

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

SEDE JAÉN



**ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS
LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE
CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ

ASESOR:

ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

NOVIEMBRE, 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN



ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS
LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE
CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA – JAÉN – CAJAMARCA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

BACHILLER: Alex Robertson Montenegro Ramírez

ASESOR: Ing. Marco Wilder Hoyos Saucedo

JAÉN – CAJAMARCA – PERÚ

NOVIEMBRE, 2014

COPYRIGHT © 2014 by

ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ

Todos los derechos reservados

A:

Dios, creo que sin él este hermoso sueño no podría ser posible, a mis padres Segundo y Marisol, que son la razón de mi vida, a ellos les debo todo lo que soy, a mis hermanos por siempre estar a mi lado en todo momento, a mis abuelos Salvador y Margarita, por siempre enseñarme a ser una mejor persona.

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento al personal de las empresas ladrilleras, por los aportes brindados para la realización de esta investigación. A mi asesor el Ing. Marco Hoyos Saucedo por brindarme sus orientaciones y alcances para el desarrollo de mi tarea investigadora permitiendo lograr mi objetivo.

ÍNDICE

Contenido	Página
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Contenido.....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes teóricos.....	3
2.1.1. Internacional.....	3
2.1.2. Nacional.....	4
2.1.3. Local.....	5
2.2 Bases Teóricas.....	5
2.2.1. El ladrillo – Orígenes y Desarrollo.....	5
2.2.2. La Arcilla.....	6
a) Propiedades físicas de las arcillas.....	7
b) Acción del calor sobre las arcillas.....	7
c) Coloración.....	8
2.2.3. La Industria ladrillera en el Perú.....	8
2.2.4. Proceso de fabricación de ladrillos.....	9
2.2.5. Combustibles usados.....	19
2.2.6. Tipos de hornos.....	22
2.2.7. Resistencia a la Compresión.....	23
2.3. Definición de términos básicos.....	25
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Ubicación Geográfica.....	28
3.2. Materiales y Equipos.....	29

ÍNDICE

Contenido	Página
3.2.1 Materiales.....	29
3.2.2 Equipos y/o herramientas.....	30
3.3 Metodología.....	30
a. Tratamiento y análisis de datos.....	33
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	45
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
Conclusiones.....	56
Recomendaciones.....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Título	Página
Tabla 1. Valores de resistencia con diferentes mezclas.....	11
Tabla 2. Poderes caloríficos típicos de algunos combustibles.....	22
Tabla 3. Resistencia a la compresión de diferentes unidades de 25 mampostería.....	25
Tabla 4. Ubicación geográfica de las localidades en estudio.....	28
Tabla 5. Empresas ladrilleras.....	29
Tabla 6. Cantidad de empresas ladrilleras artesanales e industriales.....	30
Tabla 7. Abastecimiento de materia prima y modo de extracción.....	33
Tabla 8. Proporción de agregados utilizados en la mezcla.....	34
Tabla 9. Tiempo de secado del ladrillo.....	35
Tabla 10. Tiempo de carguío del horno.....	36
Tabla 11. Tipo de combustible y tiempo usado en cocción.....	38
Tabla 12. Temperatura de cocción.....	39
Tabla 13. Tiempo de enfriamiento del horno.....	39
Tabla 14. Clasificación de la unidad producida.....	40
Tabla 15. Tipo de ladrillo producido.....	41
Tabla 16. Presenta licencia de funcionamiento.....	41
Tabla 17. Producción de ladrillo antes de cocción.....	42
Tabla 18. Desperdicios después de la cocción.....	43
Tabla 19. Eficiencia en la producción.....	44
Tabla 20. Diferencias entre proceso de fabricación artesanal e 47 industrial.....	47
Tabla 21. Clasificación del suelo de las canteras.....	51
Tabla 22. Comparación de la resistencia a la compresión y del módulo de elasticidad.....	52
Tabla 23. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de	

elasticidad de la unidad (Eb) – El Chino.....	64
Tabla 24. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (Eb) – Beto.....	65
Tabla 25. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (Eb) – Monteza.....	65
Tabla 26. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (Eb) – Cerdán.....	66
Tabla 27. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (Eb) – Don Pedro.....	66
Tabla 28. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (Eb) – Pakamuros.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Título	Página
Figura 1. Diagrama de flujo de la fabricación de ladrillos.....	10
Figura 2. Prensa de moldeo con tolva de mezclado y mesa de corte....	13
Figura 3. Prensa de moldeo accionamiento manual.....	13
Figura 4. Molde de madera o gavera (Cuzco).....	13
Figura 5. Gavera para ladrillos pandereta (Piura).....	13
Figura 6. Producción de ladrillo antes de cocción.....	49
Figura 7. Desperdicios después de la cocción.....	49
Figura 8. Eficiencia en la producción.....	50
Figura 9. Ubicación de la localidad de Santa Cruz y sus empresas ladrilleras.....	80
Figura 10. Ubicación de la localidad de Santa Rosa de Chanango y sus empresas ladrilleras.....	80
Figura 11. Aplicación de encuesta al Señor Quinteros de ladrillera “El Chino”.....	81
Figura 12. Aplicación de encuesta al Señor Pedro Ticliahuanca de ladrillera “Don Pedro”.....	81
Figura 13. Cantera de materia prima de ladrillera “El Chino”.....	82
Figura 14. Apilado de ladrillo crudo en ladrillera “Monteza”.....	82
Figura 15. Aplicación de la guía de observación al tipo de ladrillo fabricado.....	83
Figura 16. Producción de ladrillo con coloración irregular previo proceso de cocción.....	83
Figura 17. Apilado de ladrillo hueco antes del ingreso a secadores artificiales en proceso industrial.....	84

Figura 18. Vista panorámica del horno de túnel automatizado en la empresa Pakamuros.....	84
Figura 19. Conducción mecanizada de material seleccionado en empresa industrial.....	85
Figura 20. Etapa de mezclado de materia prima con agua de forma mecanizada.....	85
Figura 21. Etapa de moldeo a través de la extrusora en la empresa industrial Pakamuros.....	86
Figura 22. Zarandeo de materia prima en proceso artesanal.....	86
Figura 23. Etapa de mezclado y moldeo en proceso artesanal.....	87
Figura 24. Etapa de moldeo y secado de ladrillo en proceso artesanal...	87
Figura 25. Etapa de quemado del ladrillo en proceso artesanal utilizando cascar de arroz.....	88
Figura 26. Molde típico utilizado en ladrilleras artesanales.....	88
Figura 27. Horno artesanal en total colapso, sin protección en su área de influencia.....	89
Figura 28. Uso de ceniza de pajilla de arroz en proceso de mezclado....	89
Figura 29. Enrazado de ladrillos para someterlos a rotura a compresión.	90
Figura 30. Análisis granulométrico método de lavado, material que pasa el tamiz N° 200	90
Figura 31. Análisis de límite plástico de las muestras de suelo.....	91
Figura 33. Análisis de resistencia a la compresión.....	91

RESUMEN

La fabricación de ladrillos en las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista se realiza sin tener un control adecuado, debido a lo cual los productos obtenidos no cumplen con las normas de calidad establecidas, debido a esta problemática se planteó como objetivo analizar el proceso de fabricación de las empresas ladrilleras de las respectivas localidades. El método empleado fue de tipo Descriptivo y de sección Transversal. La investigación se realizó en los meses de Agosto a Octubre del 2014, aplicando encuestas y entrevistas directamente en campo a los empresarios ladrilleros. Con la información obtenida se procedió a clasificarla y procesarla para luego ser analizada mediante tabulación y gráficos. Como resultados de la investigación se obtuvo que cinco empresas son del tipo artesanal presentando fases de fabricación limitados, incumpliendo con normas de calidad en sus unidades producidas lo cual se confirmó con ensayos de laboratorio realizados a los ladrillos elaborados, mientras que la empresa de tipo industrial elabora sus productos de forma adecuada evidenciándose en su calidad de producción. Las ladrilleras artesanales trabajan de manera informal, solo la empresa industrial labora formalmente. Cinco empresas presentan una eficiencia mayor al 90%, mientras que una empresa su eficiencia es menor al 90%. Las ladrilleras en estudio realizan un proceso similar al utilizado por la mayoría de ladrilleras en el departamento de Cajamarca ya sea en la utilización de insumos y etapas en el proceso de fabricación.

Palabras clave: Análisis, proceso de fabricación, ladrillera artesanal, ladrillera industrial, formalidad, eficiencia, calidad.

ABSTRACT

Brick making in the villages of Santa Cruz and Santa Rosa de Chanango district of Bellavista is done without proper control , due to which the products obtained do not meet established quality standards , because this issue was raised as to analyze the process of the brick making business in the respective communities. The method used was descriptive and cross-sectional. The research was conducted in the months of August to October 2014, using surveys and interviews with employers directly in the field. With the information obtained we proceeded to classify and process then be analyzed by tabulation and graphics. As a result of the investigation it was found that five companies are presenting phases of artisanal manufacture limited , contrary to standards of quality in its production units which was confirmed with laboratory tests performed on processed bricks, while the industrial business manufactures its products properly evidenced in its production quality. The artisanal brick work informally , formally single industrial enterprise works. Five companies have greater than 90% efficiency , whereas a business efficiency is less than 90 % . The brickworks studio doing similar to that used by most brickworks in the department of Cajamarca either in the use of inputs and stages in the manufacturing process.

Keywords: Analysis, manufacturing process, brickworks artisanal, brickworks industrial, formality, efficiency, quality.

CAPITULO I. INTRODUCCION

La fabricación de ladrillos, es una de las industrias más antiguas en el mundo. A través del tiempo, las técnicas y procesos de producción han ido evolucionando. En el Perú, gran parte de las empresas dedicadas a esta labor lo han realizado de manera artesanal con un inadecuado control del proceso de fabricación, de los equipos y de la materia prima, ocasionando que el producto terminado no posea características y propiedades físico-mecánicas adecuadas.

Al no desarrollarse un buen proceso de fabricación en la planta, los productos terminados: no se ajustan a los estándares de calidad establecidos en las normativas, se genera gran cantidad de desechos, ocasionando pérdidas económicas.

Las empresas ladrilleras del distrito de Bellavista no controlan el proceso de fabricación desde el momento de la extracción del material, la materia prima no se selecciona ni es sometida a un control granulométrico.

Referente a la Administración presentan informalidad de funciones, incumpliendo las normas establecidas por la municipalidad. Ante este problema surgió la interrogante de cómo es el control del proceso de fabricación de las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista, por lo que la respuesta fue que el control de dicho proceso es inadecuado.

La investigación se realizó por la creciente demanda del uso de ladrillo, debido a ello se identificó las etapas del proceso de fabricación de dicha unidad utilizada en la construcción en el distrito de Bellavista. Dicha investigación podrá ser de gran utilidad para empresarios, investigadores y trabajadores ligados a la construcción.

Los alcances que generó el presente análisis podrán servir para mejorar el proceso de fabricación y así obtener unidades de mejores características.

El objetivo principal fue analizar el proceso de fabricación de las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista, teniendo como objetivos específicos: determinar las fases de fabricación utilizadas por las ladrilleras, identificar la formalidad con la que trabajan, comparar las diferencias entre los procesos de fabricación de ladrillo artesanal e industrial y determinar la eficiencia en la fabricación de unidades de ladrillos.

El primer capítulo introduce la problemática de analizar el proceso de fabricación de las empresas ladrilleras, la importancia, alcances, los objetivos, así como la hipótesis que guía el desarrollo del estudio.

En el segundo capítulo se describen los antecedentes teóricos, bases teóricas, definición de términos de la investigación, se desarrolla las etapas en el proceso de fabricación, combustibles usados, tipos de hornos y la resistencia a la compresión del ladrillo.

En el tercer capítulo se presenta los materiales y metodología utilizada en el desarrollo del análisis del proceso de fabricación de las empresas ladrilleras, describiendo el procedimiento, tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados obtenidos en la investigación.

En el cuarto capítulo se explica y discute los resultados obtenidos, siguiendo la secuencia de los objetivos planteados, así mismo se discuten los resultados con la literatura que aparece en la sección antecedentes teóricos.

En el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos en la investigación.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Teóricos

Realizada la revisión bibliográfica para la presente investigación, se encontró que existen antecedentes en el ámbito internacional, nacional, en la región Cajamarca y en la provincia de Jaén referente a estudios de diagnóstico de ladrilleras artesanales. En el distrito de Bellavista no existe ningún estudio relacionado al análisis del proceso de fabricación de las empresas ladrilleras.

2.1.1 Internacional

Ortiz (2012), manifiesta que la actividad ladrillera se lleva a cabo en casi todo el país de México, siendo Puebla el principal Estado productor de ladrillo artesanal, que anualmente produce cerca de 2,330 millones de piezas.

El proceso de fabricación de ladrillos es manual, no existe un proceso de control ni de calidad estricto, por lo general el personal que participa son los miembros de la familia. La materia prima para la elaboración del ladrillo, es tomada con frecuencia de los cauces de los ríos y arroyos sin ningún control. La preparación de la pasta y el moldeado se realizan directamente sobre el suelo. El secado es natural, tardando según los ladrilleros hasta seis días. La cocción dura entre 48 y 72 horas.

Los combustibles empleados con mayor frecuencia a nivel nacional son la madera, aserrín, combustible y aceites gastados, además de diesel, basura doméstica y algunos hornos más modernos emplean gas natural o gas LP. Los hornos utilizados en las principales zonas productoras del país son rudimentarios, con baja eficiencia energética.

La actividad de elaboración artesanal de ladrillo se ha desarrollado por costumbre con las mismas etapas de producción: preparación de la pasta, moldeo, secado y cocción en hornos ladrilleros, contaminando con todo esto la atmósfera, cuerpos de agua y suelos.

2.1.2 Nacional

Soriano (2012), presenta información sobre el Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal en el Perú, donde ha evaluado 11 Regiones del País en donde se encuentra experiencia de ladrilleras artesanales, que poseen sistemas de producción rudimentarios, que en muchos casos no podrían calificarse como organizaciones empresariales, sino como formas de generar empleo de subsistencia.

En el proceso productivo los insumos utilizados para la cocción del ladrillo son: La leña, el carbón. Y para el precalentado las maderas y las briquetas de carbón, remplazando en esencia el uso de llantas, disminuyendo el CO₂, en el proceso de combustión.

Las empresas ladrilleras en general no cuentan con una adecuada secuencia en su proceso productivo, por línea de producción, que hacen que incurran en inadecuados costos productivos.

Barranzuela (2014), en su estudio realizado en la región Piura concluye que el proceso de producción, especialmente las condiciones de secado y cocción, están necesariamente asociados a las características de la materia prima. No es posible estandarizar el proceso si no se conoce bien los componentes mineralógicos de la materia prima, porque esto lleva a obtener resultados diversos en la calidad de las unidades.

Manifiesta que los ladrilleros artesanales utilizan la cascarilla de arroz, el aserrín y la ceniza de cascarilla de arroz para disminuir la plasticidad de la pasta, evitando que se pegue en las manos facilitando el moldeo de las unidades.

La mejor calidad de la Ladrillera El Tallán, confirma que un proceso más controlado garantiza mejores propiedades de las unidades. Pero esta mejora se da en ciertas propiedades como variabilidad dimensional y alabeo, como consecuencia de las mejoras técnicas de moldeo, y la resistencia a la compresión con un proceso de cocción más controlado.

2.1.3 Local

Bravo (2013), en su estudio describe información sobre la industria ladrillera artesanal en el sector Fila Alta de la ciudad de Jaén, donde no existe alguna organización que brinde capacitación, asesoramiento y reconocimiento por parte del gobierno regional y local a las empresas ladrilleras del sector Fila Alta, siendo estas informales.

La situación socioeconómica de las ladrilleras del sector Filar Alta presenta la carencia de servicios básicos como agua, desagüe o luz, con vías de acceso precarias, y los responsables son jefes de familia, con nivel de educación primaria y secundaria completa, lo cual es un bajo indicador de gestión empresarial.

Al igual que el resto de ladrilleras en el departamento de Cajamarca, las ladrilleras del sector Fila Alta producen ladrillo de forma artesanal, utilizando tecnologías antiguas y deficientes, lo que incrementa el costo de producción y no se cumple con las normas de calidad.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 El ladrillo - Orígenes y Desarrollo

Molina (2007), el ladrillo constituyó el principal material de la construcción en las antiguas Mesopotamia y Palestina, donde apenas se disponía de madera y piedras. Los habitantes de Jericó en Palestina fabricaban ladrillos desde hace unos 9000 años. Los constructores sumerios y babilonios levantaron palacios y ciudades amuralladas, con ladrillos secados al sol, que recubrían con otros ladrillos cocidos en hornos, más resistentes y a menudo con esmaltes brillantes formando frisos decorativos. En sus últimos años los persas construían con

ladrillos, al igual que los chinos, que levantaron la gran muralla. Los romanos construyeron baños, anfiteatros y acueductos con ladrillos, a menudo recubiertos de mármol.

El ladrillo ya era conocido por los indígenas americanos de las civilizaciones prehispánicas. En regiones secas construían casas de ladrillos de adobe secado al sol. Las grandes pirámides de los mayas y otros pueblos fueron construidas con ladrillos revestidos de piedra. Pero fue en España donde por influencia musulmana, el uso del ladrillo alcanzó más difusión, sobre todo en Castilla, Aragón y Andalucía. El ladrillo industrial, fabricado en enormes cantidades, sigue siendo un material de construcción muy versátil. Existen tres clases: ladrillo de fachada o exteriores, cuando es importante el aspecto; el ladrillo común, hecho de arcilla de calidad inferior destinado a la construcción; y el ladrillo refractario, que resiste temperaturas muy altas y se emplea para fabricar hornos.

Hasta principios del siglo XIX prácticamente todos los ladrillos se moldeaban a mano y a la manera tradicional, pero del mismo modo que otros sectores fueron mecanizados, los ingenieros y fabricantes se centraron en la búsqueda de sistemas mecánicos para la fabricación de ladrillos con la esperanza de reducir costo e incrementar la producción.

Bianucci (2009), el ladrillo es una "piedra artificial" de forma geométrica, que resulta de la propiedad plástica de la materia prima empleada, la arcilla, que al modelarse con agua, una vez seca y tras su posterior cocción adquiere una gran dureza y resistencia.

2.2.2 La arcilla.

Rojas (2005), Técnicamente, la oficina de EEUU, Us Bureau of Mines considera a las Arcillas como un sistema de partículas denominadas minerales arcillosos, en el cual predominan las dimensiones $< 2 \mu$ de diámetro efectivo y que pueden estar mezcladas con otras no arcillosas.

American Society of Testing and Materials (ASTM), asume a las arcillas como un material plástico cuando está húmedo y rígido cuando se seca y se vitrifica mediante cocción a altas temperaturas.

En general, esta definición está considerada para un mineral secundario de la corteza terrestre, fino granular, que cuando es mezclado con una cantidad limitada de agua desarrolla plasticidad.

a) Propiedades Físicas de las arcillas:

- Elasticidad: Producida por la mezcla de la arcilla con una adecuada cantidad de agua.
- Endurecimiento: Lo sufren al ser sometidas a la acción de calor.
- Color: este se debe a la presencia de óxidos metálicos.
- Absorción: Absorben materiales tales como aceites, colorantes, gases

b) Acción del calor sobre las arcillas:

- La eliminación del agua higroscópica se da a una temperatura de aproximadamente 100° C, aún no pierde su agua de composición y conserva la propiedad de dar masas plásticas.
- Con una temperatura entre 300 y 400° C el agua llamada de combinación es liberada, perdiendo la propiedad de dar masas plásticas aunque se le reduzca a polvo y se le añada suficiente agua.
- Entre 600 y 700° C el agua en la arcilla es totalmente eliminada.
- Por la acción del calor entre 700 y 800° C adquiere propiedades tales como dureza, contracción y sonoridad.
- Esta combinación se completa al parecer entre 1100 y 1200° C.
- Hacia los 1500° C aparecen los primeros síntomas de vitrificación.

c) Coloración:

Molina (2007), esta se debe a la presencia de óxidos metálicos, principalmente el de hierro (por su actividad y abundancia). Dependiendo de si la llama de cocción es oxidante o reductora se colorea de rojo, amarillo, verde o gris.

2.2.3 La Industria ladrillera en el Perú.

Casado (2010), Las empresas ladrilleras están ampliamente distribuidas a nivel nacional. Las de mayor capacidad se encuentran ubicadas en la Ciudad de Lima, en las afueras o en la periferia. Por el contrario, la gran mayoría de empresas ladrilleras de micro y pequeño tamaño se encuentran distribuidas en todo el territorio nacional.

