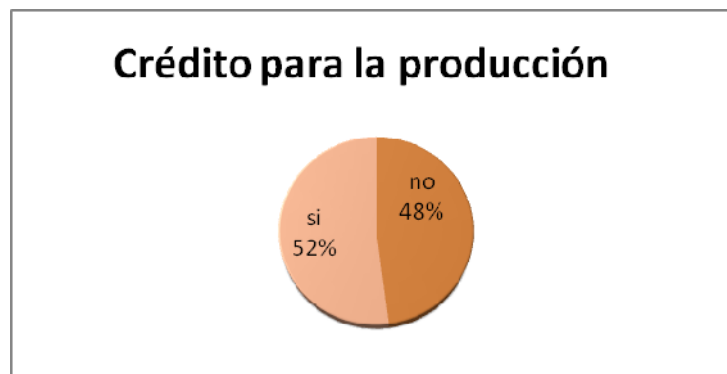
Si (64) 100%

No (0)

8.- Utiliza crédito para la producción?

Si (31) 48%

No (33) 52%

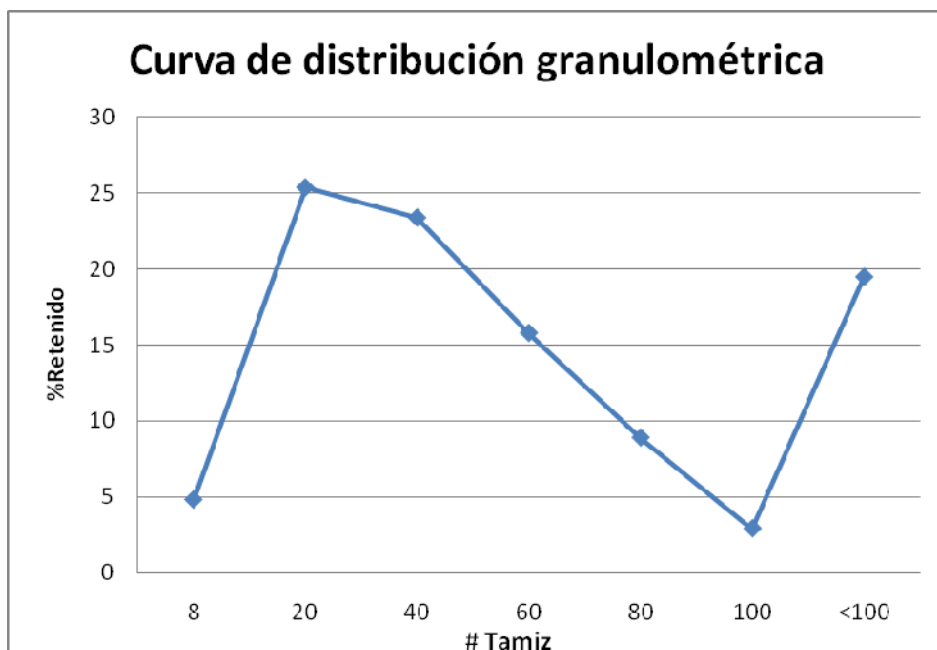




UNIVERSIDAD DE CUENCA

Reporte de datos:

MEZCLA DE SUSUDEL				
# Tamiz	Abertura μm	%Retenido	%Acumulado	%Pasa
8	2380	4,8	4,8	95,2
20	850	25,4	30,2	69,8
40	450	23,4	53,6	46,4
60	250	15,8	69,4	30,6
80	180	8,9	78,3	21,7
100	150	2,9	81,2	18,8
<100	<150	19,5	100,7	0
TOTAL		100,7		





