



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA ECOEFICIENCIA EN LAS
LADRILLERAS DEL DISTRITO MARISCAL
BENAVIDES, PROVINCIA RODRIGUEZ DE
MENDOZA, AMAZONAS, 2016.**

Autora:

Bach. Jhosely Sadit Villegas Pardo

Asesor:

MSc. Wagner Guzmán Castillo

CHACHAPOYAS – PERÚ 2017

DEDICATORIA

Dedico esta tesis:

A Dios

Por haberme dado fuerza y perseverancia para continuar con la investigación esforzándome a pesar de los obstáculos encontrados; por darme salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación y ejemplo a seguir como personas luchadoras. Por su confianza depositada en mi persona y todo su amor incondicional.

A mis familiares

A mis queridas hermanitas y mis cuñados por todo su apoyo económico y moral con sus buenos consejos.

A mis docentes

A mi asesor por todo su apoyo en la elaboración de la tesis y todos los años de clases ayudando en mi formación profesional con sus sabias enseñanzas.

Jhosely Sadit Villegas Pardo

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de tesis realizado en la provincia Rodríguez de Mendoza son varias personas que merecen un reconocimiento especial por todo el apoyo y colaboración realizado de diversas maneras.

En primer lugar quiero agradecer a mis padres, por todo su apoyo incondicional, por sus valores inculcados y sabios consejos.

A mi asesor de tesis el MSc. Wagner Guzmán Castillo, mi más amplio agradecimiento por todo su apoyo entre consejos y correcciones ha sabido encaminar con una buena dirección en todo el proceso de elaboración del proyecto.

A los señores miembros de jurado MSc. Rosalynn Yohanna Rivera López, Ing. Elí Pariente Mondragón y el Dr. Manuel Emilio Milla Pino al corregir errores y brindar sugerencias para la mejora de este proyecto.

Al Ing. Carlos Alberto Casiano Inga, egresado de la misma universidad, la primera promoción de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, por todos los consejos brindados y por corregir el proyecto de tesis en su forma y mejorar la redacción del mismo.

Al Ing. Ricardo Bruno Landazuri Montero, Ingeniero Ambiental de la Universidad Alas Peruanas de Ica, por todo su apoyo a pesar de la distancia en la formulación del proyecto de tesis.

Al MSc. Deyvi Baca Romero, Psicólogo de profesión por su excelente ayuda en el análisis estadístico de la investigación.

A todas las personas que de una u otra forma apoyaron en la realización del trabajo de investigación.

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

PhD JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector de Investigación

Dr. MARÍA NELLY LUJAN ESPINOZA

Vicerrector de Investigación

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

MSc. Rosalynn Yohanna Rivera López

Director de Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

VISTO BUENO DEL ASESOR

En mi calidad de docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, yo MSc. Wagner Guzmán Castillo, que suscribo, hago constar que he asesorado la ejecución y elaboración del informe de la tesis titulado “Evaluación de la ecoeficiencia en las ladrilleras del Distrito Mariscal Benavides, Provincia Rodríguez de Mendoza, Amazonas 2016” de la tesista, Jhosely Sadit Villegas Pardo, bachiller en Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza – Amazonas.

Chachapoyas, 05 de Octubre del 2017

MSc. Wagner Guzmán Castillo

Asesor

JURADO EVALUADOR

MSc. Rosalynn Yohanna Rivera López

Presidente

Ing. Elí Pariente Mondragón

Secretario

Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Vocal

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	IV
VISTO BUENO DEL ASESOR.....	V
JURADO EVALUADOR	VI
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XIV
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos.....	2
III. MARCO TEÓRICO	2
3.1. Antecedentes de la investigación.....	2
3.2. Bases teóricas.....	5
3.3. Definición de términos básicos.....	8
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
4.1. Área de estudio.....	9
4.1.1. Características Generales	9
4.2. Descripción del proceso productivo.	15
4.2.1. Diagrama de flujo de proceso productivo del ladrillo.....	15
4.2.2. Análisis del proceso	15
4.3. Diseño de investigación.....	22
4.3.1. Población, muestra y muestreo.....	22

4.3.2. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento.....	23
4.3.3. Análisis de datos.....	26
V. RESULTADOS.....	30
5.1. Encuesta a los ladrilleros.....	30
5.2. Ecoeficiencia.....	37
5.2.1. Indicador Económico.....	37
5.2.2. Indicadores Ambientales.....	38
5.2.3. Indicadores de ecoeficiencia.....	38
5.3. Análisis Estadístico.....	39
5.3.1. Niveles de ecoeficiencia por cada ladrillera.....	39
5.3.2. Comparación de indicadores de ecoeficiencia.....	45
VI. DISCUSIÓN.....	46
VII. CONCLUSIONES.....	47
VIII. RECOMENDACIONES.....	48
GLOSARIO DE TERMINOS.....	50
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
X. ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población de los centros poblados involucrados con las ladrilleras del distrito Mariscal Benavides.....	13
Tabla 2. PEA y no PEA de la población del distrito Mariscal Benavides.....	14
Tabla 3. PEA del distrito Mariscal Benavides ocupada según su actividad económica	14
Tabla 4. Factor de calor generado.....	28
Tabla 5. Factor de emisión de CO ₂ de productos energéticos	28
Tabla 6. Potencial de Calentamiento Global para 100 años	29
Tabla 7. Indicadores Ambientales para las ladrilleras.	38
Tabla 8. Cuadro de Ecoeficiencia según indicadores por cada ladrillera.	38
Tabla 9. Niveles de Ecoeficiencia	39
Tabla 10. Resultado de la Prueba Chi-Cuadrado para los indicadores de ecoeficiencia.	45
Tabla 11. Registro de Indicadores Ambientales de Ecoeficiencia en Ladrilleras	58
Tabla 12. Registro de Indicadores Económicos de Ecoeficiencia en Ladrilleras.....	59
Tabla 13. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 1	61
Tabla 14. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 1	61
Tabla 15. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 2	61
Tabla 16. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 2	61
Tabla 17. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 3	62
Tabla 18. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 3	62
Tabla 19. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 4	62
Tabla 20. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 4	62
Tabla 21. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 5	63
Tabla 22. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 5	63
Tabla 23. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 6	63
Tabla 24. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 6	63
Tabla 25. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 7	64
Tabla 26. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 7	64
Tabla 27. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 8	64
Tabla 28. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 8	64
Tabla 29. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 9	65
Tabla 30. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 9	65