Las ladrilleras artesanales generalmente se agrupan en zonas geográficas lo más cercanas posible a la fuente de materia prima. Utilizando para la cocción combustibles altamente contaminantes como llantas usadas, residuos plásticos, aceite lubricante usado, así como leña, aserrín, cáscara de café o de arroz, entre otros.

Los hornos de cocción utilizados por estas empresas son de tipo artesanal sin chimeneas y no permiten medir directamente las emisiones. Además está el tema de los impuestos; ya que ellos no pagan IGV, ni renta.

Por su parte las ladrilleras pequeñas y micro son en su gran mayoría informales utilizan técnicas de fabricación variadas que pueden ser artesanales en todo el proceso productivo o una combinación de artesanales con mecanización en algunas etapas, no garantizando buena calidad en sus productos.

2.2.4 Proceso de fabricación de ladrillos.

Tal como ilustra la Figura 1, el proceso de producción de ladrillos comprende en general las siguientes etapas:

- Extracción de arcilla y tierras
- Mezcla
- Moldeo o Labranza
- Secado
- Carga del Horno
- Cocción
- Descarga del Horno
- Clasificación

a) Extracción de arcilla y tierras.

Casado (2010), según la ubicación y la disponibilidad de recursos de la empresa, la materia prima que consiste de arcillas plásticas, margas, caolín, etc. se extrae de canteras propias o de terceros. Las actividades de extracción en mina se llevan a cabo a tajo abierto mediante el uso de detonaciones, palas mecánicas y transporte pesado; o por excavación manual en el caso de las micro empresas artesanales. El material tal como es extraído se carga en camiones y se transporta a la zona de producción.

En algunas zonas utilizan una mezcla de arcilla con tierra agrícola, cuyos porcentajes de mezcla varían de 50 a 80% de tierra, según el tipo y calidad del ladrillo que se desea obtener y del tipo y calidad de la arcilla disponible.

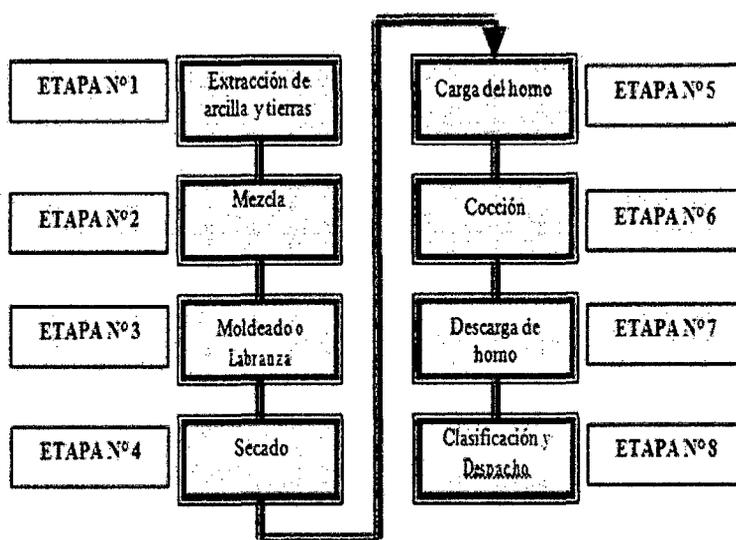


Figura 1. Diagrama de Flujo de la Fabricación de ladrillos. (CASADO 2010)

b) Mezcla

Casado (2010), la mezcla en las ladrilleras grandes se realiza en mezcladoras mecánicas según la formulación establecida para el tipo de producto a fabricar. Primero se hace la mezcla de componentes en seco y luego se agrega agua hasta obtener la masa plástica.

En las ladrilleras artesanales, la mezcla se hace manualmente y es colocada en pozas construidas en el suelo donde es amasada por apisonado del propio artesano y/o sus familiares.

- **Mezclado a Mano.** Pral (2010), la mezcla a mano se realiza al final del día luego de concluir las labores de labranza. Con ayuda de una pala o lampa se prepara en las fosas de mezclado las cuales son excavaciones rectangulares de 1m x 2m y 0.3m a 0.5m de profundidad, una pre-mezcla de arcilla y arena humedecidas amasando con manos y pies hasta que desaparezcan los terrones más grandes de arcilla. Algunos artesanos añaden otros agregados que pueden ser aserrín, cáscara de arroz o de café, cenizas. Se deja reposar esta masa hasta el día siguiente para que los terrones más pequeños se

deshagan, la mezcla se vuelva consistente y adquiera la textura requerida para el moldeo o labranza. Las impurezas de la arcilla y tierra como raíces de plantas, restos de arbustos y piedras son separadas manualmente. Algunas pocas veces se hace pasar la arena por un tamiz para eliminar impurezas u obtener un grano más homogéneo. La materia prima no se selecciona ni es sometida a molienda para control granulométrico. La formulación y características finales de la mezcla son definidas en base a su consistencia según la experiencia, necesidades o disponibilidad de materiales de cada artesano.

- **Mezclado mecánico.** Pral (2010), esta mezcla se efectúa utilizando una mezcladora o batidora accionada por algún tipo de energía que puede ser eléctrica, mecánica o de tracción animal (buey, caballo, acémila), lo que elimina el amasado a mano, reduce el tiempo de amasado y eleva el rendimiento.

El procedimiento no requiere tiempo de reposo. La pre-mezcla de arcilla y arena humedecidas, junto con otros agregados si fuera el caso, se vierte en el acceso o tolva de entrada de la mezcladora donde se amasa hasta obtener la consistencia requerida; la mezcla obtenida se puede volver a pasar cuantas veces sea necesaria agregando arcilla, arena y agua.

En Piura se han realizado pruebas introduciendo en la mezcla aserrín de madera y ceniza de cáscara de arroz, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1. Valores de resistencia con diferentes mezclas

Clase de ladrillo	Tipo de mezcla	Resistencia a la compresion (Kgf/cm ²)	Densidad (g/cm ³)
King Kong tradicional	Con arena	75,5	1,61
King Kong tradicional	Con aserrín	42,5	1,32
King Kong tradicional	Con ceniza	50,5	1,45
King Kong extruido	Con arena	169	1,47
King Kong extruido	Con ceniza	160,5	1,35

Fuente: Programa de Energía de ITDG-Perú, *Uso de cascarilla de arroz como fuente energética en ladrilleras.*

c) Moldeo o Labranza.

Casado (2010), consiste en vaciar la “masa cerámica plástica” en moldes para obtener el “ladrillo crudo”. El procedimiento de moldeo puede ser por vaciado manual en moldes o por extrusión en máquinas de moldeo plástico.

El proceso de moldeo por extrusión es el que se utiliza en las grandes ladrilleras formándose un molde continuo el cual se corta de acuerdo a las medidas del producto que se va a fabricar.

En las ladrilleras artesanales el material mezclado se moldea manualmente sin comprimir de una a dos unidades por vez utilizando moldes metálicos o de madera con arena fina o ceniza como desmoldante para facilitar el retiro del molde de la mezcla.

En condiciones climáticas normales, o sea sin lluvias, un labrador rinde semanalmente en jornada de 8 horas de lunes a sábado por cada tipo de ladrillo lo siguiente:

Rendimiento en moldeo manual

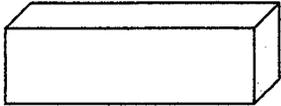
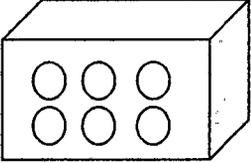
Ladrillos King Kong por semana	Ladrillos Pandereta por semana
	
2 400 – 2 500 ladrillos/hombre	1 200 – 1 400 ladrillos/hombre



Figura 2. Prensa de moldeo con tolva de mezclado y mesa de corte.

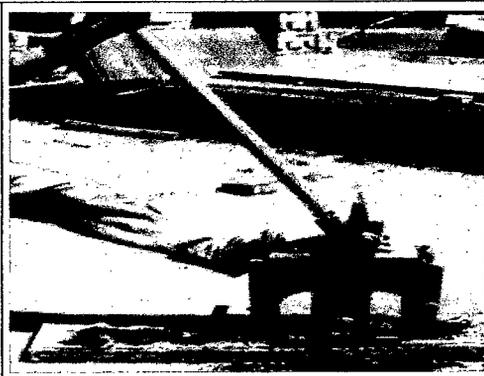


Figura 3. Prensa de moldeo accionamiento manual

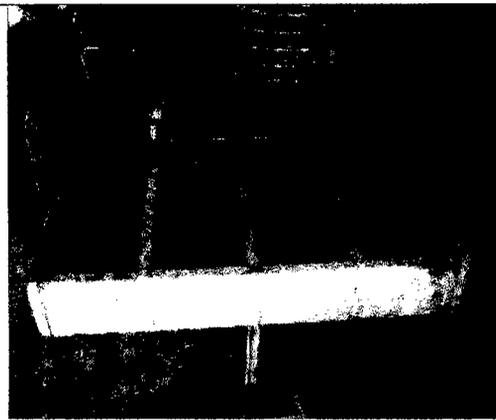


Figura 4. Molde de madera o gavera (Cuzco)



Figura 5. Gavera para ladrillos pandereta (Piura)

- Moldeo mecánico.

(Pral 2010), el moldeo mecánico permite incrementar la densidad del ladrillo y por tanto su resistencia. Se emplean desde prensas de moldeo accionadas manualmente capaces de producir 60 ladrillos por hora con moldes individuales, hasta extrusoras industriales que pueden producir más de un millar por hora. El punto intermedio está representado por pequeñas máquinas extrusoras manuales que pueden producir entre 120 y 400 ladrillos por hora. Estas máquinas también pueden producir ladrillos tipo pandereta y techo sólo con un cambio de molde.

La extrusora es una máquina accionada eléctricamente o por motor a diesel o gasolina, que se compone de cuatro partes principales:

- Manivela y mecanismo de empuje;
- Tanque para llenado de la mezcla;
- Molde extrusor que es intercambiable según el tipo de ladrillo a fabricar;
- Mesa de corte de ladrillos.

Con el uso de mezcladora y extrusora se puede producir más de un millar de ladrillos crudos por hora.

d) Secado.

Rojas (2005), el secado es una de las fases más delicadas y trascendentales del proceso de fabricación, a la vez que es una operación muy compleja, en la que convergen varios factores: naturaleza de la arcilla, grado de preparación y homogenización, tensiones que pueden formarse dentro del moldeo, diseño y formado de la pieza, uniformidad del secado, etc.

Generalmente se aprovecha el calor que sale del horno, también es usual precalentar el aire mediante la quema de carbón.

Los ladrillos recién moldeados se deben someter a un calentamiento lo más uniforme posible. Este calentamiento que podrá considerarse como la fase cero del secado, se puede hacer sin riesgo con aire caliente de alta humedad relativa (80 a 90 %), impidiendo el secado rápido, el cual se caracteriza por ser un secado superficial que dificulta el resto del secado y da lugar a roturas de la pieza. Cuando el ladrillo alcanza una temperatura uniforme queda listo para la cocida, primera fase del secado, en la que se incrementa la temperatura del aire y se reduce su humedad, con el objetivo de evaporar el agua a una velocidad mayor. Desde que comienza el verdadero secado hasta que es expulsada toda el agua, la temperatura de aquella es siempre menor que la del aire circundante.

Llega un momento en que el agua deja de fluir a la superficie debido a que ya no hay agua libre en la pieza, este es el llamado punto crítico, a partir de aquí,

comienza la evaporación del agua ligada eléctricamente a la superficie de las partículas arcillosas, esta es la segunda fase de secado; cuando más cerca se encuentran las moléculas del agua a la superficie del cristal arcilloso, más difícil será evaporarla, lo que hará que el rendimiento disminuya exponencialmente.

Mediante los mecanismos artificial y natural, se pretende retirar el agua, adicionada en los procesos anteriores.

- ❖ **Secado natural:** El adobe es secado en un recinto cerrado, por un rango de tiempo entre 8 días hasta 1 mes, dependiendo de la temperatura y humedad del ambiente.

- ❖ **Secado artificial:** Efectuado en un recinto totalmente cerrado que ofrece calor proveniente del horno y de fuentes auxiliares que trabajan con carbón. El período conveniente de secado es de 10 a 12 h.

e) Carga del horno.

(Pral 2010), primero se arma el “malecón” o arreglo de encendido acomodando los ladrillos secos de manera que, siguiendo el perfil de la ventana de aireación, formen una bóveda por encima del canal de encendido a todo lo largo del horno.

En la quema con carbón, la base de esta bóveda, se arma como una especie de parrilla formada con ladrillos enteros y tallados manualmente, sobre la cual se arman briquetas de carbón en tres o más capas dependiendo de la forma y tamaño de la bóveda. Debajo de esta parrilla está el canal del malecón donde se coloca la leña para el encendido.

A la altura de la parte superior de los lados de la bóveda formada por los ladrillos crudos en el interior del horno e inmediatamente por encima de la bóveda, se colocan briquetas de carbón en una disposición apropiada una al lado de otra a casi todo lo largo y ancho de la sección del horno para conseguir un frente de fuego horizontal.

Las briquetas utilizadas generalmente son de forma cilíndrica de 10 cm de diámetro por 14.0 cm de alto con un agujero en el medio para favorecer su encendido.

Por encima de la bóveda armada como malecón de encendido, los ladrillos son colocados en capas horizontales sucesivas, cada una transversal respecto a la anterior (en ángulo de 90 grados), descansando sobre su lado más largo hasta llenar toda la altura del horno. En los techos abovedados se hace la misma disposición pero siguiendo la forma de la bóveda.

Otra manera de armar es en la secuencia 1 ½, que consiste en colocar un ladrillo a lo largo seguido de un ladrillo a lo ancho; luego un ladrillo a lo largo y así sucesivamente.

Entre ladrillo y ladrillo se deja una separación de tres a cinco milímetros para permitir el flujo de aire y de los gases calientes producto de la combustión, así como para permitir la transmisión de fuego y calor durante la cocción. El carguío y armado del horno se realiza en jornadas de uno a más días dependiendo del tamaño y capacidad del horno. En promedio un horno de 10 millares se carga en 10 horas con cinco personas: cuatro para alcanzar los ladrillos (bolear) y una para el armado.

f) Cocción.

Rojas (2005), Etapa o fase más importante y delicada del proceso de fabricación, en la cual las piezas cerámicas se someten a elevadas temperaturas, para conferirles indirectamente suficiente resistencia mecánica para su uso; a través de hornos intermitentes o continuos.

Para optimizar este tratamiento, se debe empezar por establecer una curva ideal de temperaturas, que permita evitar las roturas de precalentamiento, cocción y enfriamiento.

Estas roturas son derivadas de las diferencias de contracción o dilatación que se dan en una misma pieza, las cuales dependen de los gradientes térmicos que un momento determinado puedan existir en la pieza, las cuales varían a lo largo del proceso de cocción en función de las reacciones exotérmicas o endotérmicas que se producen o de la mayor o menor difusividad térmica del material.

Otro factor importante que se debe tener en cuenta para optimizar el proceso de cocción y evitar defectos que se puedan presentar durante ésta fase, es conocer las reacciones que tienen lugar en la pieza durante la cocción.

Las etapas relacionadas con la transmisión térmica que sufre el ladrillo dentro del horno son:

- Zona de precalentamiento: Comprende desde la entrada del ladrillo al horno, hasta aproximadamente 600 °C.

A los 200 °C tiene lugar la evacuación del agua residual no eliminada en el secado. Si esta eliminación no es gradual o si el contenido de agua es alto, pueden producirse roturas debido a contracciones.

Entre los 200 y 400 °C se oxida el material orgánico y ocurre la deshidroxilación de la arcilla.

Entre 450 y 650 °C se modifica la estructura del material arcilloso, se elimina el agua de constitución molecular, produciéndose una contracción y un endurecimiento irreversible.

- Zona de cocción: Entre 680 y 800 °C, tiene lugar la descarbonatación (se presenta rápido desprendimiento o liberación de CO₂, que puede producir grietas o burbujas en el material. La descarbonatación debe finalizar antes de iniciar la vitrificación para evitar eflorescencias.

Por encima de los 800 °C inicia la vitrificación. "La temperatura máxima de cocción depende del tipo de material utilizado". Puede ser a ésta temperatura o

un poco más (850 °C), hasta donde muchos fabricantes queman, por lo que sus productos no alcanzan con las resistencias requeridas.

El material seco y a la temperatura adecuada pasa a la etapa de quema, en la que comienza a ganar calor sensible, aumentando su temperatura gradualmente hasta valores cercanos a 1000 °C. Por lo tanto hay que ejercer un cuidadoso control sobre la velocidad de incremento de ésta para evitar que sea brusco, puesto que puede dar lugar a roturas.

Es importante anotar que la temperatura de quema y el tiempo de permanencia en ésta, inciden considerablemente sobre las propiedades del material; por ejemplo se observa que a una mayor resistencia hay menor porcentaje de absorción del agua, en los materiales que han sido cocidos a mayores temperaturas y durante períodos de tiempo mayor.

A los 970 °C, ocurre una brusca reacción exotérmica, que coincide con la formación de la nueva fase cristalina estable llamada mullita, dando lugar a una estructura de gran dureza, con alta resistencia mecánica y química.

De acuerdo a la temperatura de cocción se considera a 700 °C ladrillo blando o crudo, 800 °C ladrillo de poca dureza, 1050 °C ladrillo duro, 1100 °C ladrillo de mucha dureza. El color y el timbre están asociados a la temperatura de cocción y a los componentes químicos de la materia prima.

g) **Descarga del horno.** (Pral 2010), una vez que el fuego ha llegado al extremo superior y se ha consumido todo el carbón, se van abriendo poco a poco las ventilaciones del horno para dejar enfriar lo cual puede durar de cuatro a seis días. El enfriamiento es de abajo hacia arriba por efecto de las mismas corrientes de aire que han contribuido a la combustión.

Antes de proceder con la descarga se espera que el horno se enfríe. En épocas de alta demanda los ladrillos se empiezan a descargar cuando todavía están calientes sin esperar el período de enfriamiento normal. La descarga dura un día menos que el tiempo que se utilizó en cargar.

h) **Clasificación y Despacho.**

(Casado 2010), Los ladrillos descargados se clasifican según el resultado de la cocción. En las ladrilleras industrializadas se hacen pruebas de laboratorio por lotes para determinar si se están obteniendo las características estructurales requeridas.

Su clasificación se realiza de acuerdo al resultado de la cocción:

- Bien cocidos (coloración rojiza intensa y sonido metálico a la percusión, son duros y presentan el grano fino y compacto en su estructura, sus aristas deben ser duras y la superficie lisa y regular).
- Medianamente cocidos o “bayos” (color menos rojizo).
- Crudos o no cocidos.

Estos últimos se tienen que volver a cocer, mientras que los otros son adquiridos por los compradores a precios diferenciados pagándose obviamente menos por aquellos que no están bien cocidos.

Las ladrilleras artesanales no realizan ensayos de calidad.

Un ladrillo para ser bueno debe reunir cualidades de:

Homogeneidad en toda la masa (ausencia de fisuras y defectos).

Dureza para resistir cargas pesadas (resistencia a la flexión y compresión).

Formas regulares, para que los muros construidos sean de espesor uniforme (aristas vivas y ángulos rectos).

Coloración homogénea, salvo que se tenga interés en emplearlos como detalle arquitectónico de coloración.

2.2.5 Combustibles usados.

Pral (2010), se describen brevemente los combustibles más usados en la actividad ladrillera.

- Artículos de plástico.

Se utilizan bolsas plásticas de PVC, polietileno, botellas PET, y en general

cualquier material plástico disponible como complemento para acelerar el encendido y también para “avivar” el fuego cuando la combinación combustible-oxígeno no tiene suficiente potencial calórico.

- Llantas usadas.

El uso de llantas usadas está extendido en las ladrilleras artesanales. Se utilizan generalmente cortadas en trozos pero también enteras. El tiempo de cocción de los ladrillos es casi dos y media veces menor que con carbón de piedra, aunque la cantidad de ladrillos cargada en el horno sea menor ya que tiene otra distribución o arreglo para la cocción.

Este material junto con los artículos de plástico son los más contaminantes de todos los usados como combustible, puesto que su quema genera desde una elevada cantidad de partículas hasta humos altamente tóxicos de riesgo cancerígeno.

Las llantas son acopiadas por recicladores generalmente informales que las transportan en camiones hasta las zonas de actividad ladrillera donde las venden al mejor postor y descargan directamente junto al horno. Las zonas donde se utiliza o se ha utilizado llantas pueden ser fácilmente identificadas por la coloración negruzca que tienen los suelos adyacentes y las paredes de los hornos.

- Leña.