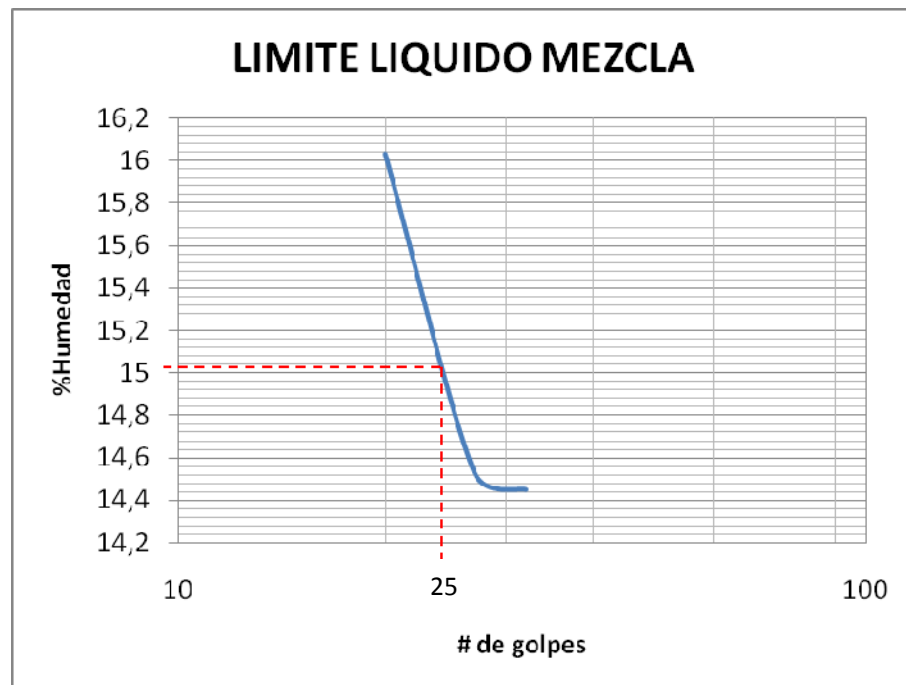
UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 3

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Para la mezcla (Negra y lastre malla 40):

N.- PRUEBA	# GOLPES	% HUMEDAD
1	32	14,45
2	27	14,53
3	20	16,03



LI	15,02
Lp	6,92



UNIVERSIDAD DE CUENCA

$$INDICE_{PLASTICO} = LIMITE_{LIQUIDO} - LIMITE_{PLASTICO}$$

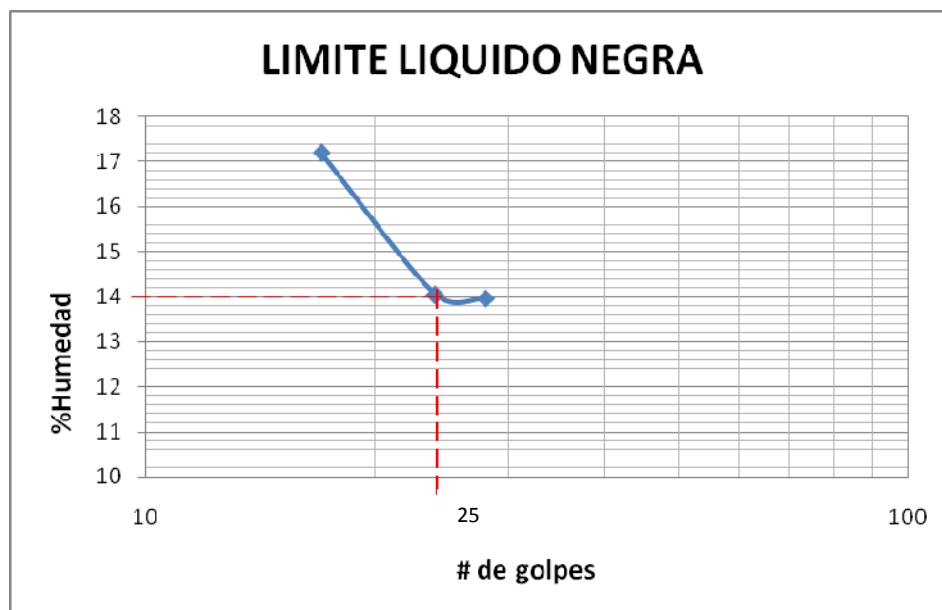
$$I_p = L_l - L_p$$

$$I_p = 15,02 - 6,92$$

$$I_p = 8,1\%$$

Para Negra (malla 40):