Tabla 31. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 10	65
Tabla 32. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 10	66
Tabla 33. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 11	66
Tabla 34. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 11	66
Tabla 35. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 12	66
Tabla 36. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 12	67
Tabla 37. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 13	67
Tabla 38. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 13	67
Tabla 39. Consumo de materia prima (m ³ /S/.)	68
Tabla 40. Consumo de agua (m ³ /S/.)	68
Tabla 41. Consumo de energía (MWh/S/.)	69
Tabla 42. Gases que contribuyen al calentamiento global (Ton CO ₂ / S/.)	70
Tabla 43. Generación de residuos (Kg/S/.)	71
Tabla 44. Estadísticos descriptivos de los indicadores de ecoeficiencia	72
Tabla 45. Resumen del procesamiento de casos por indicador de ecoeficiencia agrupado según categorías (inadecuado, deficiente y adecuado)	73
Tabla 46. Tabla de contingencia del indicador “Consumo de materia prima”	73
Tabla 47. Prueba chi-cuadrado del indicador “Consumo de materia prima”	73
Tabla 48. Tabla de contingencia del indicador “Consumo de agua”	74
Tabla 49. Prueba chi-cuadrado del indicador “Consumo de agua”	74
Tabla 50. Tabla de contingencia del indicador “Consumo de energía”	74
Tabla 51. Prueba chi-cuadrado del indicador “Consumo de energía”	74
Tabla 52. Tabla de contingencia del indicador “Contribución al calentamiento global”	75
Tabla 53. Prueba chi-cuadrado del indicador “Contribución al calentamiento global”	75
Tabla 54. Tabla de contingencia del indicador “Residuos generados”	75
Tabla 55. Prueba chi-cuadrado del indicador “Residuos generados”	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ubicación de las 13 ladrilleras en el distrito Mariscal Benavides. .	11
Figura 2. Mina de arcilla de suelo pedregoso con dificultad para su extracción.....	16
Figura 3. Mina de arcilla en óptimas condiciones para su extracción.....	16
Figura 4. La arcilla y la arena mezcladas en bloques.	17
Figura 5. La extrusora para moldear ladrillos.	19
Figura 6. Los ladrillos son secados al ambiente colocados en andamios de madera. ...	19
Figura 7. La cocción de ladrillos en el horno.	21
Figura 8. Ladrillos listos para su distribución.	21
Figura 9. Años en funcionamiento de ladrilleras.....	31
Figura 10. Medio de transporte de arcilla.....	31
Figura 11. Precio del m ³ de arena.	32
Figura 12. Utiliza agua en el mezclado de materia prima.	32
Figura 13. Producción de ladrillos por hora.	33
Figura 14. Electricidad para moldeo de ladrillos.....	33
Figura 15. Consumo de electricidad por producción de ladrillos.....	33
Figura 16. Días de secado del ladrillo.	34
Figura 17. Medio de transporte de la leña.	34
Figura 18. Cargadas de leña para una horneada.	34
Figura 19. Capacidad de ladrillos por horno.	35
Figura 20. Ladrillos defectuosos por horneada.	35
Figura 21. Cantidad (Kg) de ceniza como residuo de combustión.....	35
Figura 22. Precio de pago por jornal.	36
Figura 23. Capacidad de horno satisface demandas.	36
Figura 24. Razones de no utilizar otros combustibles alternativos.	36
Figura 25. Formalidad de las ladrilleras.	37
Figura 26. Venta Neta de Ladrillos (S/).	37
Figura 27. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L1”	40
Figura 28. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L2”	41
Figura 29. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L3”	41
Figura 30. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L4”	42
Figura 31. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L5”	42
Figura 32. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L6”	43

Figura 33. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L7”, “L9”, “L11”, “L12” y “L13”	43
Figura 34. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L8”	44
Figura 35. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L10”	45

RESUMEN

En la investigación se evaluó ecoeficiencia de 13 ladrilleras del distrito Mariscal Benavides, provincia Rodríguez de Mendoza a través de **indicadores ambientales:** Consumo de materia prima, agua, energía, contribución al calentamiento global y generación de residuos; e **indicadores económicos:** Ingresos totales y costos totales propuestos en un Manual para los preparadores y usuarios de indicadores de ecoeficiencia de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo y por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible para determinar indicadores de ecoeficiencia. Se realizaron comparaciones de ecoeficiencia entre ladrilleras y un análisis estadístico agrupado por niveles (Adecuado, Deficiente e Inadecuado) de ecoeficiencia y en función de la formalidad de las empresas. Obteniéndose como resultado que la Ladrillera N° 05 “Fernández” se ubica en un nivel Adecuado por presentar un menor valor en los indicadores de consumo de agua, energía y contribución al calentamiento global y al comparar los indicadores de ecoeficiencia sólo el indicador consumo de energía depende de la formalidad de las ladrilleras.

Palabras claves: Ecoeficiencia, indicadores ambientales, indicadores económicos, ladrilleras, Mariscal Benavides.

ABSTRACT

The research evaluated the eco-efficiency of 13 brickworks in Mariscal Benavides district, Rodríguez de Mendoza province through environmental indicators: Consumption of raw material, water, energy, greenhouse gas emissions and waste generation; and Economic Indicators: Total revenues and total costs proposed in a Manual for the Preparers and Users of Eco-Efficiency Indicators of the United Nations Conference on Trade and Development and by the World Business Council for Sustainable Development to determine eco-efficiency indicators. Comparisons of eco-efficiency between brickyards and a statistical analysis grouped by levels (Adequate, Deficient and Inadequate) of ecoefficiency and according to the formality of the companies were carried out. Obtaining as a result that the brick N ° 05 "Fernandez" is located at a level Adequate to present a lower value in the indicators of consumption of water, energy and contribution to global and when comparing eco-efficiency indicators only the energy consumption indicator depends on the formality of the bricklayers.