Se utiliza en forma de trozas o “rajas”. En algunos lugares se utiliza sólo para iniciar el fuego y encender las briquetas de carbón, mientras en otros donde hay abundancia, se utiliza para todo el proceso de cocción. Se adquieren en depósitos existentes en las ciudades o en la misma zona de producción. El uso indiscriminado de leña en la costa norte ha estado poniendo en riesgo los bosques de algarrobo y guarango por lo que su uso sólo está permitido para el consumo doméstico de los pobladores cercanos.

La madera de algarrobo usada en Piura tiene un poder calorífico neto de 15,500 kJ/kg, mientras que la madera de eucalipto empleada en Arequipa, Cusco, Ayacucho tiene 18,000 kJ/kg.

- Ramas y hojas de eucalipto.

Se utiliza en forma fresca en algunas ciudades de la sierra principalmente Cusco, a donde son traídas desde lugares cada vez más lejanos debido a que su uso y tala supera largamente la capacidad de recuperación y los escasos esfuerzos de forestación. Se utiliza como combustible único para todo el proceso de cocción y algunas veces combinado con aserrín de madera, cáscara de arroz, o con carbón de piedra reemplazando la leña en el encendido.

- Cáscara de arroz y de café.

Los ladrillos crudos cargados en el horno se cubren con cascarilla arrojada por la parte superior. Durante el proceso de quema se va echando paulatinamente a medida que se consume. El encendido se hace con paja y ramas secas que son colocadas en las bocas de los canales.

Se adquieren en sacos o a granel en los molinos o piladoras, los cuales consideran material para deshecho a estos residuos.

La cascarilla de arroz como combustible alternativo tiene un poder calorífico neto de 13,300 kJ/kg.

- Aserrín y viruta de madera. El aserrín es utilizado en forma similar a la descrita para la cáscara de arroz o café. La viruta es utilizada como complemento para acelerar el encendido y “avivar” el fuego, se adquieren en los aserraderos y depósitos de madera de la ciudad.

- Carbón de piedra.

Se utiliza en dos presentaciones:

- En forma de briquetas se colocan en la parte baja de los hornos para el encendido.
- En forma molida o como “cisco” se agrega entre cada capa de ladrillos.

La calidad del carbón de piedra existente en el país es variable. En Arequipa, Cuzco y Piura el combustible empleado es cisco de carbón, antracítico y en Ayacucho es semi bituminoso, con poderes caloríficos típicos de 26,000

y 17,000 kJ/kg respectivamente. El contenido de azufre de los carbones nacionales es bajo de máximo 0.5%. En las pruebas de quema realizadas en Arequipa se ha observado un buen rendimiento del carbón procedente de Alto Chicama en el Dpto. de la Libertad.

- Petróleo diésel y petróleo residual.

Estos combustibles son de los más costosos y su uso requiere contar con instalación de mecanismos de inyección y tanques de almacenamiento que también son costosos. Difícilmente son elegibles para las ladrilleras artesanales.

- Otros combustibles

Eventualmente y casi siempre combinados con hidrocarburos líquidos se utilizan aceites lubricantes y aceites comestibles usados para aumentar el volumen de combustible disponible.

Tabla 2. Poderes caloríficos Típicos en kJ/Kg de algunos combustibles utilizados en hornos de la actividad ladrillera.

<i>Cascara de arroz</i>	<i>13 300</i>
<i>Algarrobo</i>	<i>15 500</i>
<i>Eucalipto</i>	<i>18 000</i>
<i>Carbón bituminoso</i>	<i>17 000</i>
<i>Carbón antrácítico</i>	<i>26 000</i>

2.2.6 Tipos de Hornos

Los tipos básicos de hornos que se utilizan para la fabricación de ladrillos son:

De Parrilla

Son hornos de operación intermitente y de tiro vertical ascendente que son utilizados por los ladrilleros artesanales en algunas zonas del país, principalmente en Cusco. Pueden tener forma redonda o rectangular con un orificio, ventanilla o "tronera" para la alimentación de combustible por la parte inferior. Se denominan así porque un emparrillado separa la zona de

combustión de la zona de cocción. Los ladrillos crudos se cargan por la parte superior y se depositan en la parrilla. El horno se enciende en la ventanilla por debajo de la parrilla y se vá alimentando combustible conforme avanza el proceso de cocción. Las llamas y el calor procedente de la zona de combustión van cociendo los ladrillos de abajo hacia arriba hasta que el operador calcula que ya se ha cocido toda la carga entonces se suspende la alimentación de combustible y se deja enfriar para descargar el ladrillo cocido e iniciar otra carga. El proceso de cocción es muy ineficiente por lo que genera una gran cantidad de Monóxido de Carbono y partículas sobre todo en el encendido. Tradicionalmente se utilizaba como combustible llantas, aceite lubricante usado, aserrín, madera y ramas de eucalipto. Actualmente se ha conseguido introducir el uso de Carbón mineral como principal combustible y se utilizan aserrín y eucalipto solo para el encendido habiéndose erradicado totalmente el uso de llantas y lubricantes usados en esta operación.

Sus capacidades de producción varían entre 2 a 8 millares de ladrillos por quema y pueden realizar hasta 5 quemas por mes. No poseen chimeneas y no se pueden hacer mediciones directas de emisiones.

Hornos de Túnel

Son de tecnología similar a los Hoffman con la diferencia que en este caso el quemador está fijo y lo que se va moviendo es la carga de ladrillos a través de un sistema de rieles.

Utilizan los mismos combustibles que los Hoffman y tienen capacidades de producción similares.

2.2.7 Resistencia a la Compresión (f'_{cb})

Aguirre (2004), la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (f'_{cb}) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro.

Se usa como control de calidad en la elaboración (dosificación de los materiales, temperatura y tiempo de horneado), para conocer la calidad de los materiales utilizados en la fabricación de ladrillo y para encontrar la resistencia a la compresión de la albañilería f'_{cb} , a partir de fórmulas que relacionan las propiedades de la unidad y los morteros.

El ensayo de resistencia a la compresión, consiste en llevar la pieza de ladrillo a la falla y registrar la carga de rotura en el área de contacto, para determinar el esfuerzo de compresión máximo mediante la ecuación 1.

$$f'_{cb} = \frac{Pu}{A} \quad (1)$$

Dónde:

f'_{cb} = resistencia a la compresión de ladrillo Pa x 10 (Kgf/cm)

Pu = carga máxima (de rotura) en N (Kgf)

A = promedio área brutas de las superficies superior e inferior del espécimen en cm^2 .

Sahlin (1971), para determinar el módulo de elasticidad de la unidad E_b se hará uso de la ecuación N° 2, ello con el afán de comparar posteriormente con el módulo de elasticidad de la albañilería.

$$E_b = 300 \cdot f'_{cb} \quad (2)$$

Bonett (2003), en la tabla 3 se muestra valores de la resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería.

Tabla 3. Resistencia a la compresión de diferentes unidades de mampostería

Material	Intervalo de f'_{cb} (kg/cm ²)
Piedra	410 < f'_{cb} < 1000
Concreto macizo	150 < f'_{cb} < 250
Arcilla	50 < f'_{cb} < 200
Concreto ligero	40 < f'_{cb} < 60
Adobe	10 < f'_{cb} < 15

Fuente: (Bonnet 2003).

2.3 Definición de términos básicos

- **Calidad.-** Es cumplir con los requisitos establecidos por la empresa y con los requerimientos que necesita el cliente con un mínimo de errores y defectos. (Pral 2010).
- **Carga.-** Operación mediante la cual se introducen los ladrillos en el horno ordenadamente para iniciar el proceso de cocción. (Pral 2010).
- **Cocción.-** Proceso mediante el cual, las piezas se llevan a elevadas temperaturas que garantizan la resistencia y propiedades físicas necesarias para cumplir con sus especificaciones. (Pral 2010).
- **Corte.-** Operación que permite dividir la pasta que sale por la boquilla de la máquina extrusora, en piezas de igual tamaño. (Pral 2010).
- **Descarga.-** Operación mediante la cual se retiran los ladrillos del horno, una vez terminada la etapa de enfriamiento del proceso de cocción. (Pral 2010).
- **Eficiencia.-** Relación entre insumos y productos valorando los procesos utilizados en la obtención de los productos frente a los recursos utilizados. (Pral 2010).

- **Empresa ladrillera.**- sociedad industrial o mercantil integrada por el capital y el trabajo como factores para la producción de ladrillo (Lexus, 2000).
- **Extracción.**- Supresión de las arcillas mediante removimiento de la tierra en las canteras, para retirar la capa vegetal superficial, y transporte desde las superficies rocosas o desde el suelo, en forma de partículas. (Pral 2010).
- **Ladrillo macizo.**- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección (RNE 2006).
- **Ladrillo hueco.**- Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75% del área bruta de la misma sección (RNE 2006).
- **Mezcla.**- Tiene por objeto homogeneizar y lograr la cantidad necesaria en proporciones de los diferentes tipos de arcillas para lograr efectos diferentes. Cierta cantidad de impurezas en la arcilla ayudan a que la mezcla mantenga su forma durante la cocción. (Pral 2010).
- **Molienda.**- Proceso en el que la mezcla se introduce a una trituración, ya sea mediante un proceso seco o húmedo, para garantizar la desintegración de partículas muy grandes incluidas en la mezcla. (Pral 2010).
- **Proceso productivo.**- Secuencia de actividades relacionadas e interdependientes que tienen como propósito producir un efecto sobre los insumos, en el cual intervienen materiales directos e indirectos que atraviesan un proceso de transformación y prestación de servicio para un producto y/o servicio final que vaya acorde con los requerimientos del mercado (Pral 2010).
- **Producción.**- Es el estudio de las técnicas de gestión empleadas para conseguir la mayor diferencia entre el valor agregado y el costo

incorporado consecuencia de la transformación de recursos en productos finales (Pral 2010).

➤ **Tecnología.**- Conjunto de conocimientos organizados sistemáticamente a los procesos de producción de bienes o servicios. (Pral 2010).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación Geográfica

La investigación se realizó en las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Geográficamente el distrito de Bellavista limita por el norte con el río Tabaconas, por el noreste con el río Chinchipe, por el este y sureste con el río Marañón que lo separa de la provincia de Bagua - Departamento de Amazonas-, por el sur con el río Chamaya, y por el suroeste con los distritos de Jaén, Huabal y Las Pirias, y por el oeste con el distrito de San José del Alto.

La presente investigación se realizó durante los meses de Agosto a Setiembre del 2014.

3.1.1 Datos Geográficos de las localidades en estudio.

La tabla 4 presenta los datos geográficos de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango.

Tabla 4. Ubicación geográfica de las localidades en estudio.

Departamento	Cajamarca	Cajamarca
Provincia	Jaén	Jaén
Distrito	Bellavista	Bellavista
Localidad	Santa Cruz	Santa Rosa de Chanango
Altitud	477 m.s.n.m	567 m.s.n.m
Coordenadas UTM	754668m E; 9374772m N	749730m E; 9375333m N

3.1.2 Accesos a:

Santa Cruz, de la ciudad de Jaén siguiendo la carretera Jaén – San Ignacio por vía asfaltada en un recorrido de 9,00 km, luego a la derecha vía carretera afirmada se recorre 5,00 km. llegando a la localidad (Anexo C Fig 9).

Santa Rosa de Chanango, de la ciudad de Jaén siguiendo la carretera Jaén – San Ignacio por vía asfaltada en un recorrido de 9,00 km llegando a la localidad (Anexo C Fig 10).

En la tabla 5 se muestra las localidades involucradas en el presente estudio.

Tabla 5. Empresas Ladrilleras

COD.	LADRILLERA	LOCALIDAD	Nº HORNOS	CAPACIDAD DE HORNO	FRECUENCIA DE QUEMADO
			POR/LOTE	MILLAR	MES
L-01	CHINO	SANTA CRUZ	1	5	1
L-02	BETO	SANTA CRUZ	1	5	1
L-03	MONTEZA	SANTA ROSA DE CHANANGO	1	6	1
L-04	CERDÁN	SANTA ROSA DE CHANANGO	1	5	1
L-05	DON PEDRO	SANTA ROSA DE CHANANGO	1	4	1
L-06	PAKAMUROS	SANTA ROSA DE CHANANGO	1	33	30

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS.

3.2.1 Materiales

- Muestras de suelo.
- Unidades de albañilería (30 ladrillos).

3.2.2 Equipos y/o herramientas

- Balanza electrónica
- Horno
- Tamices # 10, # 20, # 30, # 40, # 60, # 100, # 200
- Copa Casa Grande
- Máquina de compresión

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Tipo de investigación. La investigación es del tipo descriptivo, ya que no se manipularon las variables, se reconoció las características productivas así mismo se cuantificó los datos obtenidos de las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista.

3.3.2 Población y muestra. En las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango existen en total 05 ladrilleras artesanales y 01 ladrillera industrial, ambas localidades pertenecen al distrito de Bellavista. En el presente estudio al tener una población pequeña se ha tenido en consideración tomar dicha población en su totalidad como muestra para el respectivo análisis.

Tabla 6. Cantidad de Empresas ladrilleras artesanales e industriales.

LOCALIDAD	CANTIDAD	
	LADRILLERA ARTESANAL	LADRILLERA INDUSTRIAL
SANTA CRUZ	2	----
SANTA ROSA DE CHANANGO	3	1

3.3.3 Proceso de investigación. La investigación se centró en describir las fases del proceso de fabricación de la unidad de albañilería, formalidad con la que trabajan dichas empresas, se diferenció el proceso de fabricación artesanal e industrial y la eficiencia de la empresa, la metodología empleada para la realización del presente estudio fue la utilización de técnicas y herramientas como encuestas, entrevistas y observación directa.

3.3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

a) Técnicas

La recolección de datos se realizó mediante encuestas, observación directa y entrevistas realizadas a los empresarios ladrilleros.

Encuestas: La finalidad de la aplicación de la encuesta fue disponer de información sobre el proceso de fabricación de las empresas ladrilleras. Determinando así el tipo y producción de ladrillo en la zona identificada y otros aspectos que se presentan en la fabricación de ladrillo.

Entrevistas: La finalidad de la aplicación de la entrevista fue ubicar las zonas donde se ubican las empresas de ladrillos, conocer los antecedentes de la actividad ladrillera, disponer de información cualitativa actualizada sobre algunas características importantes de la población objetivo.

Observación directa: Ha permitido tener un enfoque visual más detallado del ámbito de estudio.

b) Instrumentos.

- Guía de observación
- Ficha técnica
- Unidades de albañilería
- Cámara fotográfica.

3.3.5 Fases de investigación.

a. Fase inicial de gabinete. Después de haber investigado sobre el tema en estudio, se plasmaron los objetivos de la investigación, se cuantificaron las empresas productoras de ladrillo ubicadas en la zona de estudio y se obtuvo el tamaño de la muestra que para este estudio es igual a la población, para posteriormente realizar la encuesta y una guía de observación en base a los objetivos y la tabla de recolección de datos.

b. Fase de campo. Se identificó las seis ladrilleras en estudio teniendo en cuenta que se encuentran ubicadas en localidades distintas. Se aplicaron los distintos instrumentos elaborados para la recolección de datos. En esta fase también se tomó muestras de suelo (materia prima) de las distintas canteras de cada una de las ladrilleras. Así como también se seleccionó 5 unidades de ladrillo por cada empresa ladrillera para posteriormente analizar su resistencia a la compresión en el laboratorio.

c. Fase de laboratorio y final de gabinete. Los datos obtenidos de las encuestas se analizaron mediante tabulación y gráficos, se comentaron y luego se plasmaron en una tabla resumen, con el fin de llegar a tener una aproximación mucho más concreta del proceso de fabricación de las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango.

Con el objetivo de determinar el tipo de suelo utilizado para la fabricación de ladrillos, se realizó un análisis granulométrico por tamizado (Norma ASTM D 421) y análisis de límites de Atterberg referente a límite líquido y límite plástico.

a. TRATAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Tabulación de las preguntas pertenecientes a la encuesta aplicada.

CONTROL DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Abastecimiento de Materia Prima:

En la tabla 7 se aprecia el abastecimiento de materia prima y el modo de extracción de arcilla.

Tabla 7. Abastecimiento de materia prima y modo de extracción

Ítems	Abastecimiento de materia prima		Extracción de arcilla		
	Material Propio	Manual	Mecanizada	Ambas	
El Chino	X			X	
Beto	X	X			
Monteza	X	X			
Cerdán	X	X			
Don Pedro	X		X		
Pakamuros	X		X		
Total	6	3	2	1	

Mezclado.-

En la etapa de mezclado, todas las ladrilleras utilizan otro agregado adicional a la arcilla en el preparado de la mezcla, los cuales van desde cascara de arroz, ceniza de pajilla, cascajo de ladrillo y arena.

En la tabla 8 se detalla la proporción utilizada por las distintas empresas ladrilleras.

Tabla 8.- Proporción de agregados utilizados en la mezcla.

LADRILLERA	CANTIDAD (und)	Arcilla	Arena	Cascara de arroz	Ceniza de pajilla	Cascajo de ladrillo
El Chino	1,000	25 carretillas	-----	-----	2 sacos	-----
Beto	1,000	22 carretillas	-----	-----	5 sacos	-----
Monteza	1,000	19 carretillas	6 carretillas	-----	-----	-----
Cerdán	1,000	26 carretillas	-----	2 sacos	-----	-----
Don Pedro	1,000	30 carretillas	-----	1 saco	-----	-----
Pakamuros	1,000	2.5 m3	-----	-----	-----	3 carretillas

Moldeo.-

En la etapa del moldeo de la unidad de albañilería, las 5 empresas ladrilleras artesanales utilizan moldes de madera, en los cuales se puede producir 4 unidades de ladrillo por molde, en dicho proceso de moldeo se esparce ceniza de pajilla de arroz (producto de la quema en el horno) para que la mezcla no se adhiera al molde, logrando una mejor trabajabilidad. El ladrillo producido por dichas empresas es en un 100% ladrillo macizo o sólido.

Mientras que la empresa industrial Pakamuros no utiliza ningún insumo adicional en su etapa de moldeo debido a que cuenta con un proceso mecanizado utilizando una extrusora mecánica donde se coloca diferentes moldes para producir los tipos de ladrillos (King Kong Estandar, Pandereta, Ladrillo de techo 12 y 15, King Kong tipo IV) que actualmente ofrece dicha empresa al mercado de la construcción.

Secado.-

El secado es una fase muy importante en el proceso de fabricación del ladrillo, por lo cual el tiempo empleado es importante distribuirlo de manera eficiente. Esto se diferencia de gran manera en el proceso artesanal que conlleva entre 5 a 9 días, mientras que el proceso industrial lo realiza en un máximo de 2 días obteniendo así una mayor eficiencia en el tiempo empleado.

Tabla 9. Tiempo de secado del ladrillo.

Ítems	Tiempo de secado	
	1 a 2 días	5 a más días
El Chino		X
Beto		X
Monteza		X
Cerdán		X
Don Pedro		X
Pakamuros	X	
Total	1	5

Carguío y acomodo en el horno.-

La etapa de carguío del horno, es una fase importante ya que la forma de acomodo que se brinde deberá ser adecuada contando con la separación entre ladrillos lo cual garantice un quemado homogéneo y con esto calidad del ladrillo fabricado, es un proceso en el cual se acumula los ladrillos en el horno previamente secados, apilando los ladrillos con el método del "Coqueado", el cual consiste en colocar los ladrillos una fila de canto luego sobre dicha fila se ubican los ladrillos en posición de fondo, y así sucesivamente se repite hasta alcanzar una altura promedio a la del horno, la separación entre las columnas formadas por el apilado de los ladrillos generalmente es de 20 cm aproximadamente por dichas ranuras ingresará la pajilla de arroz la cual servirá como combustible para el proceso de quemado. Este proceso de carguío y acomodo del horno es utilizado por las 5 empresas ladrilleras artesanales de la zona.

Mientras que la empresa ladrillera industrial Pakamuros realiza el carguío y acomodo de ladrillos en vagones (36), con una capacidad de 1650 ladrillos por vagón, los ladrillos se colocan en forma separada uno del otro para una correcta circulación de la temperatura al interior del horno de túnel automatizado que presenta dicha fábrica. El vagón que ha sido cargado de ladrillos ingresa al

horno y en un tiempo de una hora y veinte minutos dicho vagón avanzará por el túnel del horno dando espacio al ingreso del siguiente vagón, y así sucesivamente hasta llenar el túnel del horno con los 36 vagones que presenta.

La tabla 10 nos muestra que cuatro (04) ladrilleras realizan el carguío del horno en un rango de 24 horas, mientras que dos (02) ladrilleras emplean de 2 a 3 días para cargar el horno.