N.- PRUEBA	# GOLPES	% HUMEDAD
1	28	13,96
2	24	14,04
3	17	17,19





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Li	14
Lp	5,26

$$I_P = L_l - L_P$$

$$I_P = 14 - 5,26$$

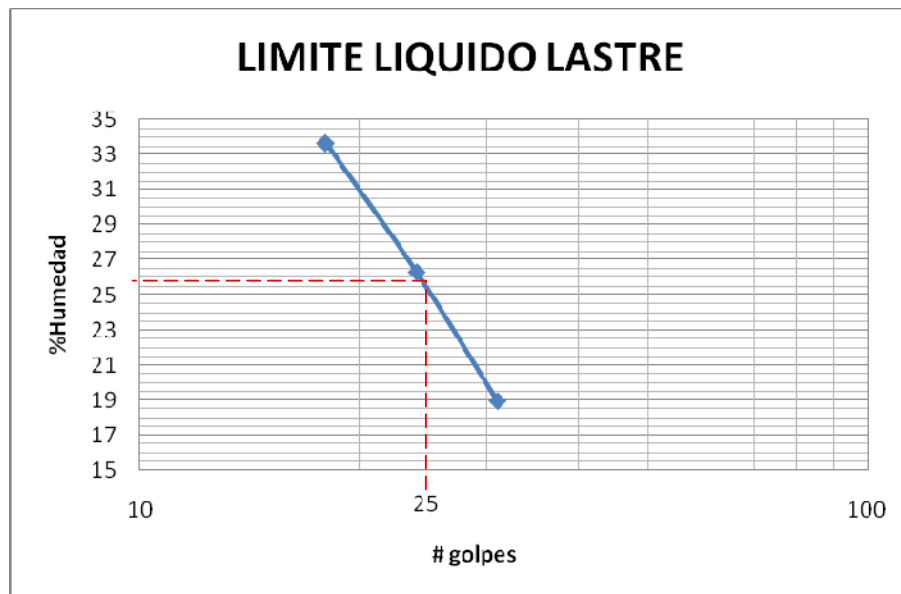
$$I_P = 8,74 \%$$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Para Lastre (malla 40):

N.- PRUEBA	# GOLPES	% HUMEDAD
1	31	18,97
2	24	26,32
3	18	33,66



LI	25,6
Lp	18,56

$$INDICE_{PLASTICO} = LIMITE_{LIQUIDO} - LIMITE_{PLASTICO}$$

$$I_p = L_l - L_p$$

$$I_p = 25,6 - 18,56$$

$$I_p = 7,04 \%$$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 4

Determinación de la temperatura aproximada en el horno artesanal de geometría rectangular.

Para poder determinar la temperatura, se utilizó los conos de Seger que son pirámides de tres caras, de una altura de 3 a 5 cm. Se pegan con la masa de arcilla a una pieza seca y se colocan en diferentes partes del interior del horno: en la parte inferior, media y superior, se toman los conos 015, 013, 10, 06, 05, correspondientes a las temperaturas de 790, 835, 900, 980 y 1000°C respectivamente. Ya que se consideró que la temperatura de quema en estos hornos estaría entre 800 y 1000°C. Se eligió este horno para la medida debido a que la mayor parte de fábricas lo tienen por la facilidad de construcción.

Horno artesanal cuadrado: Fábrica del Sr. Mario Erráz				
# Cono	Temperatura(°C)	Inferior	Centro	Superior
015	790	...	...	X
013	835	X	...	...
010	900	...	X	...
014	980	...	...	...
05	1000	...	...	...
Promedio	841,67°C			



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 5

CONTRACCIÓN AL SECADO

%CS= porcentaje de contracción al secado

Lo= longitud inicial de la marca (5cm)

Ls= longitud final de la marca tras el secado

Ciclo de quema: 842°C

$$\%CS = ((Lo - Ls) * 100) / Lo$$

MATERIAL	# PLACA	Lo(cm.)	Ls1(cm.)	Ls2(cm.)	Promedio(cm)
NEGRA	1	5	4,7	4,7	4,70
	2		4,77	4,76	4,77
	3		4,7	4,7	4,70
Promedio					4,72

%CS(negra)=5,6

MATERIAL	# PLACA	Lo(cm.)	Ls1(cm.)	Ls2(cm.)	Promedio(cm)
LASTRE	1	5	4,55	4,56	4,56
	2		4,55	4,5	4,53
Promedio					4,54

%CS(lastre)=9,2

MATERIAL	# PLACA	Lo(cm.)	Ls1(cm.)	Ls2(cm.)	Promedio(cm)
MEZCLA	1	5	4,79	4,79	4,79
	2		4,8	4,82	4,81
Tamiz 40	3		4,8	4,81	4,81
Promedio					4,80