Key words: Eco-efficiency, environmental indicators, economic indicators, bricklayers, Mariscal Benavidez.

I. INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de las ladrilleras a nivel nacional presentan un alto grado de informalidad y utilizan técnicas artesanales deficientes para la fabricación de sus productos, lo que representa un constante peligro para la salud de los trabajadores y pobladores cercanos; así como problemas al ambiente por emisión de gases contaminantes (Valverde M. *et al.*, 2004).

Esta actividad está representada básicamente por un horno deficiente que es de fuego directo, techo abierto y tiro ascendente para la cocción, también llamado quema de ladrillos; las paredes de estos hornos no proveen un buen aislamiento porque son delgadas, características que les restan eficiencia tanto en velocidad de cocción como en calidad de producto sobre todo cuando usan combustibles altamente contaminantes (MP, 2010).

La industria ladrillera presente en las provincias de Chachapoyas, Utcubamba y Bagua, departamento de Amazonas realiza sus actividades con técnicas e insumos que cuidan el medio ambiente, pero en la provincia de Rodríguez de Mendoza, su producción es artesanal utilizando como combustible la leña (madera), provocando emisión de humo que es totalmente contaminante (DRP, 2016).

La provincia Rodríguez de Mendoza actualmente cuenta con un total de 18 ladrilleras artesanales. El número mayor de ladrilleras se encuentra en el distrito Mariscal Benavides, encontrando un total de 13 ladrilleras en el recorrido hacia el distrito de Longar, lugar dónde no se ha realizado ningún estudio socioeconómico y ambiental por parte de la Municipalidad o Región.

El principal problema de las ladrilleras informales es el impacto ambiental que causa los hornos deficientes por el uso de tecnologías antiguas y requieren mayor consumo de combustible, incrementando costos de producción. Por ser informales no cumplen con sus obligaciones ambientales y de calidad del producto (NTP 331.017) lo que restringe su mercado. Asimismo no cuentan con

un registro de los costos de inversión y ventas que realizan, para aumentar su producción consiguiendo beneficios económicos y ambientales.

Es importante resaltar que gracias al Programa de Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales para América latina – EELA que tiene como finalidad mitigar los efectos del cambio climático a través de la reducción de GEI y otros contaminantes y mejorar los ingresos familiares de los ladrilleros facilitando el encuentro de productores con proveedores y agentes financieros con ello mejorar la cantidad y calidad de la producción para que puedan acceder a nuevos mercados (Swisscontact, 2015).

Esta investigación permitió realizar una evaluación de la ecoeficiencia a través de indicadores ambientales y económicos en las ladrilleras para aportar con información sobre el nivel de ecoeficiencia que tienen en la producción de ladrillos.

II. OBJETIVOS

2.1. General.

- ❖ Evaluar la ecoeficiencia a través de indicadores en las ladrilleras del distrito Mariscal Benavides.

2.2. Específicos.

- ❖ Diagnosticar la situación actual de las ladrilleras en el distrito de Mariscal Benavides.
- ❖ Determinar los indicadores de ecoeficiencia.
- ❖ Comparar los indicadores de ecoeficiencia entre las ladrilleras de Mariscal Benavides.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Antecedentes de la investigación

A nivel internacional

Rincón y Wellens (2011) después de analizar y comparar la información requerida para aplicar varios métodos diseñados para calcular indicadores que permitan relacionar las cualidades de un producto o de un proceso productivo con respecto a su influencia ambiental, se concluyó que los indicadores de ecoeficiencia y la metodología desarrollada por la

Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD, 2004) es la más adecuada para las características de empresas mexicanas pequeñas, la de Chihuahua y la de Chiapas, permitiéndoles llevar la contabilidad ambiental y la determinación del desempeño ambiental.

Para el caso de Chihuahua se observa que presenta indicadores más elevados (consumo de agua, requerimientos de energía, contribución al calentamiento global y residuos sólidos), con respecto a Chiapas, esto indica una ecoeficiencia menor. Además la diferencia entre los ecoindicadores es el resultado de las diferencias entre los valores agregados netos.

Cuzzuol *et al.*, (2010) realizaron un análisis de indicadores de ecoeficiencia de una industria de cementos a partir del cálculo de siete indicadores sugerido por Verfaillie y Bidwell (2000) evaluados en un periodo de tres años de 2007 a 2009, concluyen en su investigación, que los indicadores propuestos son del tipo *menor-es-mejor*, es decir, una caída en los valores de los indicadores es un resultado positivo para el sistema, ya que indica una mejora en la ecoeficiencia de la empresa. Cuatro de los siete indicadores estudiados (agua, materiales y energía, emisiones de residuos sólidos y emisiones de gases de efecto invernadero, gases de efecto acidificante y elementos de partículas) presentan caídas en sus valores en el período de 2007 a 2009, los cuales son: El indicador de consumo de materias primas tuvo una caída de 1,5% al igual que el indicador de consumo de agua resultado del mejor reaprovechamiento del agua utilizado para el enfriamiento de equipamientos. La empresa adoptó medidas para el control de polvo, causando una disminución de 6% en el valor del indicador de emisión de elementos en partículas. El indicador de generación de residuos sólidos presentó el mejor resultado: una caída de 23%, que ocurrió debido al aumento de la cogeneración de energía a través de estos residuos.

Vásquez (2008), realizó una caracterización, estimación y análisis de la ecoeficiencia en la producción mezcal artesanal para la empresa Destilería los Danzantes del año 2005 al 2007 por medio de la estimación del desempeño ambiental a través de indicadores ambientales (consumo de

energía, materia prima, agua, generación de residuos sólidos y líquidos) y económico (ingresos totales, costos de producción directos e indirectos y pago de impuestos). Obteniéndose resultados de estimación de utilidades, de indicadores económicos y ambientales para la estimación de ecoeficiencia representados en un análisis estadístico dónde con la prueba t para muestras relacionadas. Las conclusiones del trabajo señalan que tanto el desempeño ambiental, económico y el nivel de ecoeficiencia de la unidad productiva registraron un incremento significativo en el año 2007 con respecto al 2005, debido a la implementación de una política ambiental empresarial.