Tabla 10. Tiempo de carguío del horno

Ítems	Tiempo de carguío	
	1 a 24 horas	2-3 días
El Chino		X
Beto		X
Monteza	X	
Cerdán	X	
Don Pedro	X	
Pakamuros	X	
Total	4	2

Cocción:

La cocción, en el proceso de fabricación de las unidades de albañilería, es la fase final más importante del mismo. La eficiencia de esta etapa depende, entre otros factores, del tipo de horno empleado.

En esta etapa se utilizan, de acuerdo al tipo de fábrica o a la tecnología empleada, tipos de hornos que van desde los más rústicos hasta los más modernos y eficientes. En general, en el presente estudio se pueden identificar dos tipos de hornos para la cocción de ladrillos: los Hornos Intermitentes con suelo y muros laterales, y el Horno de Túnel Automatizado.

Los hornos intermitentes, son los más sencillos y se encuentran en las 5 ladrilleras artesanales, consisten en un cuarto con planta cuadrada o rectangular, de altura de 3 a 5 metros. Sus muros presentan espesores de un

ladrillo común, para que retengan el calor; por la parte superior está libre. En la parte baja de la pared de fachada presenta puertas o bocas para la introducción del combustible y entrada de aire; en las paredes empezando desde 1.50 a 2 metros del suelo, se disponen de unas aberturas estrechas y altas que facilitan la carga y descarga del horno, cerrándose estas aberturas durante la cocción. En este tipo de hornos el proceso de combustión es incompleto porque la falta de oxígeno provoca que el material no se queme completamente, generando piezas crudas y ahumadas.

El combustible usado en la cocción es la cascara de arroz, esto para 04 empresas artesanales y 01 empresa artesanal utiliza la madera o leña como combustible. En dicho proceso se observa la emanación de gases o humo de color negro.

Por otro lado tenemos el Horno de Túnel Automatizado, horno característico de la empresa industrial Pakamuros, el cual consta de 36 vagones, presentando tres fases bien diferenciadas en el proceso de cocción siendo los siguientes:

PRE QUEMADO.- Al ingresar el vagón con la carga de ladrillos apilados manual y adecuadamente, el horno presentará una temperatura inicial que variará de 37°C hasta los 650°C.

QUEMADO.- En esta fase el vagón habrá ingresado a la zona del horno donde su temperatura estará oscilando entre 650°C hasta los 850°C, en esta fase es donde el ladrillo logra alcanzar sus propiedades características.

ZONA DE ENFRIAMIENTO.- En esta fase el ladrillo cocido será sometido a enfriamiento en forma pausada para no variar sus propiedades alcanzadas durante el proceso de cocción, concluida esta etapa el ladrillo se encuentra listo para ser comercializado de forma inmediata hacia el público.

El combustible utilizado por dicha empresa industrial es la cascara de café, la cual emite bajos agentes contaminantes y ofrece altos aportes de calor en el funcionamiento del horno automatizado.

El vapor desprendido de la quema de la cascara de café es conducido por tuberías hacia la zona de secado del ladrillo crudo, y finalmente se expulsa hacia el medio ambiente una especie de vapor casi transparente, garantizando un proceso de cocción no contaminante para el medio ambiente.

Las seis empresas ladrilleras utilizan para la fase de cocción diferentes tipos de combustible y variados tiempos de cocción como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Tipo de combustible y tiempo usado en la cocción

Ítems	Combustible usado en cocción			Tiempo en proceso de cocción		
	Madera	Cascara de arroz	Cascara de café	1-2 días	3-5 días	6 a más días
El Chino	X			X		
Beto		X			X	
Monteza		X				X
Cerdán		X				X
Don Pedro		X				X
Pakamuros			X	X		
Total	1	4	1	2	1	3

El proceso de cocción es una fase muy importante en la fabricación del ladrillo, ya que en esta etapa dicha unidad va a adquirir sus propiedades características siendo la más importante la de resistencia, en la tabla 12 se muestra los parámetros entre los cuales se desarrolla dicha etapa.

Tabla 12. Temperatura de cocción

Ítems	Temperatura de cocción	
	700-800 °C	800-1000°C
El Chino		X
Beto		X
Monteza	X	
Cerdán		X
Don Pedro	X	
Pakamuros		X
Total	2	4

Después de realizada la etapa de cocción, se procede al enfriamiento del horno, cabe destacar que en esta fase muchas veces por motivos de tener gran demanda de ventas no se llega a esperar un enfriamiento adecuado, vendiéndose la unidad producida en tiempos cortos después de realizada la cocción. La tabla 13 nos muestra la duración de esta etapa.

Tabla 13. Tiempo de enfriamiento del horno

Ítems	Enfriamiento del horno	
	2-4 días	4-6 días
El Chino		X
Beto		X
Monteza	X	
Cerdán	X	
Don Pedro	X	
Pakamuros	X	
Total	4	2

En la tabla 14 se presenta una clasificación de la unidad producida, basándose en una aproximación directa observando sus cualidades físicas como color, forma en su geometría, fisuras, porosidad. En lo que refiere a su cualidad mecánica como la resistencia que ofrecen estas unidades, se detalla más adelante previo ensayo en laboratorio.

Tabla 14 Clasificación de la unidad producida.

Clasificación de la unidad producida		
Ítems	Buena	Regular
El Chino		X
Beto		X
Monteza		X
Cerdán		X
Don Pedro		X
Pakamuros	X	
Total	1	5

En la tabla 15 se muestra el tipo de ladrillo producido por las empresas ladrilleras, de las cuales cinco empresas producen ladrillo sólido o macizo, mientras que la ladrillera industrial Pakamuros produce ladrillo hueco, debido a contar esta empresa con tecnologías más avanzadas, y maquinas como extrusoras, lo que diferencia su producción de la empresa artesanal.

Tabla 15 Tipo de ladrillo producido.

Tipo de ladrillo producido		
Ítems	Solido	Hueco
El Chino	X	
Beto	X	
Monteza	X	
Cerdán	X	
Don Pedro	X	
Pakamuros		X
Total	5	1

FORMALIDAD DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS

Después del estudio realizado a las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango, se conoce que de las 6 empresas estudiadas, solo la empresa industrial Pakamuros es la que labora legalmente pagando sus impuestos, mientras que las 5 empresas restantes por ser de condición artesanal no pagan ningún tipo de impuestos encontrándose laborando de manera informal.

Tabla 16. Presenta licencia de funcionamiento

Presenta licencia de funcionamiento		
Ítems	Si	No
El Chino		X
Beto		X
Monteza		X
Cerdán		X
Don Pedro		X
Pakamuros	X	
Total	1	5

EFICIENCIA DE LA EMPRESA LADRILLERA

La tabla 17 nos muestra la producción de unidades de albañilería antes de ser sometidas al proceso de cocción por cada una de las empresas ladrilleras, las que en su mayoría producen en un rango de 5 millares mensualmente, a excepción de la empresa industrial Pakamuros que presenta una producción aproximada de 33 millares diarios.

Tabla 17. Producción de ladrillo antes de cocción

Ítems	Producción de ladrillo antes de cocción		
	1 a 5 millares	5 a 10 millares	10 millares a más
El Chino	X		
Beto	X		
Monteza		X	
Cerdán	X		
Don Pedro	X		
Pakamuros			X
Total	4	1	1
Total (%)	66,7	16,7	16,7

En la tabla N° 18 se observa los desperdicios (ladrillos mal quemados) producidos después del proceso de cocción, para lo cual se encuentran en un 66,7% el intervalo de 101 – 500 unidades mal quemadas; mientras que el 33,3% realiza el mal quemado del ladrillo hasta de 100 unidades.

Tabla 18 Desperdicios después de la cocción

Ítems	Desperdicios después de la cocción	
	Hasta 100 unidades	101-500 unidades
El Chino	X	
Beto		X
Monteza		X
Cerdán		X
Don Pedro		X
Pakamuros	X	
Total	2	4
Total (%)	33,3	66,7

En la tabla 19 se presenta la eficiencia de las empresas ladrilleras en cuanto a la fabricación de unidades de albañilería. Se observa que el 83,3 % de empresas ladrilleras presenta una eficiencia entre 90-100%, mientras que 16,7% de empresas presenta una eficiencia de fabricación entre 75-90%. Cabe mencionar que para calcular la eficiencia en la fabricación de ladrillos se tuvo en consideración las tablas 17 y 18, donde se tiene una producción total antes de la cocción y una cantidad de ladrillos obtenidos como desperdicios después de la cocción con lo cual se determinó la eficiencia en el proceso de cocción por cada empresa ladrillera.

Tabla 19 Eficiencia en la producción

Ítems	Eficiencia en la producción	
	90-100%	75-90%
El Chino	X	
Beto	X	
Monteza	X	
Cerdán	X	
Don Pedro		X
Pakamuros	X	
Total	5	1
Total (%)	83,3	16,7

CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Control del proceso de fabricación de las empresas ladrilleras.

En la tabla 7 se muestra que de las empresas ladrilleras estudiadas, todas se abastecen de material propio el cual se encuentra dentro del área de cada ladrillera.

En la tabla 7 se observa que las empresas ladrilleras Beto, Monteza y Cerdán extraen su material de forma manual, así mismo las empresas Don Pedro y Pakamuros extraen material de forma mecanizada, mientras que la empresa El Chino se abastece de ambas formas.

En la tabla 8 se observa que la empresa Monteza adiciona arena a la masa de arcilla para la fabricación de ladrillo, mientras que las empresas Cerdán y Don Pedro agregan cascara de arroz, así mismo las empresas El Chino y Beto agregan ceniza de pajilla, mientras que la empresa Pakamuros incorpora el cascajo de ladrillo.

En la tabla 9 se muestra que la empresa ladrillera industrial Pakamuros tarda de 1 a 2 días en la etapa de secado, mientras que las empresas ladrilleras El Chino, Beto, Monteza, Cerdán y Don Pedro todas artesanales, realizan dicho proceso de 5 a más días, alargando de esta forma los tiempos en la producción.

En la tabla 10 se observa que las empresas ladrilleras Monteza, Cerdán, Don Pedro y Pakamuros tardan de 1 a 24 horas para el carguío del horno, mientras que las empresas El Chino y Beto realizan dicha actividad en un rango de 2 a 3 días.

En la tabla 11 se observa que la empresa El Chino utiliza la madera (leña) como combustible para la cocción, contribuyendo con ello a la deforestación, mientras que las empresas Beto, Monteza, Cerdán y Don Pedro utilizan cascara de arroz, la empresa Pakamuros utiliza como combustible la cascara de café, siendo este último el tipo de combustible de mejores características y de menor contaminación atmosférica evidenciándose al momento de la cocción la expulsión de vapor transparente hacia el medio ambiente.

Así mismo se observa en la tabla 11, que el tiempo de cocción de las empresas El Chino y Pakamuros tardan de 1 a 2 días para realizar dicho proceso, la empresa Beto realiza la cocción en un lapso de 3 a 5 días, mientras que las empresas Monteza, Cerdán y Don Pedro queman sus ladrillos en el intervalo de 6 a más días, alargando de esta manera los tiempos de producción.

En la tabla 12 se observa que las empresas ladrilleras Monteza y Don Pedro realizan el proceso de cocción a temperaturas entre 700-800 °C, mientras que las empresas El Chino, Beto, Cerdán y Pakamuros realizan la cocción a temperaturas entre 800-1000 °C. En esta fase solo la empresa industrial Pakamuros controla la temperatura de cocción a través de un horno de túnel automatizado en el cual se puede apreciar la temperatura a la que se encuentra dicho proceso, mientras que los empresarios artesanales utilizan hornos rectangulares abiertos con deficiencias para guardar y distribuir uniformemente el calor durante dicho proceso.

En la tabla 13 se observa que las empresas Monteza, Cerdán, Don Pedro y Pakamuros por motivos de realizar en algunas ocasiones rápidamente sus ventas no dejan que el proceso de enfriamiento se realice de forma adecuada, lo que no garantiza productos de calidad aceptable. Mientras que las empresas El Chino y Beto realizan dicho proceso entre 4 a 6 días.

4.1.2 FORMALIDAD DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS

En la tabla 16 se aprecia que solamente la empresa industrial Pakamuros labora de manera formal, mientras que las empresas artesanales El Chino, Beto, Monteza, Cerdán y Don Pedro fabrican ladrillos de manera informal sin pagar ningún tipo de impuesto, debido a que no se encuentran registradas en la Municipalidad de Bellavista, dichas empresas no reciben ningún tipo de apoyo por parte del gobierno local.

4.1.3 DIFERENCIAS ENTRE PRODUCCIÓN ARTESANAL E INDUSTRIAL.

Realizado el estudio respectivo a cada una de las empresas ladrilleras se encontraron diferencias entre procesos de fabricación artesanal e industrial, los cuales se detallan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 20. Diferencias entre proceso de fabricación artesanal e industrial.

FACTOR	EMPRESA ARTESANAL	EMPRESA INDUSTRIAL
EXTRACCION DE ARCILLA	La mayoría extrae la arcilla de forma manual, alargando los tiempos en su proceso de fabricación.	Realiza dicha tarea de manera mecanizada en un 100%, acortando los tiempos en el proceso de fabricación, obteniendo una mayor eficiencia en esta fase.
OTROS AGREGADOS EN LA MEZCLA	Adiciona como agregado extra a la mezcla cascara de arroz y ceniza de pajilla.	Adiciona a la mezcla solamente cascajo de ladrillo.
TIEMPO DE SECADO	El 100% de las empresas artesanales después de moldear el ladrillo crudo, secan dicha unidad entre 5 a 9 días, dejándolos en la intemperie durante dicha etapa.	Seca el ladrillo crudo en un tiempo de 1 a 2 días.

TIPO DE COMBUSTIBLE	Por razones económicas, el 80% de las empresas usan como combustible para la cocción la cascara de arroz, lo cual se consigue a precios al alcance del empresario artesanal. Y el 20% de estas empresas utilizan madera.	Utiliza la cascara de café, abasteciéndose de empresas cafetaleras, dicho insumo de combustión no presenta ningún problema para el medio ambiente, el calor emanado por la chimenea es aprovechado y conducido hacia las cámaras de secado artificial, emanando finalmente un escaso vapor hacia el ambiente. Se utiliza 150 sacos diariamente.
TIEMPO DE COCCION	Se realiza en un intervalo de 5 a 9 días	Se realiza en 2 días como máximo.
TEMPERATURA DE COCCION	No hay control en su temperatura de cocción	Utiliza un horno de túnel automatizado, donde se encuentran tres zonas: Pre quemado con T° de 37°C a 650°C, la zona de Quemado con T° de 650°C a 850°C y la zona de enfriamiento, en una cabina de control se verifica dichas temperaturas.
CLASIFICACIÓN DE UNIDAD FABRICADA	Por aspectos físicos, el ladrillo se califica como regular, por su geometría que presenta, color anaranjado debiendo ser rojizo, señales de porosidad, pequeñas fisuras.	El ladrillo fabricado presenta geometría uniforme, color homogéneo, mínimo de porosidad, no presenta fisuras. Se clasifica como unidad buena.
TIPO DE LADRILLO PRODUCIDO	El 100% produce ladrillo sólido o macizo.	Produce 100% ladrillo hueco
FORMALIDAD	No presenta licencia de funcionamiento	Si presenta licencia de funcionamiento.
PRODUCCIÓN MENSUAL	El 80% de empresas producen un máximo de 5 millares de ladrillo mensualmente.	Produce 900 millares mensualmente, según promedio de ventas de los meses de agosto y setiembre.

4.1.4 EFICIENCIA DE LA EMPRESA LADRILLERA.

En la fig 6 se muestra que el 66.7% de las empresas ladrilleras producen ladrillos sin quemar en el rango de 1 a 5 millares, mientras que el 16.7% produce entre 5 a 10 millares y un 16.7% produce de 10 millares a más, entre las que se encuentra la empresa industrial Pakamuros.

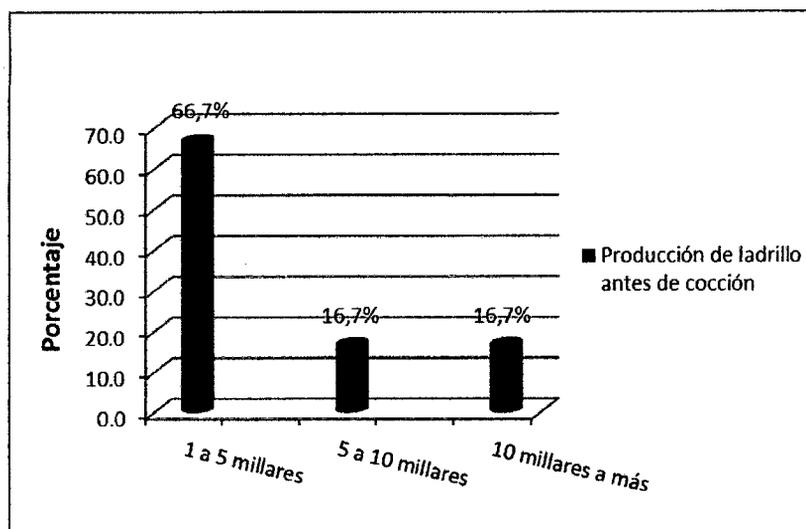


Figura 6. Producción de ladrillo antes de cocción.

En la fig 7 se muestra que el 33,3% de las empresas ladrilleras desperdician en el proceso de quemado hasta 100 unidades, mientras que el 66,7% de las empresas desperdician entre 101 a 500 unidades. Dichos desperdicios vienen a ser los ladrillos crudos, ladrillos muy quemados, ladrillos rajados.

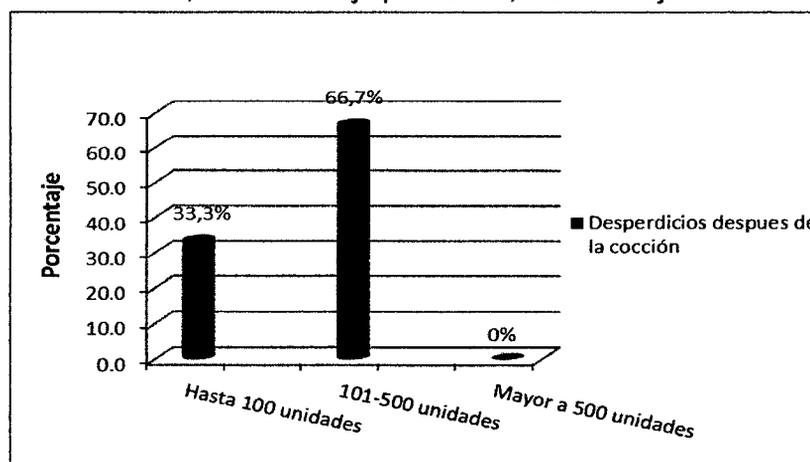


Figura 7. Desperdicios después de la cocción.

En la fig 8 se aprecia que el 83,3% de las empresas ladrilleras presentan una eficiencia del 90-100%, mientras que el 16,7% presentan una eficiencia entre 75 – 90%. Se observa que las empresas ladrilleras presentan un alto nivel de eficiencia al momento del pre y post quemado.

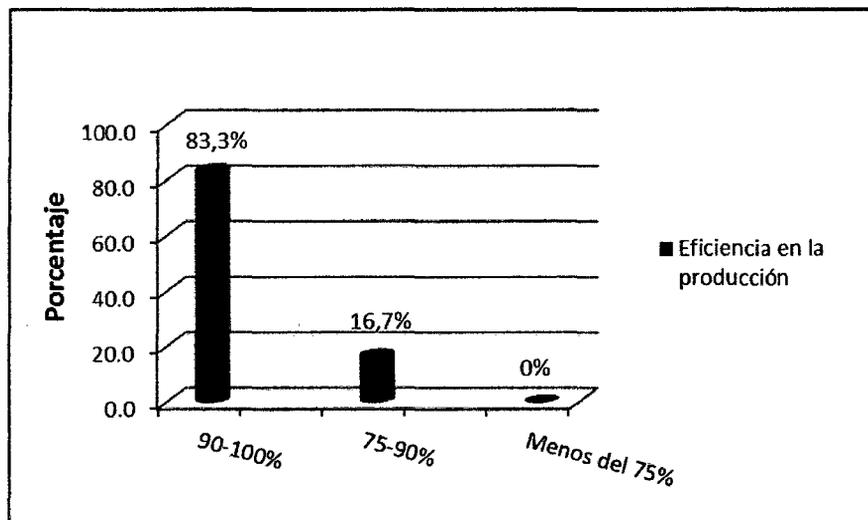


Figura 8. Eficiencia en la producción.