%CS(mezcla)=4



UNIVERSIDAD DE CUENCA

MATERIAL	# PLACA	Lo(cm.)	Ls1(cm.))	Ls2(cm.)	Promedio(cm)
MEZCLA CRIBA 6mm (molino de martillos)	1	5	4,75	4,75	4,75
	2		4,76	4,78	4,77
	3		4,73	4,7	4,72
	Promedio					4,75

%CS(mezcla)= 5,1

MATERIAL	# PLACA	Lo(cm.)	Ls1(cm.)	Ls2(cm.)	Promedio(cm)
MEZCLA ORIGINAL	1	5	4,84	4,81	4,83
	2		4,87	4,87	4,87
	3		4,88	4,89	4,89
	Promedio					4,86

%CS(mezcla)= 2,8



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 6

CONTRACCIÓN A LA QUEMA

$$\%CQ = ((Ls - Lq)/Ls) \times 100$$

Donde:

%CQ= Porcentaje de contracción a la quema.

Ls= Longitud final luego del secado.

Lq= Longitud luego de la quema.

Ciclo de quema: 842°C

MATERIAL	# PLACA	Ls(cm.)	Lq1(cm.)	Lq2(cm.)	Promedio(cm)
NEGRA Tamiz 40	1	4,72	4,71	4,71	4,71
	2		4,72	4,73	4,73
	3		4,695	4,69	4,69
	Promedio				4,71

$$\%CQ = 0,21$$

MATERIAL	# PLACA	Ls(cm.)	Lq1(cm.)	Lq2(cm.)	Promedio(cm)
LASTRE Tamiz 40	1	4,54	4,52	4,525	4,52
	2		4,53	4,43	4,48
	Promedio				4,50

$$\%CQ = 0,88$$



UNIVERSIDAD DE CUENCA

MATERIAL	# PLACA	Ls(cm.)	Lq1(cm.)	Lq2(cm.)	Promedio(cm)
MEZCLA Tamiz 40	1	4,8	4,8	4,795	4,80
	2		4,77	4,78	4,78
	3		4,8	4,79	4,80
	Promedio				4,79

%CQ= 0,21

MATERIAL	# PLACA	Ls(cm.)	Lq1(cm.))	Lq2(cm.))	Promedio(cm))
MEZCLA CRIBA 6mm (molino de martillos)	1	4,75	4,75	4,74	4,75
	2		4,74	4,75	4,75
	3		4,74	4,745	4,74
	Promedio				4,74

%CQ= 0,21

MATERIAL	# PLACA	Ls(cm.)	Lq1(cm.)	Lq2(cm.)	promedio(cm)
MEZCLA ORIGINAL	1	4,86	4,83	4,79	4,81
	2		4,86	4,86	4,86
	3		4,88	4,87	4,88
	Promedio				4,85

%CQ= 0,21



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 7

DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA

$$\%AA = (P_H - P_S) * 100 / P_S$$

Ph= peso de la placa húmeda

Ps= peso de la placa seca

Ciclo de quema: 842°C

MATERIAL	N° PLACA	P _S (g)	P _H (g)	%AA
Negra Malla 40	1	78,1	90,4	15,75
	2	102	116,3	14,02
	3	111,2	129,3	16,28
	Promedio			15,35
Lastre Malla 40	1	66,5	76,1	14,44
	2	63	73,7	16,98
	Promedio			15,71
Mezcla Malla 40	1	80	91,5	14,38
	2	113,3	129,9	14,65
	3	83,6	95,8	14,59
	Promedio			14,54
Mezcla Criba 6mm	1	85,1	99,9	17,39
	2	89,6	104,7	16,85
	3	105,6	122,5	16
	Promedio			16,75
Mezcla Original	1	100	115,7	15,7
	2	85,4	98,7	15,57
	3	93,7	104,5	11,53
	Promedio			14,27



UNIVERSIDAD DE CUENCA

ANEXO 8

PRUEBAS REALIZADAS EL EN HORNO DE GRADIENTE DE CONTRACCIÓN Y ABSORCIÓN



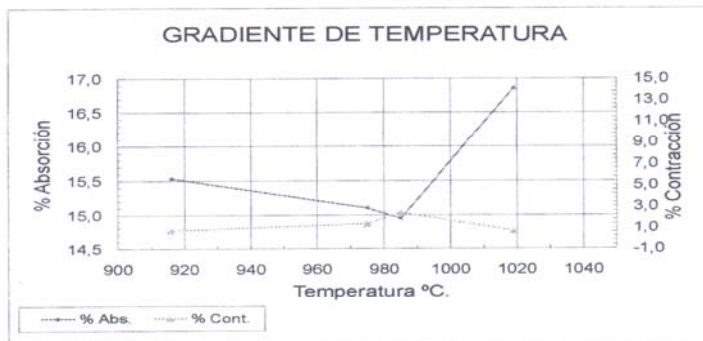
CESEMIN
Centro de Servicios y Análisis de Minerales
Metálicos y No Metálicos
UNIVERSIDAD DE CUENCA