Herrera (2014), en su investigación determinó la conveniencia del uso de combustible alternativo en comparación con la quema de leña tradicional en la actividad ladrillera en el distrito de El Algarrobal, Mendoza para ello se establecieron tres escenarios en la etapa de cocción: uno con uso de leña y dos hipotéticos utilizando gas natural y biogás. Con la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para aspectos ambientales y Análisis Social de Ciclo de Vida (ASCV) para lo social concluyó que con el uso de combustibles alternativos se reduce significativamente el impacto potencial producido por la actividad ladrillera.

A nivel nacional

Lázaro (2014), realizó un trabajo de investigación enfocado en reducir el consumo de madera como combustible del proceso de cocción artesanal de ladrillos. El estudio se centra en las ladrilleras ubicadas en el distrito de la Habana, provincia de Moyobamba, San Martín. Se planteó un rediseño del horno vertical de flujo continuo de ladrillos consiste en la capacidad de ir descargando ladrillos cocinados y agregando ladrillos secos agregando combustible sin necesidad de apagar el horno y además se da la recirculación de gases de combustión reutilizando la energía producida necesaria para mejorar la cocción y finalmente plantea el uso de madera triturada para asegurar el 100% de su utilización a fin de generar más calor sin necesidad de utilizar más combustible. Se diseñó el sistema mecatrónico dónde se concluye que la geometría del horno vertical y con un bloque de control de la temperatura interna permite obtener un ahorro de hasta el 30% según los cálculos, una reducción de la cantidad de gases

contaminantes, la deforestación de los bosques y los costos de producción de ladrillos.

Barranzuela (2014), evaluó el proceso de producción de ladrilleros en el departamento de Piura, caracterizó las zonas de producción más importantes entre ladrilleras artesanales y semi industriales y analizó ensayos de laboratorio para verificar si cumplen con la NTP 331.017 en sus dimensiones, prueba de absorción y resistencia a la compresión y asegurar la calidad del producto destacando la Ladrillera El Tallán con un proceso semi industrial en la fabricación de ladrillos.

A nivel regional y/o local

No se ha encontrado información del tema en estudio ni en relación con las variables de estudio de la presente investigación.

3.2. Bases teóricas

a) Objetivos de la Ecoeficiencia. (MINAM, 2016)

- **Reducir el consumo de recursos.-** Esto incluye minimizar el consumo de energía, materiales, agua y terreno, aumentar el reciclaje y la durabilidad del producto, y cerrar el ciclo de los materiales.
- **Reducir el impacto en la naturaleza.-** Incluye minimizar las emisiones, vertimientos, disposición de residuos y la dispersión de sustancias tóxicas, también incluye el apoyo al uso sostenible de los recursos naturales.
- **Suministrar más valor con el producto o servicio.-** Significa dar más beneficios a los usuarios, por medio de la funcionalidad, la flexibilidad y la modularidad del producto, entregando servicios adicionales y enfocándose en vender la solución a las necesidades de los clientes. Esto abre la posibilidad para que el usuario dé satisfacción a sus necesidades, con un menor consumo de materiales y recursos.

b) Prácticas básicas para ser ecoeficientes

Según Schmidheiny citado por Leal (2005) los siete elementos básicos en las prácticas de las compañías que operan en forma ecoeficiente son los siguientes:

- ✓ Reducción de intensidad del material utilizado en la producción de bienes y servicios.
 - ✓ Reducción de intensidad de la energía utilizada en la producción de bienes y servicios.
 - ✓ Reducción en la generación y dispersión de cualquier material tóxico.
 - ✓ Apoyo al reciclaje.
 - ✓ Maximización del uso sostenible de los recursos naturales.
 - ✓ Extensión de la durabilidad de los productos.
 - ✓ Aumento del nivel de calidad de bienes y servicios.
- c) **Estandarización de indicadores de ecoeficiencia** (Muller y Sturm, 2000).

En términos generales la eficiencia ecológica se puede definir como:

$$\text{Ecoeficiencia} = \frac{\text{Desempeño Ambiental}}{\text{Desempeño Económico}}$$

El desempeño ambiental genérico normalizado debe cumplir con los siguientes criterios:

- ✓ Abordar los problemas ambientales de todo el mundo.
- ✓ Un problema ambiental que es relevante para todas las industrias a nivel macro a actividades de las empresas a nivel micro.
- ✓ Tener un impacto directo sobre el medio ambiente.
- ✓ Puede estar relacionado con el rendimiento financiero.

Indicadores de ecoeficiencia son más útil y significativa para los usuarios si:

- ✓ Se da a conocer en el tiempo.
- ✓ Reflejar adecuadamente el cambio constante de una empresa sufre.
- ✓ Comparables dentro de la empresa, a través de diferentes empresas dentro del mismo sector.
- ✓ Incluso a través de diferentes empresas de diferentes sectores.

d) Medición de ecoeficiencia:

Según Verfaillie y Bidwell (2000), los problemas ambientales de influencia ambiental son:

- ✓ Consumo de energía.
- ✓ Consumo de materiales.
- ✓ Consumo de agua.
- ✓ Emisiones de gases de efecto invernadero.
- ✓ Emisiones de sustancia que agota el ozono.
- ✓ Eliminación de residuos sólidos y líquidos.

Para los indicadores de aplicación general, en el denominador de la fórmula, el desempeño económico, está representado por:

- ✓ Cantidad de bienes o servicios producidos o entregados.
- ✓ Ventas netas.

e) Metodología propuesta por UNCTAD (Sturm *et al.*, 2004) y WBCSD (Verfaille y Bidwell 2000).