4.1.5 ESTUDIO DE SUELOS

De los resultados obtenidos del estudio de suelos que se realizó a las seis ladrilleras en estudio, se caracterizan por ser arcillas inorgánicas con débil o mediana plasticidad CL según la clasificación SUCS, los índices de plasticidad de las ladrilleras “Beto” y “Cerdán” están por debajo del 12% y las ladrilleras “El Chino”, “Monteza”, “Don Pedro” y “Pakamuros” superan el 12%. La proporción de arena: arcilla se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 21. Clasificación del suelo de las canteras

Items	Clasificación SUCS	Límite Líquido (LL)	Límite Plástico (LP)	Índice de Plasticidad (IP)	Proporción Arena (%)	Proporción Arcilla (%)
El CHino	CL	36,0	22,0	14,0	36,30	63,70
Beto	CL	28,0	20,5	7,5	21,92	78,08
Monteza	CL	31,0	17,2	13,80	22,60	77,40
Cerdán	CL	31,0	19,8	11,2	42,43	57,57
Don Pedro	CL	32,0	18,6	13,40	42,14	57,86
Pakamuros	CL	45,0	23,0	22,0	24,03	75,97

4.1.6 ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA UNIDAD ($f'_b=f'_{cb}$)

Para realizar este ensayo se hizo uso de la Ecuación (1).

La resistencia característica se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

Se muestra la Tabla 22, donde se presenta el resumen de resistencia a la compresión de las unidades de arcilla cocida de las seis ladrilleras estudiadas y se compara con la norma E.070, donde la resistencia mínima es de 50 kg/cm² para la unidad tipo I y 95 kg/cm² para el tipo III. Cabe mencionar que en el Proyecto de Norma Técnica Peruana (PNTP) 331.018, la resistencia mínima a compresión debe ser de 60 kg/cm² para la unidad tipo I y 95 kg/cm² para el tipo III, donde se concluye que ninguna de las cinco ladrilleras artesanales clasifican según la norma para ser usado como un ladrillo estructural, mientras que la empresa industrial Pakamuros si cumple con los parámetros establecidos por dicha norma.

Tabla 22. Comparación de la resistencia a la compresión y del módulo de elasticidad según Sahlin, con la NTE E.070

Zona	Resistencia a la compresión				Clasificación de Norma
	f'b(kg/cm ²)	f'b(MPa)	Eb(kg/cm ²)	Eb(MPa)	
El Chino	41,10	4,03	12315,1	1207,36	NO CLASIFICA
Beto	32,30	3,17	9702,3	951,21	NO CLASIFICA
Monteza	39,60	3,88	11886,9	1165,38	NO CLASIFICA
Cerdán	44,30	4,34	13283,7	1302,32	NO CLASIFICA
Don Pedro	38,90	3,81	11660,9	1143,23	NO CLASIFICA
Pakamuros	96,00	9,41	28805,7	2824,09	SI CLASIFICA

Se muestra que ninguna unidad producida artesanalmente clasifica como unidad de albañilería normalizada. Además, esto indicaría que las unidades de las cinco ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango, tienen poca durabilidad y baja resistencia. Según la Tabla 03 (Bonnet, 2003), los valores de la resistencia a la compresión de la unidad están por debajo de los valores dados para un material de arcilla calcinada. Solamente la unidad producida por la empresa industrial Pakamuros es la que clasifica como unidad de albañilería, ya que clasifica como tipo III, según Norma E-070.

4.2 DISCUSIÓN

Realizado el estudio a las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango referido al proceso de fabricación de ladrillos, dichos resultados se compararon con estudios realizados en el ámbito nacional, departamental y local lo cual se detalla a continuación:

4.2.1 Control del proceso de fabricación de las empresas ladrilleras

El 100% de las empresas ladrilleras se abastecen independientemente de material propio, debido a que las reservas se encuentra dentro del área de dichas ladrilleras. De esta manera tienen ahorros en consumo de dichos recursos naturales, no realizan gastos en servicios como transporte y compras, las empresas ladrilleras en estudio distribuyen sus ladrillos producidos in situ al igual que las empresas a nivel nacional.

El 50% de las empresas ladrilleras como Beto, Monteza y Cerdán extraen la arcilla de las canteras de manera manual, al igual que las empresas ladrilleras de la ciudad de Jaén según estudios realizados por Bravo (2013), ocasionando que los tiempos del proceso de fabricación se alarguen generando gastos para el empresario ladrillero artesanal, mientras que la empresa ladrillera industrial Pakamuros al igual que la empresa artesanal Don Pedro utilizan una extracción mecanizada, reduciendo de esta manera los tiempos empleados en la fabricación de ladrillos, así mismo la empresa artesanal El Chino utiliza extracción mixta (manual y mecanizada).

Para la fase de mezclado todas las empresas ladrilleras adicionan algún agregado en la mezcla (cascara de arroz, arena, ceniza de pajilla, cascajo de ladrillo), esto también se evidencia en el departamento de Piura según estudios realizados por Barranzuela (2014) así como en los distintos departamentos del país según estudios del Programa Regional de Aire Limpio del Ministerio de producción (2010).

Las 5 empresas artesanales emplean de 5 a más días para realizar el secado de los ladrillos crudos moldeados, los cuales no presentan ningún tipo de cobertura para época de lluvias, encontrándose a la intemperie e improvisando algunos con coberturas de plásticos, proceso similar al desarrollado en el resto de ladrilleras artesanales de Jaén y Cajamarca; mientras que la empresa industrial Pakamuros utiliza máximo 2 días en el proceso de secado, optimizando tiempos.

Para la etapa de cocción las empresas artesanales Beto, Monteza, Cerdán y Don Pedro usan la cascara de arroz como combustible, debido a que es más accesible económicamente y de fácil abastecimiento para el empresario artesanal, la empresa El Chino usa la madera (leña) como medio de combustión incrementando sus costos de producción pero a la vez reduciendo tiempos en la cocción, mientras que la empresa Pakamuros emplea la cascara de café como único insumo de combustión y que además tiene un mayor aporte calorífico comparado con la cascara de arroz. Comparando con las ladrilleras a nivel de Cajamarca estudios manifiestan que utilizan en un 96.19% carbón mineral, incrementando sus costos de producción. Mientras que en la región Piura para el proceso de cocción también utilizan cascara de arroz y leña, al igual que en la ciudad de Jaén según Bravo.

El proceso de cocción tiene relación con el tipo de combustible usado, ya que al utilizar la cascara de arroz la cocción tarda de 6 a 9 días, mientras que el uso de madera (leña) o cascara de café acorta el tiempo de cocción logrando un mayor rendimiento en dicha etapa durando solamente 2 días.

Las empresas ladrilleras artesanales producen 100% ladrillo sólido; mientras que la empresa industrial fabrica ladrillo hueco, teniendo esta última mayor acogida en el mercado de la construcción por la variedad de unidades producidas como ladrillo King Kong tradicional de 18 huecos, ladrillo pandereta, ladrillo de techo y ladrillo King Kong de 18 huecos tipo IV este último de venta exclusiva solo para abastecimiento de la construcción del hospital general de la provincia de Jaén. En

el ámbito del departamento de Cajamarca también se produce ladrillo macizo (empresa artesanal) y ladrillo hueco (empresas semi mecanizadas y mecanizadas).

4.2.2 Formalidad de las empresas ladrilleras.

Las empresas ladrilleras artesanales de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango laboran informalmente ya que ellos no pagan IGV, ni renta, sin presentar licencia de funcionamiento, como la mayoría de empresas artesanales a nivel nacional.

La empresa ladrillera industrial Pakamuros es la única empresa en estudio que presenta licencia de funcionamiento, laborando formalmente y de acuerdo a ley.

4.2.3 Eficiencia de la empresa ladrillera.

Las empresas artesanales presentan una producción promedio de 5,00 millares de ladrillos mensualmente, encontrándose por debajo del rendimiento promedio del sector ladrillero artesanal de Cajamarca, mientras que la empresa industrial Pakamuros produce en promedio 900 millares mensualmente, superando los niveles de producción a nivel de Cajamarca.

La eficiencia que presentan las empresas ladrilleras El Chino, Beto, Monteza, Cerdán y Pakamuros, en cuanto a la fabricación de ladrillos superan el 90%, mientras que la empresa artesanal Don Pedro presenta una eficiencia menor al 90%.

CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS.

Desarrollada la presente investigación y los resultados obtenidos se concluye que el proceso de fabricación de las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista es inadecuado contrastando de esta manera con la hipótesis de dicha investigación.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las cinco empresas ladrilleras artesanales estudiadas presentan fases de fabricación limitados, hornos deficientes en su capacidad y estructuralmente, presentan equipos rudimentarios, incrementos en sus costos de producción al no contar con tecnologías modernas para un mejor proceso, por lo cual se incumple normas de calidad en sus unidades producidas, solamente la empresa industrial Pakamuros realiza un proceso adecuado, evidenciándose en el cumplimiento con normas de calidad.

Las cinco empresas ladrilleras artesanales trabajan de manera informal, no se encuentran registradas como empresas, mientras que la empresa industrial Pakamuros es la única que labora formalmente, presentando licencia de funcionamiento.

Las diferencias principales de un proceso industrial con un artesanal son: Uso de tecnologías en lo industrial, Producción variada de ladrillos en el proceso industrial, Realiza tareas de manera mecanizada en un 75%, mientras que el proceso artesanal realiza tareas 100% manuales. El Producto industrial cumple con las normas de calidad, mientras que el producto artesanal incumple dichas normas.

Un total de cinco empresas ladrilleras presentan una eficiencia mayor al 90%, mientras que una empresa presenta una eficiencia menor al 90%.

Recomendaciones

Realizar estudios de las propiedades físico-mecánicas de las unidades de ladrillo producidas en las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango, para determinar el tipo de ladrillo producido.

Analizar químicamente el suelo de las canteras que abastecen a las empresas ladrilleras estudiadas, para poder descartar la presencia de salitre y otros agentes químicos que influyan en la calidad del ladrillo.

Realizar estudios al tipo de humo que emanan las empresas ladrilleras estudiadas, para conocer el grado de contaminación ambiental que se genera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Aguirre, D. 2004. Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región central Junín. Tesis Ing. Civil. Junín, PE. 93 p.

Barranzuela Lescano, J. E. 2014. Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura- Tesis Ing. Civil. Piura, PE. 87 p.

Bianucci, M. 2009. El Ladrillo y sus orígenes. Área de la Tecnología y la Producción. AR. 39 p.

Bravo Callao, Ch. 2013. Evaluación del proceso productivo de las empresas ladrilleras del sector Fila Alta de la ciudad de Jaén. Tesis Ing. Civil. Jaén, PE. 79 p.

Casado Piñeiro, M. 2010. Elaboración de Límites Máximos Permisibles de emisiones para la Industria Ladrillera. PE (en línea) consultado 22 de julio 2014. Disponible en http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/LMPs%20Ladrilleras.pdf

Molina Restrepo, S. A. 2007. Estudio de las características físico-mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el Municipio de Acacias. Tesis Ing. Civil. Bogotá, CO. 155 p

Ortiz Herrera, L. A. 2012. Diagnóstico Nacional del sector ladrillero artesanal de México. (en línea) consultado 02 julio 2014. Disponible en http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/Informe%20Final%20Diagnostico%20del%20sector%20ladrillero_03Dic.pdf

PRAL (Programa Regional de Aire Limpio), Ministerio de Producción 2010. Guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales en el Perú (en línea). Consultado 06 de julio 2014. <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/2/jer/AMBIENTE/guia-de-buenas-practicas-ladrilleras-artesanales.pdf>

Proyecto de Investigación científica- Vieytes (2004), Estrada (1994); Ruíz-Rosado (2006) (en línea). Consultado 15 julio 2014. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/233910454/Investigacion-Cientifica>

RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) 2006, Ministerio de Vivienda. El Peruano, sábado 10 de junio de 2006. NORMA E.070 ALBAÑILERÍA. PE (en línea).

Consultado 17 julio 2014. Disponible en http://www.construccion.org.pe/normas/rne2009/rne2006/files/RNE2009_TOTAL.pdf

Rojas Echeverri, J. E. 2005. Problemas Patológicos presentados en fachadas de ladrillo a la vista tipo catalán en la ciudad de Medellín. Tesis Arquitecto. Medellín, CO. 155 p.

Soriano Giraldo, C. 2012. Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal del Perú. (en línea) consultado 04 de julio 2014. Disponible en http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/DIAGNOSITICO%20NACIONAL%20FINAL%2019Dic12.pdf

ANEXOS

ANEXO A. Encuesta aplicada a las ladrilleras ubicadas en las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN

TESIS: ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA – JAÉN – CAJAMARCA

LOCALIDAD _____ FECHA _____ N° ENCUESTA _____

Encuestador: _____

Representante de la Empresa: _____

Empresa: _____

Dirección de la empresa: _____

Indicaciones: Leer detenidamente, luego marque o llene el espacio en blanco de la alternativa correspondiente.

I) CONTROL DEL PROCESO PRODUCTIVO			
PREGUNTA	ALTERNATIVA		
1. ¿De dónde se abastece de la materia prima?	a) Material propio	b) Material de prestamo	c) Ambas
2. ¿Cuál es el tipo de extracción de la arcilla?	a) Manual	b) Mecanizada	c) Ambas
3. ¿Qué otros agregados utilizan en la mezcla con arcilla?	a) Arena	b) Cascara de arroz	c) Otros:
4. ¿Cuál es el tiempo empleado en el secado de ladrillo?	a) 1 a 2 día	b) 3-4 días	c) 5 a más días (Especifique)
5. ¿Cuánto tiempo tarda el armado y carguío del horno ?	a) 1-24 horas	b) 2-3 días	c) 4 a más días (Especifique)
6. ¿Tipo de combustible usado para la cocción?	a) Madera (leña)	b) Llantas	c) Otros:
7. ¿Cuántos días requiere el proceso de cocción del ladrillo?	a) 1- 2 días	b) 3-5 días	c) 6 a más días (Especifique)
8. ¿Cuál es la temperatura en la cocción de ladrillo?	a) 700-800 °C	b) 800-1000°C	c) 1000 °C a más.
9. ¿Cuál es el tiempo requerido para la descarga total del horno?	a) 1 – 2 días	b) 2 – 4 días	c) 4 a más días (Especifique)
10. ¿Cuál es la clasificación de la unidad producida?	a) Buena	b) Regular	c) Mala.

11. ¿Qué tipo de ladrillo produce su empresa?	a) Sólido	b) Hueco	c) Perforado	d) Todas las anteriores
12. ¿Cuántos trabajadores laboran en la empresa?	a) Máximo 5	b) Entre 6 y 10	c) Otros:	
13. ¿Qué edad presentan los trabajadores de la empresa?	Menores de 18 años	Entre 18 y 30 años	c) De 30 a más años	c) Otros:
14. ¿Cuál es el género del personal que labora en la empresa?	a) 100% hombres	b) 75 % hombres y 25% mujeres	c) 50% hombres y 50% mujeres	
15. ¿La empresa cuenta con licencia de funcionamiento?	a) Si	b) No	c) Otros:	
16. ¿Cuál es el tiempo del jornal diario de un trabajador?	a) Menos de 8 horas	b) 8 horas	c) Mayor a 8 horas	
17. ¿Cuál es el ingreso promedio mensual en su empresa?	a) Menos de S/. 1000.00	b) De S/. 1000.00 a 2000.00	c) Otros (Especifique)	
II) EFICIENCIA DE LA EMPRESA LADRILLERA.				
PREGUNTA	ALTERNATIVA			
Cuál es la producción del ladrillo antes del proceso de cocción?	a) 1 a 5 millares	b) 5 a 10 millares	c) 10 millares a más	
Cuántas unidades se desperdician después del proceso de cocción?	a) Hasta 100 unidades	b) 101 a 500 unidades	c) Mayor a 500 unidades	
3. ¿Cuál es la eficiencia en la producción de ladrillo?	a) 90 – 100%	b) 75 – 90%	c) Menos del 75%	

ANEXO B. Guía de Observación aplicada a las ladrilleras ubicadas en las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del distrito de Bellavista

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN**

TESIS: ANALISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA – JAÉN – CAJAMARCA

Guía de Observación

Observador: _____
 Empresa ladrillera: _____
 Ubicación de la Empresa ladrillera: _____
 Fecha de aplicación: _____

INSTRUCCIONES: Observe si las actividades que se enuncian son cumplidas en la empresa ladrillera, luego marcar con una "X", anotar las observaciones que se crea conveniente.

N°	ACTIVIDAD	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO			OBSERVACIÓN
		SI	NO	NA	
(I) LA EMPRESA					
1	Está ubicada en una zona Urbana.				
2	Cuenta con licencia o autorización.				
3	Presenta servicios higiénicos para sus trabajadores.				
4	Presenta cerco perimétrico que asegure la integridad de transeúntes.				
5	Los operadores utilizan equipos de protección personal al realizar sus actividades.				
(II) MATERIA PRIMA					
1	La empresa ladrillera utiliza tierra arenosa para la elaboración de ladrillos				
2	Las cenizas son utilizadas como parte de la mezcla para la elaboración del ladrillo.				
3	La cantera a utilizar está ubicada dentro del área de la ladrillera.				
4	La materia prima es sometida a control granulométrico.				

III) LADRILLO				
1	El tipo de ladrillo procesado es macizo.			
2	El tipo de ladrillo procesado es perforado.			
3	El tipo de ladrillo procesado es tubular.			
4	El ladrillo fabricado presenta fisuras y defectos.			
5	El ladrillo fabricado tiene forma regular, (aristas duras y ángulos rectos.)			
6	El ladrillo fabricado tiene coloración homogénea			
7	Los días para el secado del ladrillo son de 6 días a más.			
8	En la etapa de distribución de ladrillo se utiliza bolsas de embalaje.			
IV) HORNO				
1	Estructuralmente se encuentra en estado aceptable.			
2	Presenta cobertura para la protección durante el quemado de las unidades de albañilería.			
3	Presenta chimenea para direccionar los gases emanados por la cocción.			
4	El color del humo emitido de la industria ladrillera es negro. (si su respuesta es NO especificar)			
5	El proceso de cocción genera residuos sólidos como cenizas o pedazos de ladrillos conocidos como "Cascajos"			

ANEXO C. Estudios de laboratorio relacionado con la Resistencia a la Compresión de las unidades de albañilería.

Tabla 23. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – El Chino.

Especimen	Largo	Ancho	ÁREA	P _{máx.}	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(lb)	kg/cm ²	
L1-1	20.5	13.1	268.9	26500.0	44.7	13411.67
L1-2	20.4	13.1	265.6	20500.0	35.0	10504.38
L1-3	20.4	12.9	262.8	20500.0	45.7	13719.87
L1-4	20.4	13	264.9	26000.0	44.5	13357.46
L1-5	20.6	13.125	270.0	21000.0	35.3	10582.09
				$\delta =$	5.4	1623.6
				PROMEDIO	41.1	12315.1
				PROM- $\delta =$	35.6	10691.5

Tabla 24. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Beto.

Especimen	Largo	Ancho	ÁREA	Pmáx.	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(lb)	kg/cm ²	
L2-1	20.5	12.9	265.3	17000.0	29.1	8720.20
L2-2	20.4	12.9	262.8	14500.0	25.0	7507.10
L2-3	20.4	13.0	266.0	20000.0	34.1	10230.14
L2-4	20.5	13.1	267.9	17500.0	29.6	8890.70
L2-5	20.5	12.9	263.6	25500.0	43.9	13163.17
				$\delta=$	7.2	2162.1
				PROMEDIO	32.3	9702.3
				PROM- $\delta=$	25.1	7540.2

Tabla 25: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Monteza.

Especimen	Largo	Ancho	ÁREA	Pmáx.	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(lb)	kg/cm ²	
L3-1	22.7	13.3	300.4	28000.0	42.3	12681.96
L3-2	22.7	13.2	297.8	22500.0	34.3	10279.69
L3-3	22.4	13.0	289.8	27500.0	43.0	12914.91
L3-4	22.5	13.1	294.2	19500.0	30.1	9019.90
L3-5	22.5	12.9	290.2	31000.0	48.5	14538.05
				$\delta=$	7.4	2209.1
				PROMEDIO	39.6	11886.9
				PROM- $\delta=$	32.3	9677.8

Tabla 26: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Cerdán.

Especimen	Largo	Ancho	ÁREA	Pmáx.	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(lb)	kg/cm ²	
L4-1	22.3	12.8	285.4	28500.0	45.3	13590.92
L4-2	22.8	13.1	298.4	23500.0	35.7	10718.39
L4-3	22.4	13.2	294.6	30000.0	46.2	13859.22
L4-4	22.6	13.3	300.2	29500.0	44.6	13370.08
L4-5	22.4	13.1	292.6	32000.0	49.6	14879.85
				$\bar{\delta} =$	5.2	1546.1
				PROMEDIO	44.3	13283.7
				PROM- $\bar{\delta} =$	39.1	11737.6

Tabla 27: Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Don Pedro.