ANALISIS TECNICO CERAMICOS
GRADIENTE DE TEMPERATURA

CLIENTE: NELLY
MATERIAL: Mezcla Original
Fecha: 2010-07-19

TEMPERATURA(°C)	916	975	985	1019
% ABSORCIÓN	15,54	15,10	14,95	16,86
% CONTRACCIÓN	0,72	1,35	2,44	0,68



OBSERVACIONES: _____

RESPONSABLE ANÁLISIS
Ing. Sonia Astudillo

DIRECTORA
Ing. Catalina Peñaherrera



UNIVERSIDAD DE CUENCA



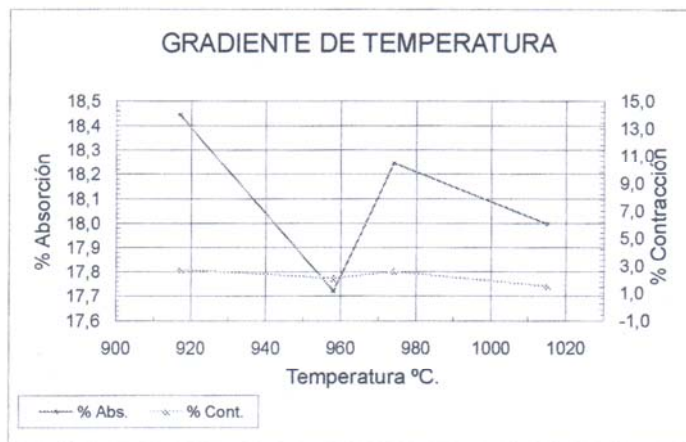
CESEMIN
Centro de Servicios y Análisis de Minerales
Metálicos y No Metálicos
UNIVERSIDAD DE CUENCA



ANALISIS TECNICO CERAMICOS GRADIENTE DE TEMPERATURA

CLIENTE: NELLY
MATERIAL: Mezcla Malla 6
Fecha: 2010-07-19

TEMPERATURA(°C)	917	958	974	1015
% ABSORCIÓN	18,44	17,72	18,24	18,00
% CONTRACCIÓN	2,73	2,10	2,56	1,51



OBSERVACIONES: _____

RESPONSABLE ANÁLISIS
Ing. Sonia Astudillo

DIRECTORA
Ing. Catalina Peñaherrera



UNIVERSIDAD DE CUENCA

BIBLIOGRAFIA

- PADOA, Leone., “La Cocción de Productos Cerámicos”, Ediciones Omega, S.A., Barcelona

- SINGER, Felix; SINGER, Sonia. “Enciclopedia de la Química Industrial”, tomos 9, 10, 11. “Cerámica Industrial”, volúmenes I,II,III.

- FLORES, Jorge y LÓPEZ, Joel, 1999: “Propuesta de elementos constructivos con la tierra de Susudel”. Tesis de Graduación, universidad de Cuenca, Ecuador.

- Copiados de la cátedra de Tecnología de Cerámica, Catedrática: Ing. Catalina Peñaherrera.

Revista:

- JUNTA PARROQUIAL DE SUSUDEL, 2009: Plan de Desarrollo Parroquial de Susudel.

Páginas de Internet:

- www.susudel.gov.ec.
- www.ladrillospuente.com/tipos_material/tipo01.htm.
- www.corporacionambientalempresarial.org.co/.../contenido.aspx?...
- www.lostiempos.com/.../de-los-hornos-artesanales-a-una-tecnologia-mas_52962_93558.html -
- www.arival.org/prontuario/pdf/01_Granulometria.pdf
- www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1845/1/3582.pdf
- www.ceramica.wikia.com/wiki/Cono_pirométrico
- www.xtec.cat/~aromero8/hornos.htm
- www.uclm.es/users/higueras/yymm/arcillas.htm
- www.arqhys.com/arcilla-propiedades.html