Este modelo propone que la determinación de la ecoeficiencia se realice con respecto a cinco indicadores ambientales. Todos se definen y calculan de la siguiente manera:

- 1) Consumo de materiales por unidad de valor agregado neto:

$$I1 = \frac{\text{Consumo de materiales}}{\text{Valor Agregado Neto}}$$

- 2) Consumo de agua por unidad de valor agregado neto:

$$I2 = \frac{\text{Consumo de agua}}{\text{Valor Agregado Neto}}$$

- 3) Requerimientos energéticos por unidad de valor agregado neto:

$$I3 = \frac{\text{Requerimientos energéticos}}{\text{Valor Agregado Neto}}$$

- 4) Contribución al calentamiento global por unidad de valor agregado neto:

$$I4 = \frac{\text{Contribución al calentamiento global}}{\text{Valor Agregado Neto}}$$

- 5) Residuos generados por unidad de valor agregado neto:

$$I6 = \frac{\text{Residuos generados}}{\text{Valor Agregado Neto}}$$

f) Buenas Practicas en Ladrilleras (MP, 2010).

- ❖ Identificar canteras de materia prima con mejor rendimiento (libre de impurezas como piedras y materia orgánica).

- ❖ Establecer sistemas de medición para controlar la cantidad de materiales como materia prima y combustibles utilizados en la producción.
- ❖ Eliminar el uso de combustibles altamente contaminantes (como llantas, plásticos y aceites usados) por combustibles eficientes y menos contaminantes (carbón de piedra y gas natural).
- ❖ Hacer mantenimiento preventivo de motor y partes de la extrusora.
- ❖ Implementar mejoras en el diseño del horno (como espesor en las paredes del horno).
- ❖ Mejoras en la cocción con la ayuda de un ventilador (la inyección del aire mejora el consumo de combustible).
- ❖ Reutilización de subproductos de la combustión como cenizas y ladrillos malogrados.
- ❖ Capacitación permanente a personal de trabajo en temas de seguridad.

3.3. Definición de términos básicos

❖ Ecoeficiencia

La ecoeficiencia se obtiene por medio de suministro de bienes y servicios con precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y dan calidad de vida, al tiempo que reducen progresivamente los impactos ecológicos y la intensidad de uso de los recursos a lo largo de su ciclo de vida, a un nivel por lo menos acorde con la capacidad de carga estimada por la tierra. En pocas palabras, se relaciona con crear más valor con menos impacto (Schmidheiny, 2000).

❖ Indicadores de Ecoeficiencia

Se refiere a la relación entre un medio ambiente y una variable financiera.

Estos indicadores permiten medir la eficiencia de la empresa en el consumo de recursos hace referencia a la capacidad de producir valor económico. Por lo tanto, los indicadores de ecoeficiencia que dan una

indicación sobre el rendimiento eco-financiero de una empresa consisten en la combinación de dos variables independientes; una variable ambiental que mide el rendimiento del medio ambiente y una variable financiera medir el rendimiento económico (Muller y Sturm, 2000).

❖ **Industria Ladrillera**

La fabricación de ladrillos es una actividad ligada al sector minero con el cual se articula hacia atrás mediante la explotación de yacimientos de arcilla de donde obtiene la materia prima. Indirectamente también está ligada al sector comercial para la adquisición de equipos de molienda y mezcla; y al sector metalúrgico para el abastecimiento de partes consumibles de los molinos (Casado, 2010).

❖ **Eficiencia energética**

Está relacionado al uso óptimo de los recursos energéticos sin alterar la producción de la industria de ladrillos, buscando explorar diversas posibilidades para la reducción del consumo de energía que además represente ventajas a nivel económico y ambiental (Henrique, Valenca y Pinto, 2015).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

4.1.1. Características Generales

a) Ubicación

Las 13 ladrilleras evaluadas se encuentran al borde de la carretera desde el cruce a la localidad de Longar de 3.6 km aprox., en los centros poblados de Michina y Cruz Yacu distrito Mariscal Benavides, provincia Rodríguez de Mendoza, departamento Amazonas. (Figura 1)

Se ubica entre las coordenadas de 6°18'00" de latitud sur y 77°25'01" de longitud oeste. Con una superficie total de 176,18 km² y en un rango altitudinal de 1700 msnm. Limita al noreste con el distrito de Vista Alegre, por el sureste con el distrito de San Nicolás, al suroeste con el distrito de Longar y

el distrito de Huambo y al noroeste con la provincia de Chachapoyas.

En la figura 1 se muestra el área de estudio que abarca las 13 ladrilleras representadas por puntos geo referenciados con GPS que consta de una distancia aproximada de 3 km desde la primera hasta la última ladrillera ubicadas en su mayoría al margen de la carretera al distrito de Longar.