Especimen	Largo	Ancho	ÁREA	Pmáx.	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(lb)	kg/cm ²	
L5-1	22.2	13.0	288.5	31500.0	49.5	14857.66
L5-2	22.2	13.2	293.9	27000.0	41.7	12500.22
L5-3	22.0	13.3	292.3	18500.0	28.7	8613.56
L5-4	22.2	13.3	294.4	22500.0	34.7	10401.02
L5-5	22.2	13.1	290.8	25500.0	39.8	11931.84
				$\bar{\delta} =$	7.8	2338.3
				PROMEDIO	38.9	11660.9
				PROM- $\bar{\delta} =$	31.1	9322.6

Tabla 28. Resistencia a la compresión de la unidad (f'_{cb}) y módulo de elasticidad de la unidad (E_b) – Pakamuros.

Especimen	Largo	Ancho	ÁREA BRUTA	$P_{m\acute{a}x.}$	f'_{cb}	E_b según Sahlin
N°	(cm)	(cm)	(cm ²)	(lb)	kg/cm ²	
L6-1	22.85	12.28	280.5	58500.0	94.6	28381.78
L6-2	22.85	12.30	281.1	59000.0	95.2	28566.18
L6-3	22.88	12.30	281.4	60500.0	97.5	29260.42
L6-4	22.93	12.35	283.1	62000.0	99.3	29799.35
L6-5	22.90	12.30	281.7	58000.0	93.4	28020.69
				$\delta=$	2.4	715.4
				PROMEDIO	96.0	28805.7
				PROM- $\delta=$	93.6	28090.2

ANEXO D. Estudios de suelos realizados a las muestras de canteras de cada empresa ladrillera.

LIMITES DE ATTERBERG

NTP 339,129 (ASTM D4318)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMIREZ
PROYECTO : ANALISIS DEL PROCESO DE FABRICACION DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAEN-CAJAMARCA

UBICACIÓN : SANTA CRUZ-DIST. BELLAVISTA-PROV JAEN

FECHA : oct-14

LADRILLERA : EL CHINO

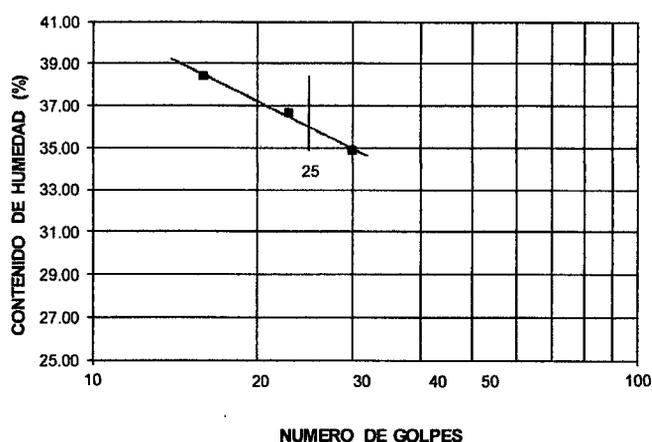
LIMITE LIQUIDO

MUESTRA N°	M - 1			---		
Número de golpes	30	23	16	---	---	---
1. Recipiente N°	7	14	4	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	31.00	34.70	38.20	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	24.70	27.20	29.50	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	6.60	6.80	6.80	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	6.30	7.50	8.70	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	18.10	20.40	22.70	---	---	---
7. Humedad (%)	34.81	36.76	38.33	---	---	---

LIMITE PLASTICO

MUESTRA N°	M - 1			---		
1. Recipiente N°	10	12	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	24.60	25.10	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	23.40	23.90	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	18.10	18.30	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.20	1.20	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	5.30	5.60	---	---	---	---
7. Humedad (%)	22.64	21.43	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	36	---
L.P.	22	---
I.P.	14	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CL	
---	---	

LIMITES DE ATTERBERG

NTP 339,129 (ASTM D4318)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMIREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLA VISTA -JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA CRUZ - BELLA VISTA
FECHA : oct-14
LADRILLERA : BETO

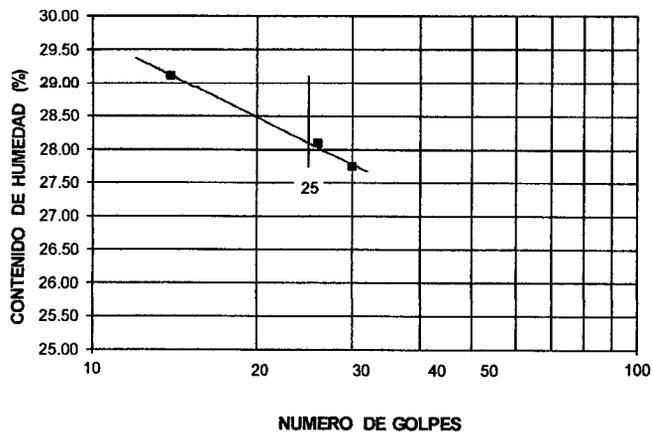
LIMITE LIQUIDO

MUESTRA N°	M - 2			--		
Número de golpes	26	14	30	--	--	--
1. Recipiente N°	5	6	11	--	--	--
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	34.80	38.40	42.20	--	--	--
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	28.80	31.10	34.20	--	--	--
4. Peso de la Tara (gr)	6.30	6.30	6.40	--	--	--
5. Peso del agua (gr)	6.00	7.30	8.00	--	--	--
6. Peso del suelo seco (gr)	22.50	24.80	27.80	--	--	--
7. Humedad (%)	26.67	29.44	28.78	--	--	--

LIMITE PLASTICO

MUESTRA N°	M - 2			--		
1. Recipiente N°	15	22	--	--	--	--
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	13.40	13.50	--	--	--	--
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	12.20	12.30	--	--	--	--
4. Peso de la Tara (gr)	6.30	6.50	--	--	--	--
5. Peso del agua (gr)	1.20	1.20	--	--	--	--
6. Peso del suelo seco (gr)	5.90	5.80	--	--	--	--
7. Humedad (%)	20.34	20.69	--	--	--	--

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



	MUESTRA	
	M - 2	--
L.L.	28	--
L.P.	20.5	--
I.P.	7.5	--

MUESTRA	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
M - 2	CL	
--	--	

LIMITES DE ATTERBERG

NTP 339,129 (ASTM D4318)

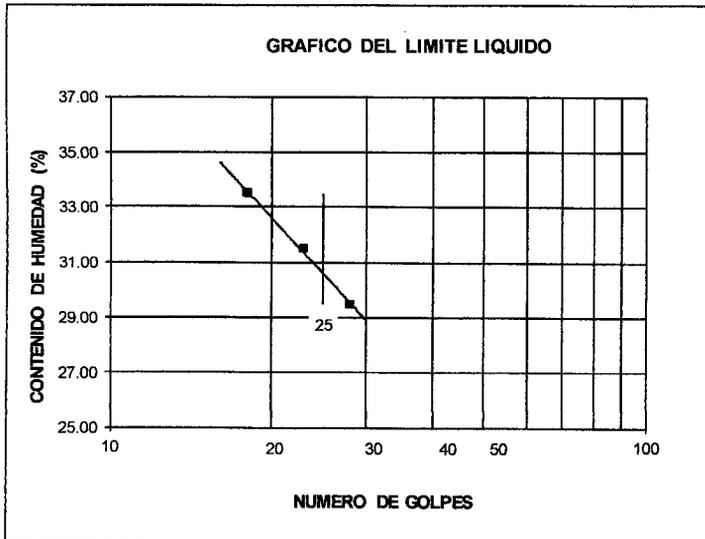
ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMIREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLA VISTA-JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA ROSA DE CHANANGO - BELLA VISTA
FECHA : oct-14
LADRILLERA : MONTEZA

LIMITE LIQUIDO

MUESTRA Nº	M - 3			---		
Número de golpes	28	23	18	---	---	---
1. Recipiente Nº	13	8	1	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	35.00	39.20	41.30	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	28.20	31.50	32.50	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	5.40	6.50	6.50	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	6.80	7.70	8.80	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	22.80	25.00	26.00	---	---	---
7. Humedad (%)	29.82	30.80	33.85	---	---	---

LIMITE PLASTICO

MUESTRA Nº	M - 3			---		
1. Recipiente Nº	14	22	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	13.80	14.10	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	12.70	13.00	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	6.30	6.50	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.10	1.10	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	6.40	6.50	---	---	---	---
7. Humedad (%)	17.19	16.92	---	---	---	---



MUESTRA		
	M - 3	---
L.L.	31	---
L.P.	17.2	---
I.P.	13.80	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 3	CL	
---	---	

LIMITES DE ATTERBERG

NTP 339,129 (ASTM D4318)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMIREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLA VISTA -JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA ROSA DE CHANANGO - BELLA VISTA
FECHA : oct-14
LADRILLERA : CERDAN

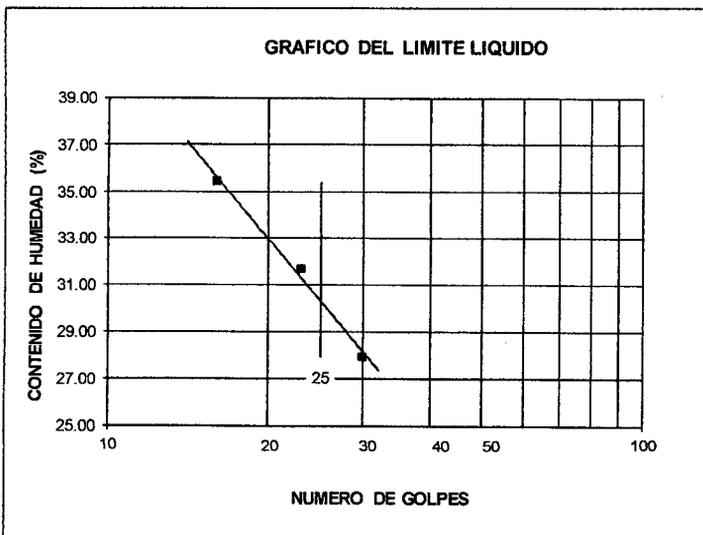
LIMITE LIQUIDO

MUESTRA N°	M - 4			—		
Número de golpes	30	23	16	—	—	—
1. Recipiente N°	16	2	8	—	—	—
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	34.10	33.20	36.10	—	—	—
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	28.10	26.70	28.40	—	—	—
4. Peso de la Tara (gr)	6.40	6.50	6.50	—	—	—
5. Peso del agua (gr)	6.00	6.50	7.70	—	—	—
6. Peso del suelo seco (gr)	21.70	20.20	21.90	—	—	—
7. Humedad (%)	27.65	32.18	35.16	—	—	—

LIMITE PLASTICO

MUESTRA N°	M - 4			—		
1. Recipiente N°	15	14	—	—	—	—
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	11.10	11.30	—	—	—	—
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	10.30	10.50	—	—	—	—
4. Peso de la Tara (gr)	6.30	6.40	—	—	—	—
5. Peso del agua (gr)	0.80	0.80	—	—	—	—
6. Peso del suelo seco (gr)	4.00	4.10	—	—	—	—
7. Humedad (%)	20.00	19.51	—	—	—	—

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



	MUESTRA	
	M - 4	—
L.L.	31	—
L.P.	19.8	—
I.P.	11.2	—

MUESTRA	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
M - 4	CL	
—	—	

LIMITES DE ATTERBERG

NTP 339,129 (ASTM D4318)

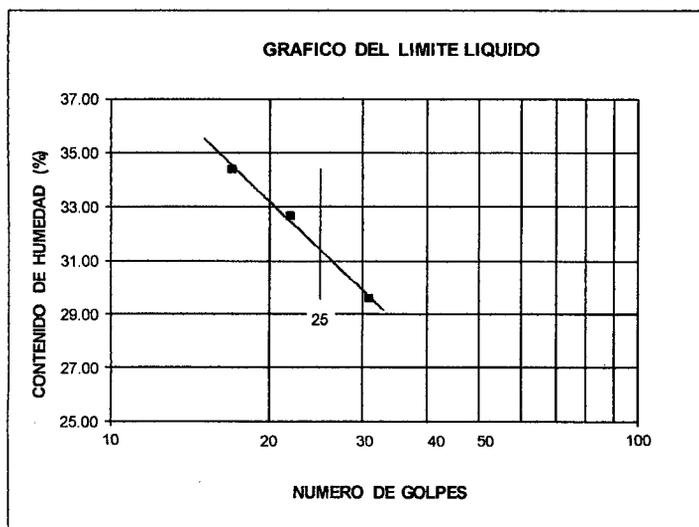
ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMIREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLA VISTA -JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA ROSA DE CHANANGO - BELLA VISTA
FECHA : oct-14
LADRILLERA : DON PEDRO

LIMITE LIQUIDO

MUESTRA N°	M - 5			--		
Número de golpes	31	22	17	--	--	--
1. Recipiente N°	16	5	6	--	--	--
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	29.20	32.50	35.90	--	--	--
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	24.00	26.10	28.40	--	--	--
4. Peso de la Tara (gr)	6.40	6.50	6.60	--	--	--
5. Peso del agua (gr)	5.20	6.40	7.50	--	--	--
6. Peso del suelo seco (gr)	17.60	19.60	21.80	--	--	--
7. Humedad (%)	29.55	32.65	34.40	--	--	--

LIMITE PLASTICO

MUESTRA N°	M - 5			--		
1. Recipiente N°	11	12	--	--	--	--
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	26.40	26.00	--	--	--	--
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	25.10	24.80	--	--	--	--
4. Peso de la Tara (gr)	18.10	18.30	--	--	--	--
5. Peso del agua (gr)	1.30	1.20	--	--	--	--
6. Peso del suelo seco (gr)	7.00	6.50	--	--	--	--
7. Humedad (%)	18.57	18.46	--	--	--	--



MUESTRA		
	M - 5	--
L.L.	32	--
L.P.	18.6	--
I.P.	13.40	--

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 5	CL	
--	--	

LIMITES DE ATTERBERG

NTP 339,129 (ASTM D4318)

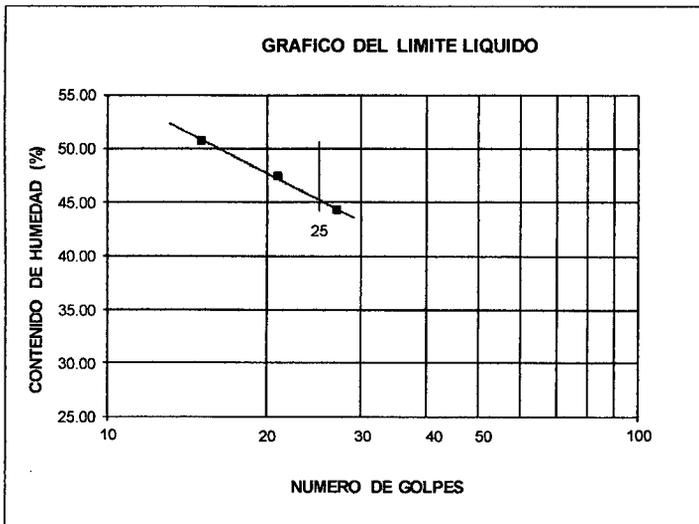
ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMIREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLA VISTA - JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA ROSA DE CHANANGO - BELLA VISTA
FECHA : oct-14
LADRILLERA : PAKAMUROS

LIMITE LIQUIDO

MUESTRA Nº	M - 6			--		
PROFUNDIDAD (m)	0.30 - 2.00			--		
Número de golpes	27	21	15	--	--	--
1. Recipiente Nº	3	7	5	--	--	--
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	39.10	38.70	41.50	--	--	--
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	35.40	34.90	36.80	--	--	--
4. Peso de la Tara (gr)	26.90	27.10	27.40	--	--	--
5. Peso del agua (gr)	3.70	3.80	4.70	--	--	--
6. Peso del suelo seco (gr)	8.50	7.80	9.40	--	--	--
7. Humedad (%)	43.53	48.72	50.00	--	--	--

LIMITE PLASTICO

MUESTRA Nº	M - 6			--		
PROFUNDIDAD (m)	0.30 - 2.00			--		
1. Recipiente Nº	2	6	--	--	--	--
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	32.10	31.70	--	--	--	--
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	31.20	30.90	--	--	--	--
4. Peso de la Tara (gr)	27.30	27.40	--	--	--	--
5. Peso del agua (gr)	0.90	0.80	--	--	--	--
6. Peso del suelo seco (gr)	3.90	3.50	--	--	--	--
7. Humedad (%)	23.08	22.86	--	--	--	--



MUESTRA		
	M - 6	--
L.L.	45	--
L.P.	23	--
I.P.	22	--

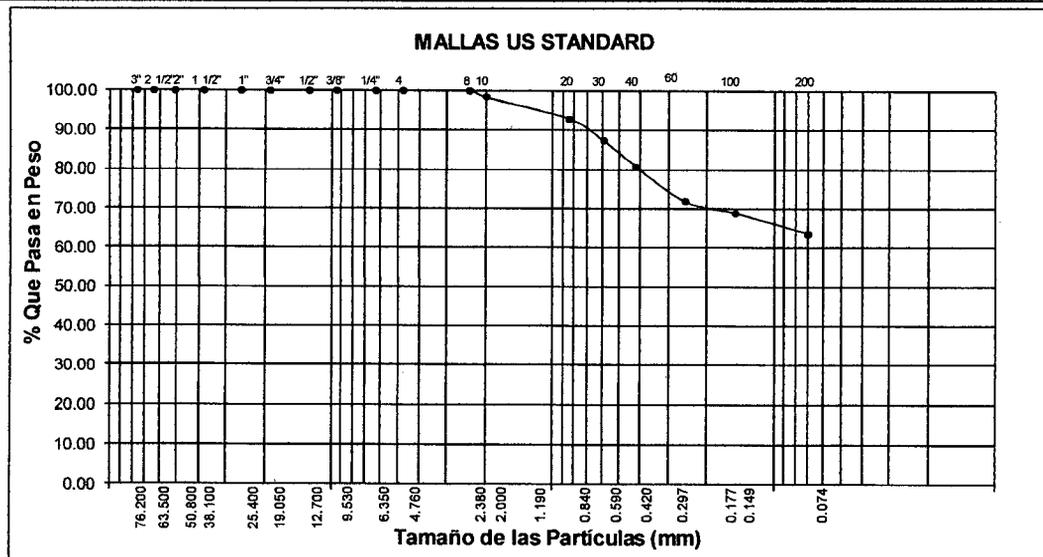
CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 6	CL	
--	--	

TESIS: ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS EN LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN -

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, ASTM D422, NTP 339.128)**

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA CRUZ - BELLAVISTA
FECHA : OCTUBRE - 2014
LADRILLERA: EL CHINO **MUESTRA N° 1**

Abertura Malla	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.					
3"	76.20					
2 1/2"	63.50					CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.05					LL. : 36.00
1/2"	12.70					L.P. : 22.00
3/8"	9.53					I.P. : 14.00
1/4"	6.35					CLASIFICACION SUCS:
Nº 04	4.76					
Nº 08	2.38			100.00		
Nº 10	2.00	4.59	1.70	98.30		
Nº 20	0.84	14.67	5.43	92.87		OBSERVACIONES:
Nº 30	0.59	14.71	5.45	87.42		
Nº 40	0.42	18.02	6.67	80.74		
Nº 60	0.25	24.37	9.03	71.72		
Nº 100	0.15	7.53	2.79	68.93		
Nº 200	0.07	14.12	5.23	63.70		
<Nº 200		171.99	63.70	100.00	0.00	
Peso Inicial		270.00				

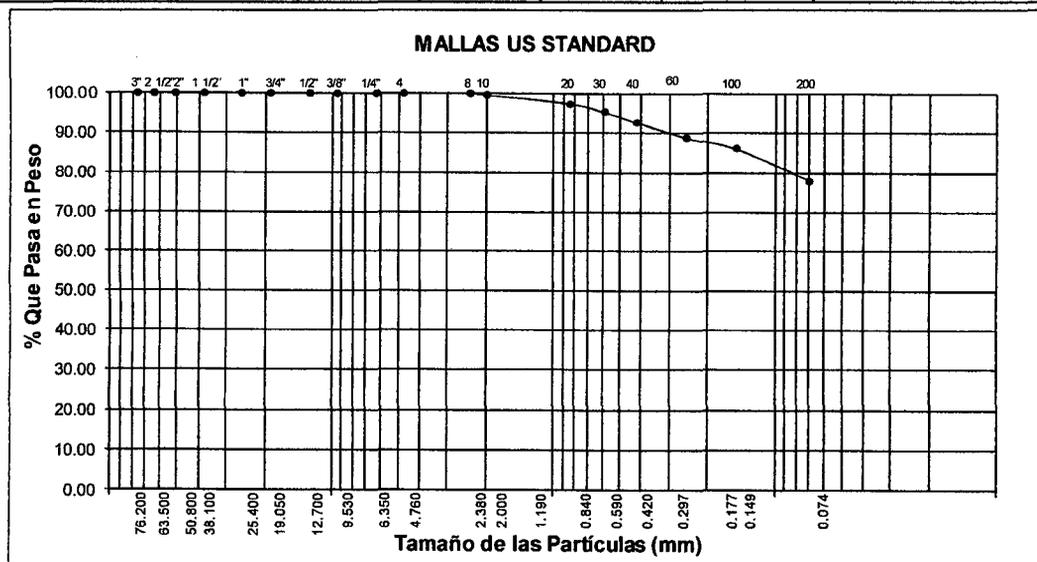


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN
TESIS: ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS EN LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN -

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, ASTM D422, NTP 339.128)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA CRUZ - BELLAVISTA
FECHA : OCTUBRE - 2014
LADRILLERA: BETO **MUESTRA N° 2**

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						LL. : 28.00
1/2"	12.70						LP. : 20.50
3/8"	9.53						IP. : 7.50
1/4"	6.35						CLASIFICACION
N° 04	4.76						SUCS :
N° 08	2.38				100.00		
N° 10	2.00	1.58	0.43	0.43	99.57		
N° 20	0.84	7.87	2.15	2.59	97.41		OBSERVACIONES:
N° 30	0.59	7.85	2.15	4.74	95.26		
N° 40	0.42	9.27	2.54	7.27	92.73		
N° 60	0.25	14.11	3.86	11.14	88.86		
N° 100	0.15	10.00	2.74	13.88	86.12		
N° 200	0.07	29.39	8.05	21.92	78.08		
<N° 200		285.16	78.08	100.00	0.00		
Peso Inicial		365.23					

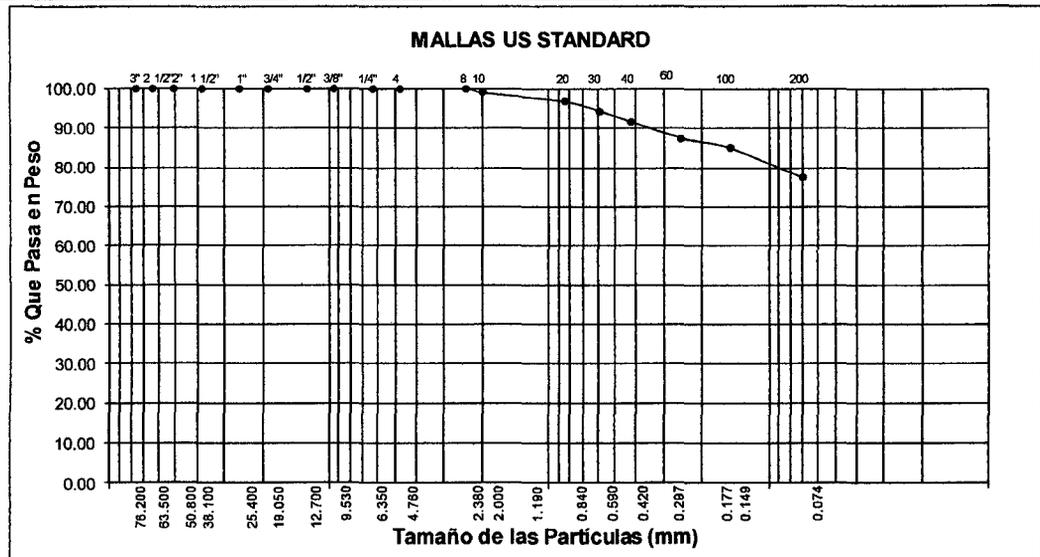


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN
TESIS: ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS EN LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN -

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, ASTM D422, NTP 339.128)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA- JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA ROSA DE CHANANGO - BELLAVISTA
FECHA : OCTUBRE - 2014
LADRILLERA: MONTEZA **MUESTRA N° 3**

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						LL. : 31.00
3/4"	19.05						L.P. : 17.20
1/2"	12.70						I.P. : 13.80
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35						SUCS :
Nº 04	4.76						
Nº 08	2.38				100.00		
Nº 10	2.00	3.54	0.96	0.96	99.04		
Nº 20	0.84	8.30	2.25	3.21	96.79		OBSERVACIONES:
Nº 30	0.59	8.56	2.32	5.54	94.46		
Nº 40	0.42	10.27	2.79	8.32	91.68		
Nº 60	0.25	14.91	4.05	12.37	87.63		
Nº 100	0.15	9.47	2.57	14.94	85.06		
Nº 200	0.07	28.22	7.66	22.60	77.40		
<Nº 200		285.16	77.40	100.00	0.00		
Peso Inicial		368.43					

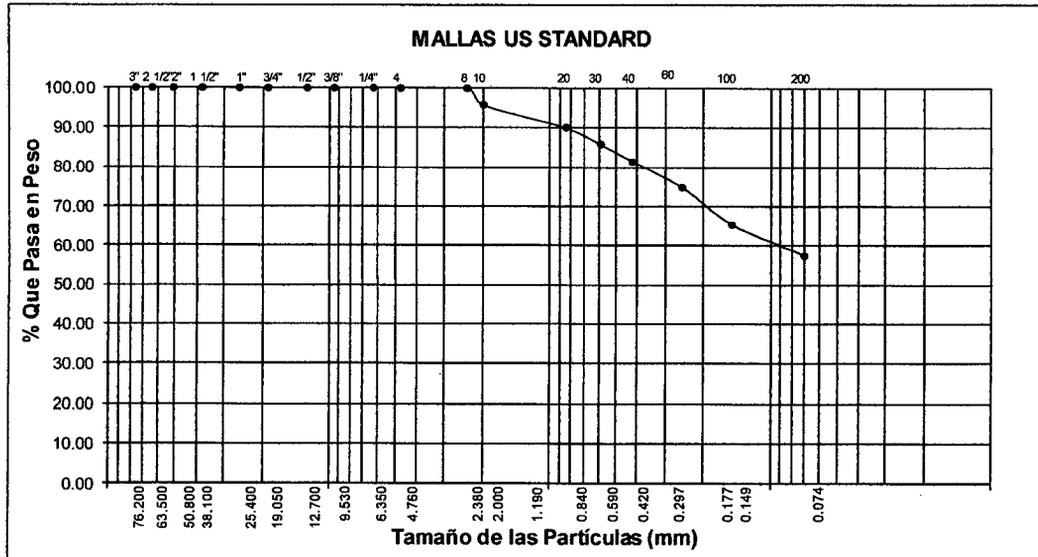


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN
TESIS: ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS EN LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN -

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, ASTM D422, NTP 339.128)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA ROSA DE CHANANGO - BELLAVISTA
FECHA : OCTUBRE - 2014
LADRILLERA: CERDAN **MUESTRA Nº 4**

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						LL. : 31.00
3/4"	19.05						LP. : 19.80
1/2"	12.70						LP. : 11.20
3/8"	9.53						CLASIFICACION SUCS:
1/4"	6.35						
Nº 04	4.76						
Nº 08	2.38				100.00		
Nº 10	2.00	14.01	4.29	4.29	95.71		
Nº 20	0.84	18.88	5.77	10.06	89.94		OBSERVACIONES:
Nº 30	0.69	13.33	4.08	14.14	85.86		
Nº 40	0.42	14.46	4.42	18.56	81.44		
Nº 60	0.25	21.46	6.56	25.12	74.88		
Nº 100	0.15	30.62	9.37	34.49	65.51		
Nº 200	0.07	25.96	7.94	42.43	57.57		
<Nº 200		188.22	57.57	100.00	0.00		
Peso Inicial		326.94					

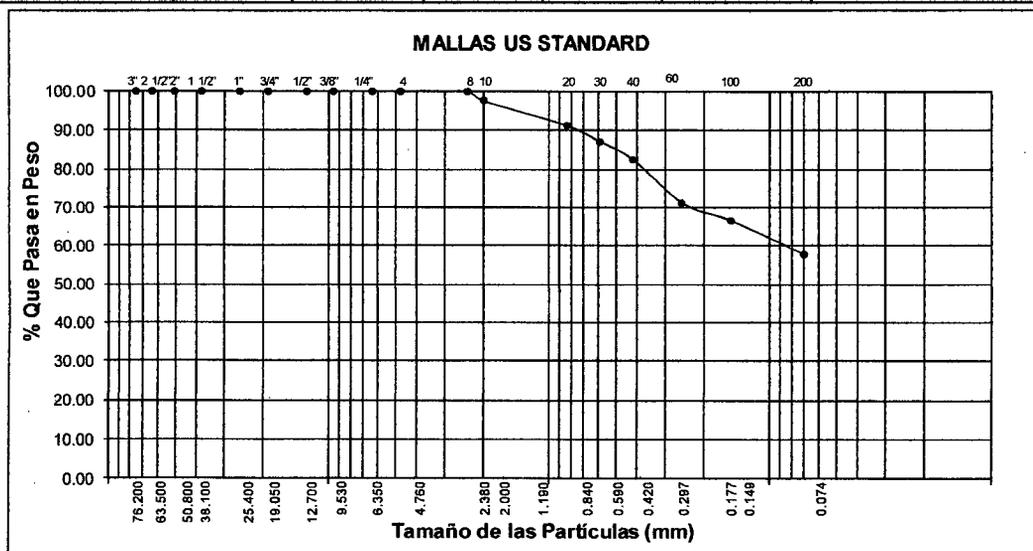


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN
TESIS: ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS EN LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN -

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, ASTM D422, NTP 339.128)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTAROSA DE CHANANGO- BELLAVISTA
FECHA : OCTUBRE - 2014
LADRILLERA: DON PEDRO MUESTRA Nº 5

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						L.L. : 32.00
3/4"	19.05						L.P. : 18.60
1/2"	12.70						I.P. : 13.40
3/8"	9.53						CLASIFICACION SUCS :
1/4"	6.35						
Nº 04	4.76						
Nº 08	2.38				100.00		
Nº 10	2.00	7.89	2.45	2.45	97.55		
Nº 20	0.84	20.07	6.24	8.70	91.30		OBSERVACIONES:
Nº 30	0.59	13.43	4.18	12.87	87.13		
Nº 40	0.42	14.60	4.54	17.42	82.58		
Nº 60	0.25	36.62	11.39	28.81	71.19		
Nº 100	0.15	14.89	4.63	33.44	66.56		
Nº 200	0.07	27.97	8.70	42.14	57.86		
<Nº 200		186.02	57.86	100.00	0.00		
Peso Inicial		321.49					

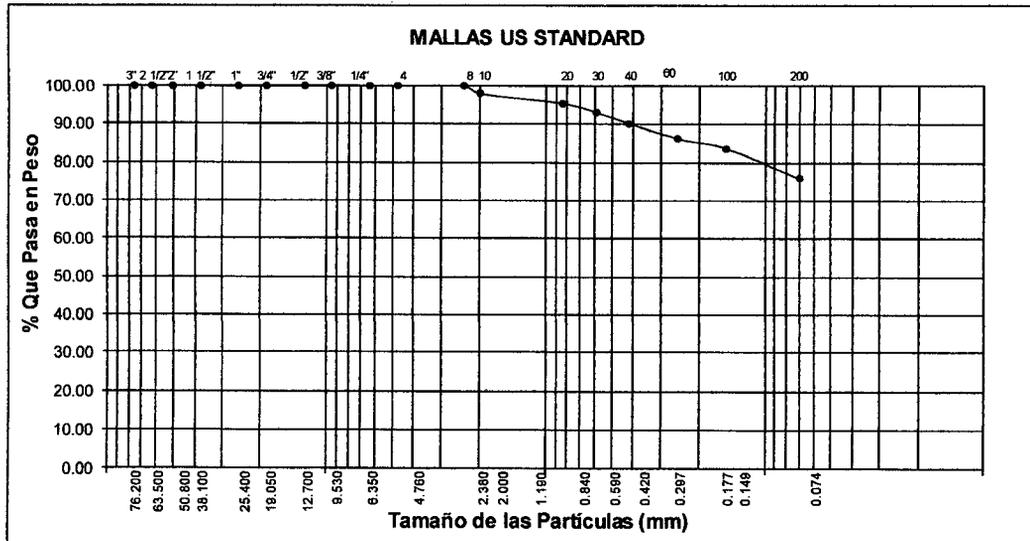


UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-SEDE JAEN
TESIS: ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS EN LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA - JAÉN - CAJAMARCA

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, ASTM D422, NTP 339.128)

ASESOR : ING. MARCO WILDER HOYOS SAUCEDO
TESISTA : ALEX ROBERTSON MONTENEGRO RAMÍREZ
PROYECTO : ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS EMPRESAS LADRILLERAS DE LAS LOCALIDADES DE SANTA CRUZ Y SANTA ROSA DE CHANANGO DEL DISTRITO DE BELLAVISTA-JAÉN-CAJAMARCA
UBICACIÓN : SANTA ROSA DE CHNANGO - BELLAVISTA
FECHA : OCTUBRE - 2014
LADRILLERA: PAKAMUROS MUESTRA N° 6

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						CL, arcillas inorgánicas con debil o mediana plasticidad.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						L.L. : 45.00
3/4"	19.05						L.P. : 23.00
1/2"	12.70						I.P. : 22.00
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35						SUCS :
N° 04	4.76						
N° 08	2.38				100.00		
N° 10	2.00	7.82	2.08	2.08	97.92		
N° 20	0.84	9.33	2.49	4.57	95.43		OBSERVACIONES:
N° 30	0.59	8.74	2.33	6.90	93.10		
N° 40	0.42	10.54	2.81	9.71	90.29		
N° 60	0.25	15.21	4.05	13.76	86.24		
N° 100	0.15	9.48	2.53	16.28	83.72		
N° 200	0.07	29.09	7.75	24.03	75.97		
<N° 200		285.16	75.97	100.00	0.00		
Peso Inicial		375.37					



ANEXO C. Fotografías.

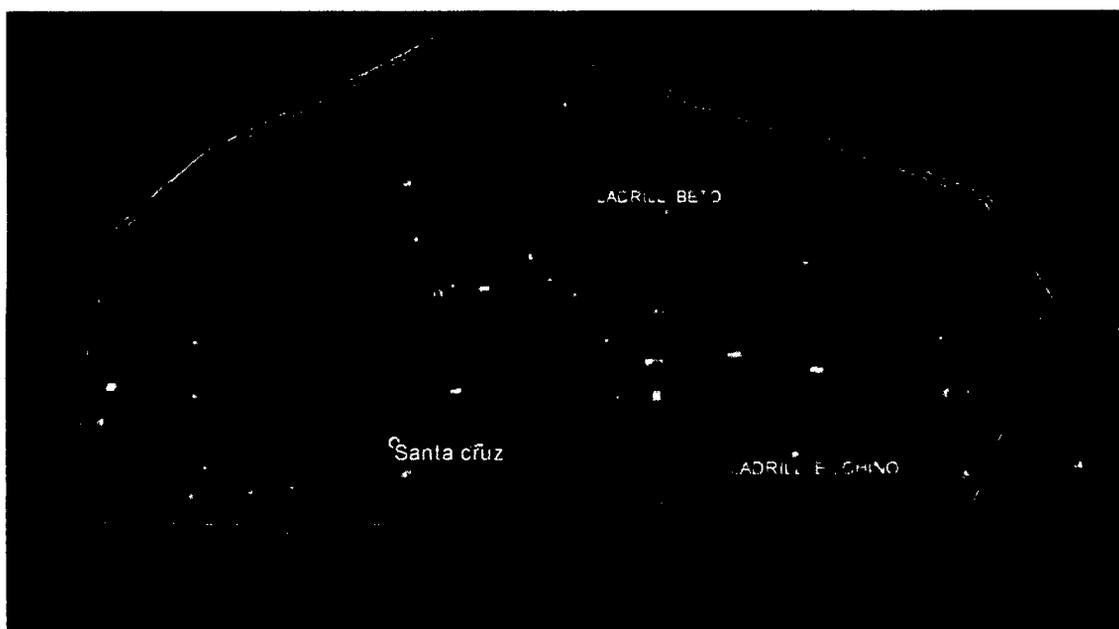


Figura 9. Ubicación de la localidad de Santa Cruz y sus empresas ladrilleras.

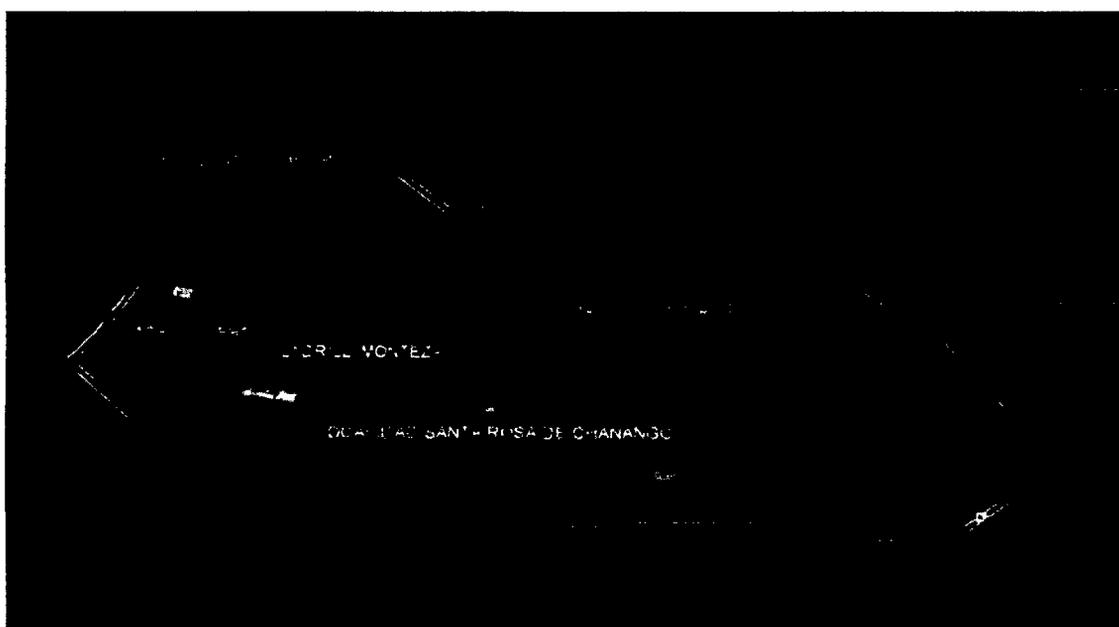


Figura 10. Ubicación de la localidad de Santa Rosa de Chanango y sus empresas ladrilleras.



Figura 11. Aplicación de encuesta al Señor Oscar Quinteros de la ladrillera "El Chino".



Figura 12. Aplicación de encuesta al Señor Pedro Ticlahuanca de la ladrillera "Don Pedro".



Figura 13. Cantera de materia prima de ladrillera "El Chino".



Figura 14. Apilado de ladrillo crudo en ladrillera "Monteza".

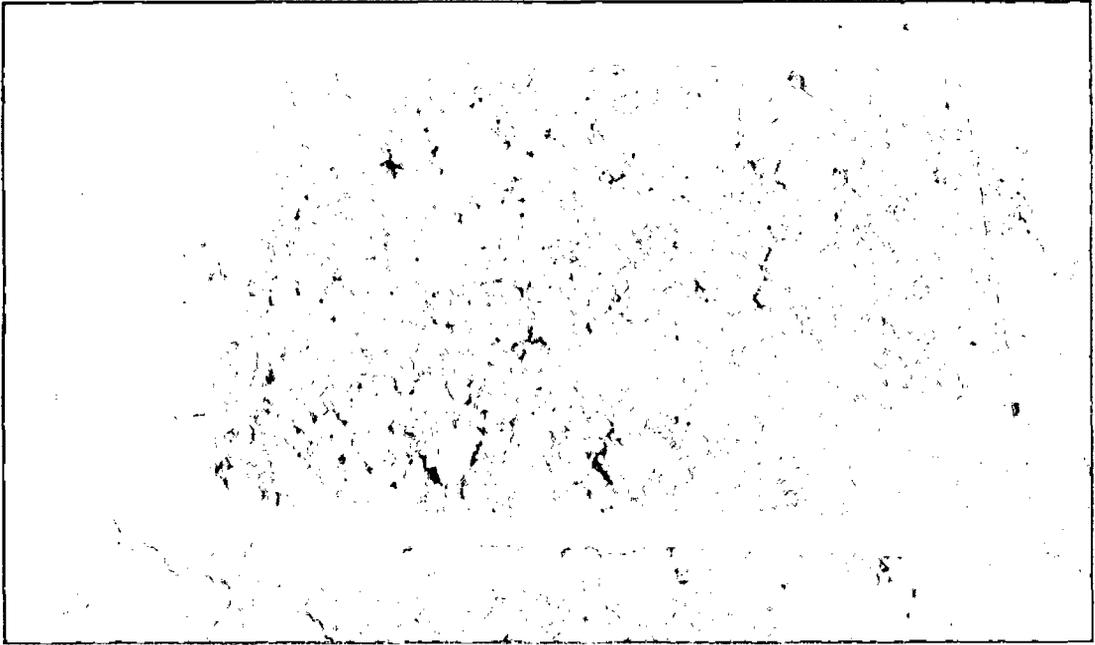


Figura 15. Aplicación de la guía de observación al tipo de ladrillo fabricado.