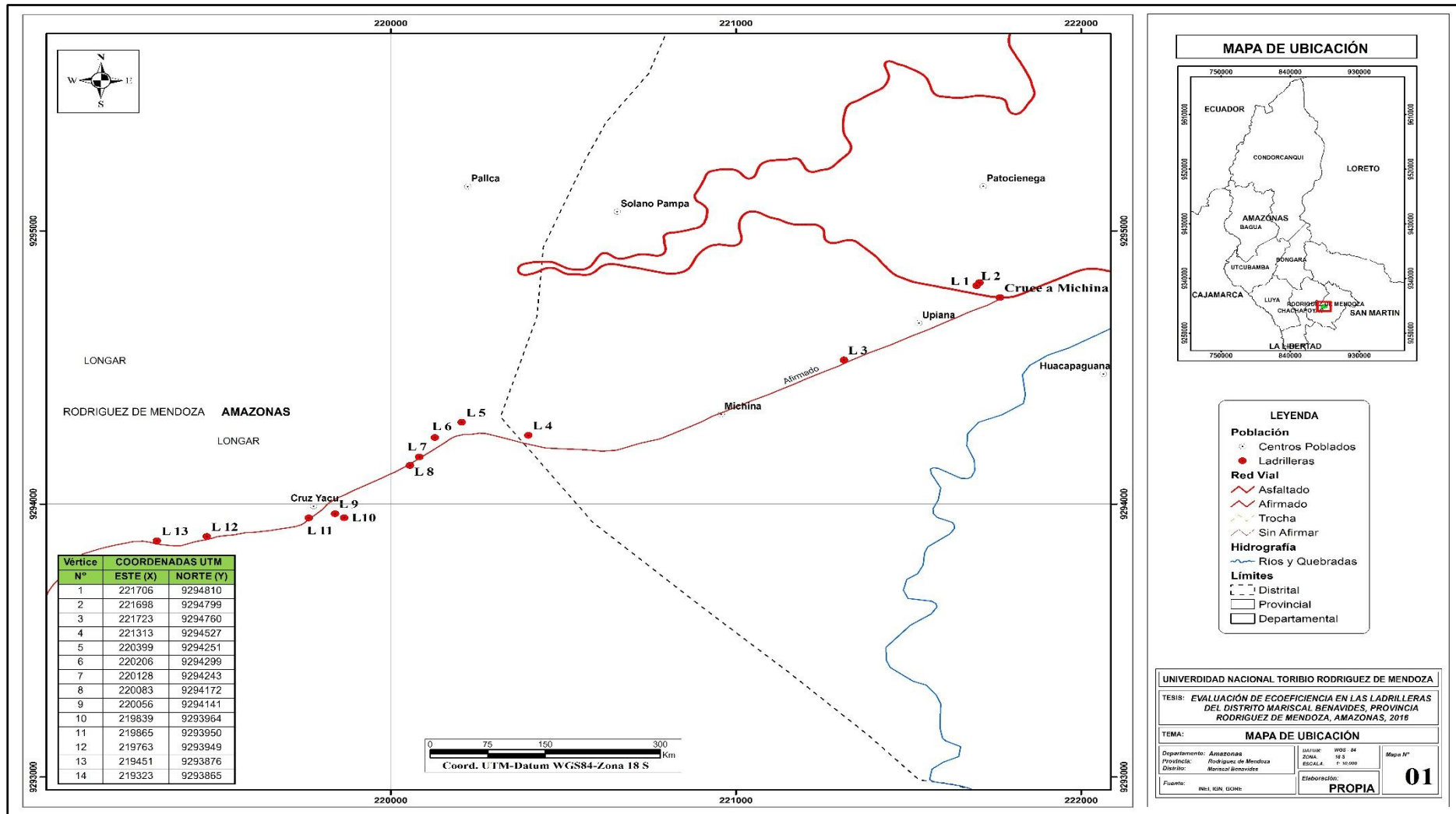


Figura 1. Mapa de Ubicación de las 13 ladrilleras en el distrito Mariscal Benavides.

b) Acceso

Para llegar al distrito Mariscal Benavides, se viaja por carretera desde la ciudad de Chachapoyas hacia la capital de la provincia Rodríguez de Mendoza el distrito San Nicolás se encuentra a 52 Km de distancia.

La carretera desde Chachapoyas hasta la ciudad de Mendoza es asfalto bicapa, y desde el cruce a distrito Longar (3.6 Km) es trocha carrozable.

c) Salud

El servicio de salud a la población es básicamente Posta de Salud de Mariscal Benavides, dónde atienden un médico, una obstetra y 02 técnicos de enfermería. El centro poblado Michina tiene una posta médica que cuenta con dos técnicas enfermeras.

d) Infraestructura

En cuanto a la infraestructura de las viviendas en los centros poblados Michina, el 5% de las viviendas construidas es con material noble (ladrillo o cemento), el 90% es de adobe y el 5% es de madera, mientras que en el centro poblado Cruz Yacu el 80% es de adobe y el 20% es de madera.

4.1.2. Características fisiográficas

a) Clima

El clima del distrito de Mariscal Benavides presenta un clima Muy Húmedo y Templado Cálido que representa un 74% del total. Sin embargo el área de estudio en los centros poblados de Michina y Cruz Yacu presenta un clima Muy Húmedo y Semi Cálido que representa un 7% del total.

b) Uso actual del suelo

Según la Zonificación Económica y Ecológica (ZEE, 2008) el distrito de Mariscal Benavides predomina un suelo de Reserva Municipal de la Cuenca del Río Huamanpata que representa un 65% del total. Sin embargo el área de estudio en los centros

poblados de Michina y Cruz Yacu presenta un uso de Frente de Conservación de Tierras de Protección que representa un 14% del total del distrito.

c) Zonas de vida

Las zonas de vida distrital está conformado Bosque Muy Húmedo - Montano Bajo Tropical que representa un 52% del total. En cambio el área de estudio presenta un Bosque Húmedo - Premontano Tropical que representa un 43% del total del distrito.

4.1.3. Características socioeconómicas del área de estudio

a) Demografía

El estudio demográfico se realizó para mostrar las tendencias de ciertos parámetros poblacionales, que permitirán un diagnóstico cualitativo de la población involucrada con el área de estudio.

Solo se incluyó al distrito La Florida, la información censal fue obtenida según el INEI, 2007, que tiene una tasa de crecimiento promedio anual de 3,81%.

b) Población

La población del distrito de Mariscal Benavides según el censo del INEI del 2007 es de 1496 habitantes de los cuales los hombres representan el 51% y las mujeres el 49%. A continuación se detalla la población según sexo por centro poblado:

Tabla 1. Población de los centros poblados involucrados con las ladrilleras del distrito Mariscal Benavides

Centro Poblado	Población		
	Hombre	Mujer	Total
Michina	113	100	213
Cruz Yacu	92	73	165

Fuente: INEI-Censo 2007

4.1.4. Población económicamente activa (PEA)

La PEA de la población involucrada es considerada para gente de 6 años a más, teniendo cifras del año 2007 según el INEI para el distrito Mariscal Benavides el PEA representa el 45% del total.