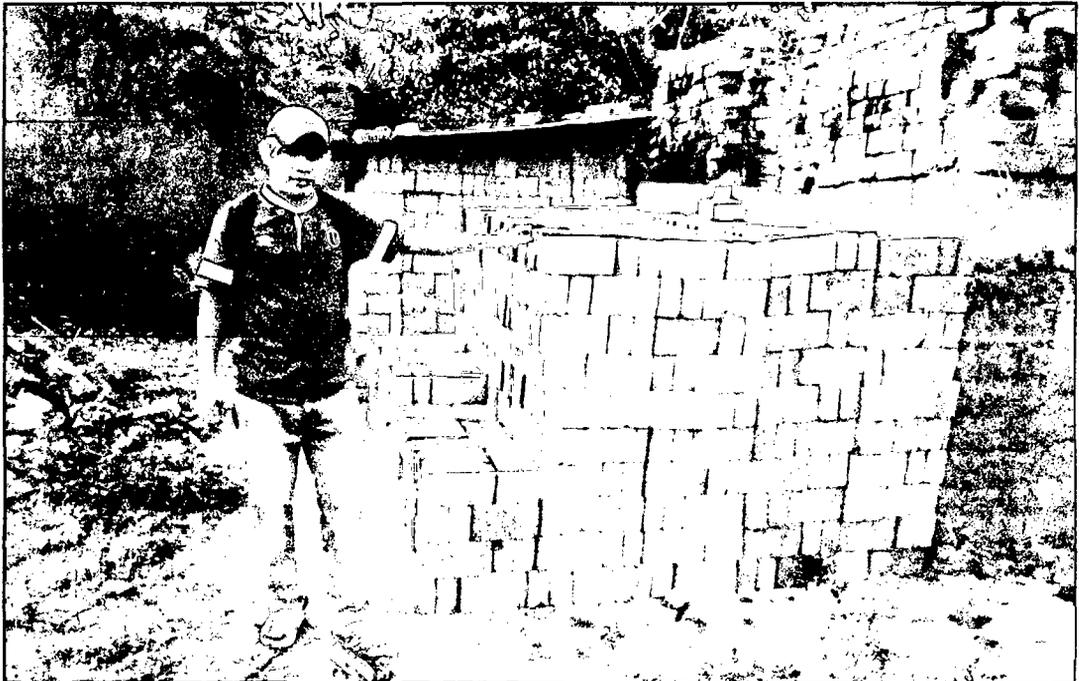


Figura 16. Producción de ladrillo con coloración irregular previo proceso a la cocción.

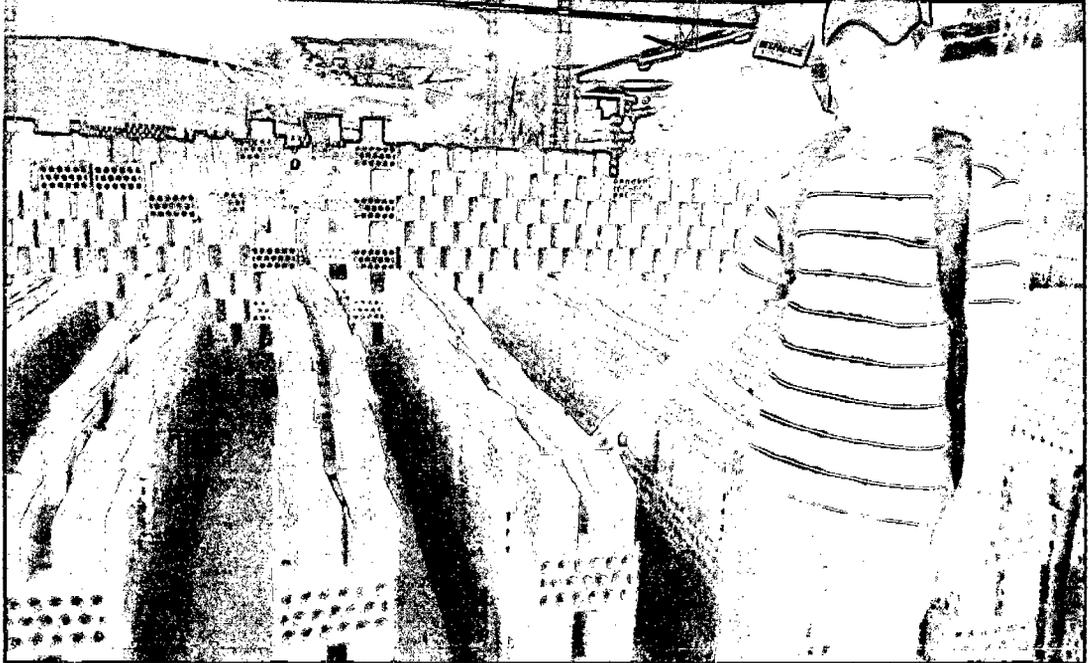


Figura 17. Apilado de ladrillo hueco antes del ingreso a secadores artificiales en proceso industrial.



Figura 18. Vista del horno de túnel automatizado en la empresa Pakamuros.

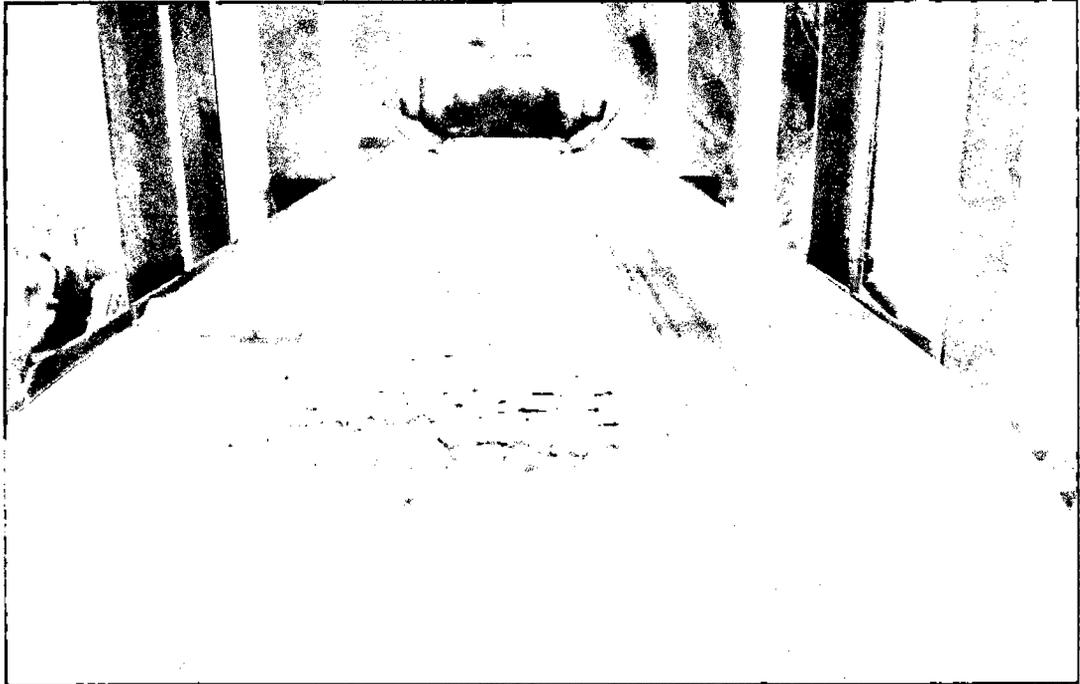


Figura 19. Conducción mecanizada de material seleccionado en empresa industrial.

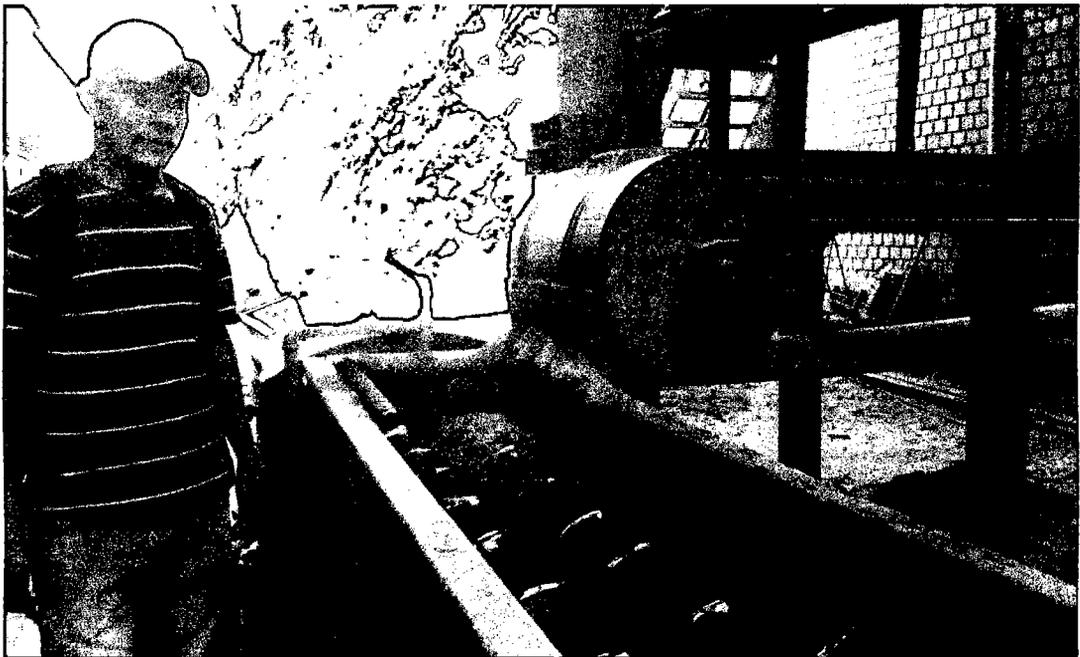


Figura 20. Etapa de mezclado de materia prima con agua de forma mecanizada.

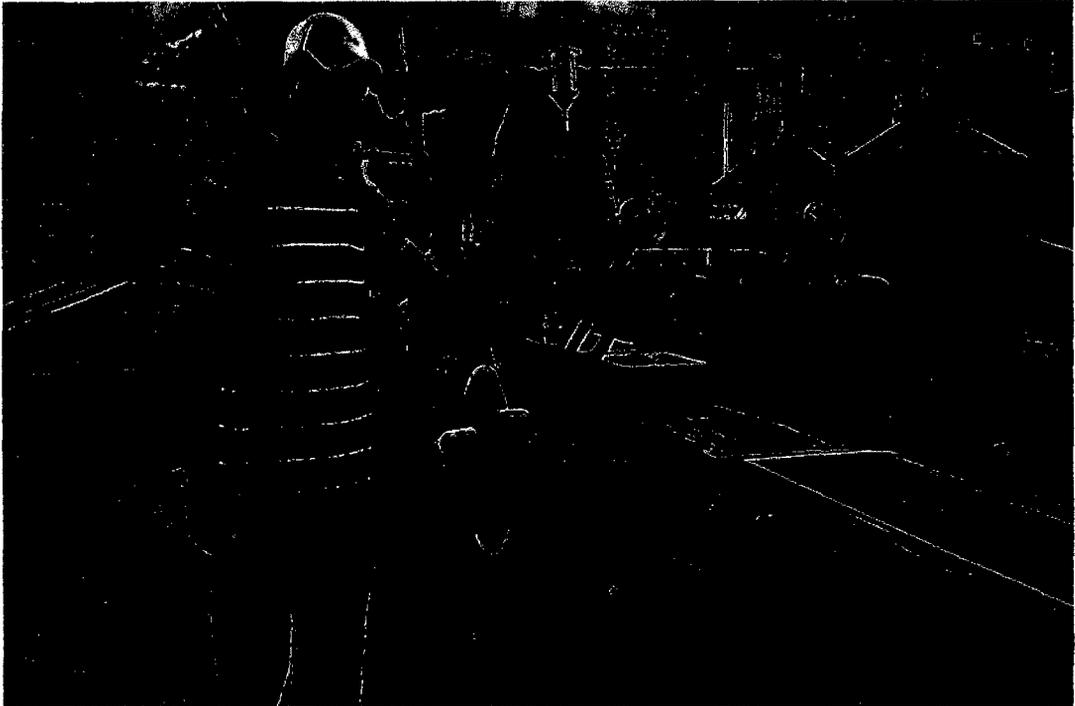


Figura 21. Etapa de moldeo a través de la extrusora en la empresa industrial Pakamueros.

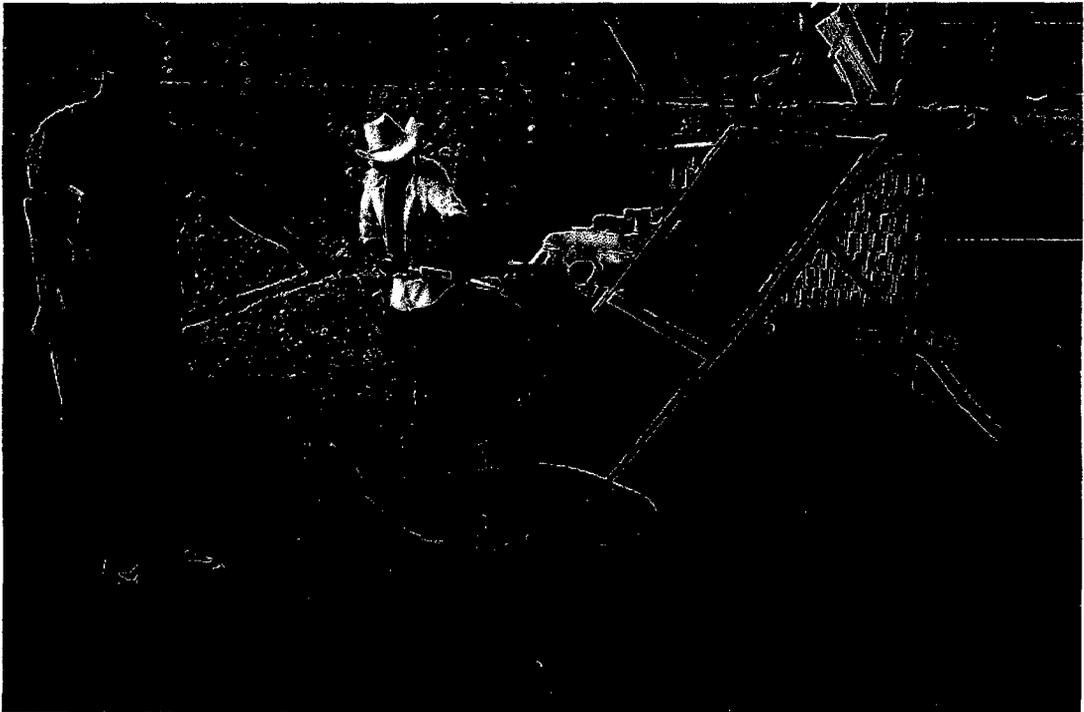


Figura 22. Zarandeo de materia prima en proceso artesanal.



Figura 23. Etapa de mezclado y moldeo en proceso artesanal.



Figura 24. Etapa de moldeo y secado de ladrillo en proceso artesanal.

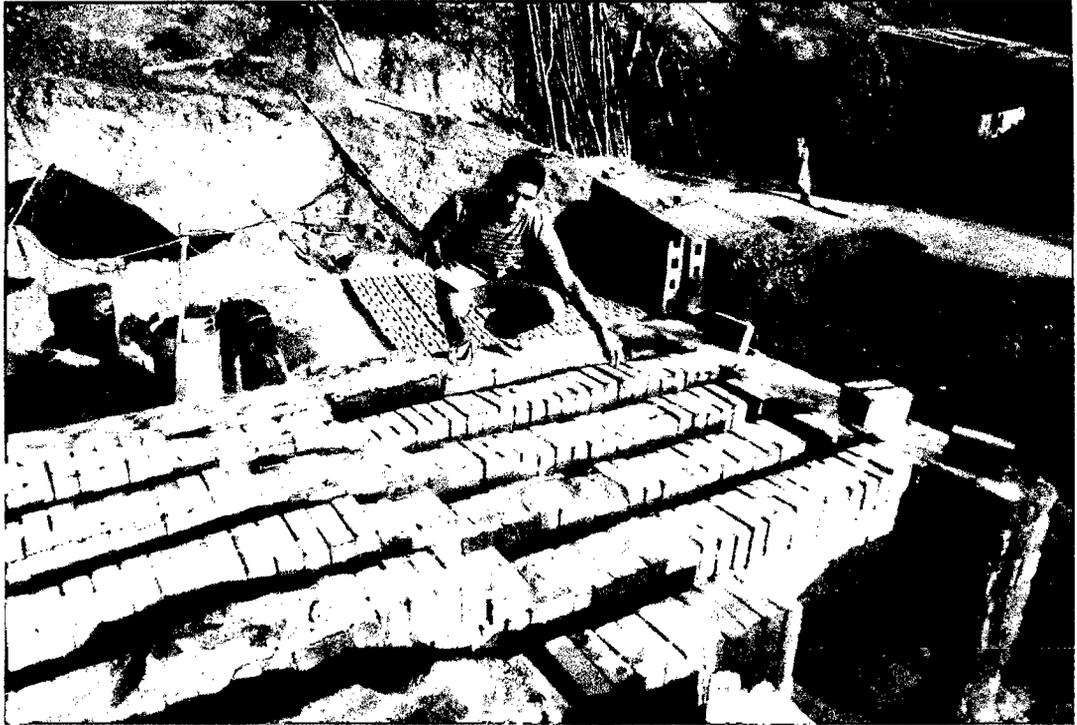


Figura 25. Etapa de cocción del ladrillo en proceso artesanal utilizando cascara de arroz.



Figura 26. Molde típico de madera utilizado en ladrilleras artesanales.



Figura 27. Horno artesanal estructuralmente deteriorado, sin protección en su área de influencia.



Figura 28. Uso de ceniza de cascara de arroz en el proceso de mezclado.



Figura 29. Enrazado de ladrillos para someterlos a rotura a compresión.



Figura 30. Análisis granulométrico por método de lavado, material que pasa el tamiz N° 200.



Figura 31. Análisis de límite plástico de las muestras de suelo.



Figura 32. Análisis de resistencia a la compresión.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"Norte de la Universidad Peruana"

SECCIÓN JAÉN

Fundada por Ley Nº 14015 del 13 de Febrero de 1,962

JAÉN – PERÚ



ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – SEDE JAÉN

"AÑO DE LA PROMOCIÓN DE LA INDUSTRIA RESPONSABLE Y DEL COMPROMISO CLIMÁTICO"

CONSTANCIA

EL DIRECTOR DE LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – SEDE JAÉN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA; HACE CONSTAR:

*Que, el Bach. **MONTENEGRO RAMÍREZ ALEX ROBERTSON** Identificado con DNI N° 42954547, Alumno del Programa de Actualización Profesional de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil Sede Jaén-2014, durante los días del 20 al 23 de Octubre del 2014, ha realizado Ensayos a la Compresión de Ladrillos en el Laboratorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, Sede Jaén, para su Proyecto de Tesis denominada "Análisis del proceso de fabricación de las empresas ladrilleras de las localidades de Santa Cruz y Santa Rosa de Chanango del Distrito de Bellavista – Jaén – Cajamarca".*

Se le expide la presente Constancia a solicitud del interesado para los fines convenientes.

Jaén, 01 de diciembre del 2014.

cc.
Archivo
MFH/DEAPIC
Eaaa/Sec



Fajal Hernández
DIRECTOR DEAPIC-SEDE JAÉN