Tabla 2. PEA y no PEA de la población del distrito Mariscal Benavides

PEA (Población Económicamente Activa)		
Categorías	Casos	%
PEA Ocupada	569	42%
PEA Desocupada	41	3%
No PEA	750	55%

Fuente: INEI-Censo 2007

Para la PEA según la actividad económica que se desempeña en el distrito Mariscal Benavides se dedican principalmente a ser peones en actividades agropecuarias que representa el 36%. Y la actividad ladrillera se encuentra dentro de comercio que representa el 5% y sus trabajadores son obreros que representan el 15% del total.

Tabla 3. PEA del distrito Mariscal Benavides ocupada según su actividad económica

PEA según actividad económica		
Clasificación	Casos	%
Peones	207	36%
Agricultura y ganadería	176	31%
Construcción	87	15%
Trabajador Publico	64	11%
Comercio	28	5%
Otras ocupaciones	7	1%

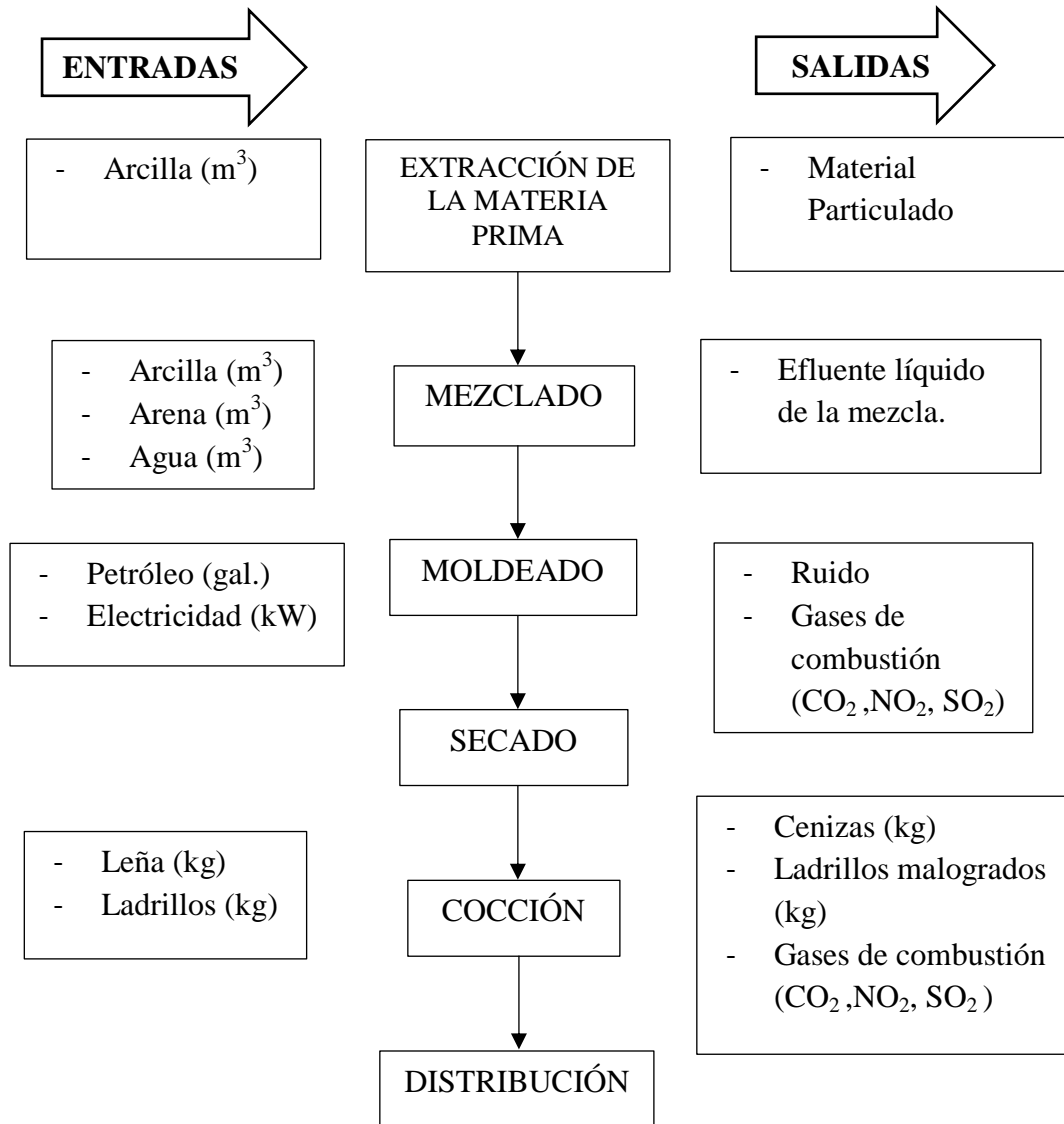
Fuente:

INEI-Censo

2007

4.2. Descripción del proceso productivo.

4.2.1. Diagrama de flujo de proceso productivo del ladrillo.



Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2. Análisis del proceso

a) Extracción de materia prima

El proceso productivo inicia con la extracción de materia prima la arcilla que generalmente se encuentra en su estado natural sobre el terreno cercano a donde se encuentra la Ramada (Lugar donde se fabrica los ladrillos). La excavación se realiza de forma manual de la mina de arcilla que tiene cada

ladrillero y para trasladarlo utilizar animal de carga, carretillas y camión dependiendo de la distancia hacia la Ramada.

En todos los medios de transporte y hasta en la propia extracción de encontrarse el material seco se generará ciertas cantidades de material particulado (PM).



Figura 2. Mina de arcilla de suelo pedregoso con dificultad para su extracción.

b) Mezclado

La mezcla se realiza entre la arcilla y la arena previamente la arcilla es preparada (tamizada y humedecida) para que tenga la consistencia adecuada.

Para el caso de la arena lo compran por cubos (m^3) que es transportado por camión y entregado a cada ladrillera.



Figura 3. Mina de arcilla en óptimas condiciones para su extracción.

El humedecimiento depende del clima de la zona y de las condiciones del terreno de la mina de arcilla para la calidad del material. Algunas minas se encuentran con bastante presencia de piedras y es necesario tamizar la arcilla y requiere mayor consumo de agua que aquel suelo más arcilloso libre de impurezas.

La preparación de la materia prima se realiza sobre el terreno dónde se discurre el líquido sobrante del humedecimiento de la materia prima.

El mezclado se realiza después de amasar la arcilla humedecida con agua teniendo la consistencia adecuada se separa por bloques circulares del material y se añade la arena sobre los bloques.

La proporción a utilizar varía de acuerdo al tipo de suelo puede ser un suelo arcillo arenoso o puede ser en mayor porcentaje (%) arcilla. En general para un millar de ladrillos la proporción es 3 cubos (3 m^3) de arcilla por un cubo (1 m^3) de arena.



Figura 4. La arcilla y la arena mezcladas en bloques.

c) **Moldeado**

La arcilla se encuentra con la plasticidad necesaria para ser moldeable. El moldeo es del tipo mecánico la extrusora es la máquina que se utiliza para todas las ladrilleras que fabrica ladrillos del tipo pandereta de 4 huecos sólo una ladrillera produce además de 6 huecos. En su mayoría nueve de trece ladrilleras producen 800 ladrillos por hora en un rango de 400 a 1000 ladrillos por hora.

Esta extrusora funciona eléctricamente o con motor a petróleo que compone de cuatro partes principales:

- Manivela encargada del empuje para la extrusión del ladrillo.
- Tanque para llenado de la mezcla
- Molde extrusor que podría ser intercambiable
- Mesa de corte de ladrillos.

Los impactos ambientales que genera esta actividad son:

- ✓ Ruido; medido en decibeles (dB) molesto para los trabajadores que no llevan ninguna protección que podría causar pérdida de la audición.
- ✓ Gases de combustión: Son aquellos gases producidos por una combustión incompleta, también llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI) responsables del Calentamiento Global y de efectos nocivos a la salud de las personas como enfermedades respiratorias. Los gases que se producen son dióxido de carbono (CO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂) entre otros gases.



Figura 5. La extrusora para moldear ladrillos.

d) Secado

Los ladrillos son colocados en andamios de madera de manera ordenada sobre techo protegido de la lluvia y sol para que no les dé directamente. De forma natural los ladrillos se secan a temperatura ambiente dependiendo mucho del tiempo en que se encuentre el secado puede demorar de 5 hasta 20 días si el clima no es favorable.

En esta etapa del proceso productivo no se genera impactos negativos al ambiente.



Figura 6. Los ladrillos son secados al ambiente colocados en andamios de madera.

e) **Cocción**

Antes de la cocción primero se realiza la cargada de los ladrillos al horno, de los andamios se transporta los ladrillos con carretilla junto al horno se amontonan la cantidad de ladrillos de acuerdo a su capacidad y con la ayuda de una escalera uno sube e ingresa al horno para ir colocando los ladrillos en el horno que son alcanzados colocados unos sobre otros con la secuencia de hasta llegar a la 1 ½ que consiste en colocar un ladrillo a lo largo sobre otro a lo ancho luego a lo largo y así sucesivamente hasta llegar a la parte alta donde son tapados con ladrillos que se utilizan de tapa.

El combustible que se utiliza para el horno es leña de la especie con nombre común de waba esta planta utilizada para sombra del café.

La cocción tiene dos etapas bien diferenciadas:

- ❖ El encendido: También llamado calentado se prende la leña aumentando el fuego conforme se va agregando más leña esta etapa dura aproximadamente 12 horas.
- ❖ El quemado: Consiste en lograr que el fuego vaya ascendiendo en forma homogénea a través de las sucesivas capas horizontales de ladrillos hasta llegar a las capas superiores con lo que se completa la cocción de toda la carga. Esta etapa dura 12 horas hasta consumir todo el combustible llega a su punto de cocción el ladrillo adquiere un color rojizo anaranjado que indica que llego a su punto de máximo calor.

En esta etapa también se generan gases de combustión (CO_2 , NO_2 , SO_2) por la quema de ladrillos además se obtiene como subproductos o residuos de combustión la ceniza y ladrillos malogrados por desperfectos en su consistencia para ser quemado o llegar a su punto de cocción como debilidad lo que permite la ruptura o rajadura del ladrillo.



Figura 7. La cocción de ladrillos en el horno.

f) Distribución

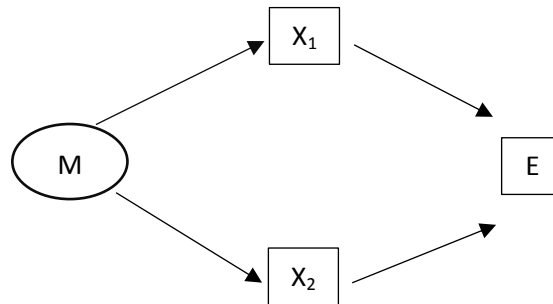
El ladrillo se deja enfriar por un par de días en el horno al ambiente. Una vez enfriado el ladrillo este es bajado del horno junto al horno y es vendida en su mayoría a un intermediario el cual lo recoge desde el lugar para ser transportada y distribuida por los diferentes pueblos cercanos al distrito de Mariscal Benavides.



Figura 8. Ladrillos listos para su distribución.

4.3. Diseño de investigación

Es un diseño de investigación no experimental, se empleará un diseño transversal correlacional causal



$$f(\mathbf{x}) = (\mathbf{x}_1 + \mathbf{x}_2)$$

Dónde:

M: Muestra (N° de ladrilleras)

X1: Indicador Ambiental y Económico

X2: Formalidad de las ladrilleras (Formal y No Formal)

E: Ecoeficiencia que se medirá a través de indicadores (Consumo de materia prima, del agua, de energía, contribución al calentamiento global y residuos generados.)

4.3.1. Población, muestra y muestreo

➤ **Población**

La población va a estar representada por todas las ladrilleras que se encuentran en todo el distrito de Mariscal Benavides que según el “Padrón de Industriales de Ladrillos de Arcilla de la Región de Amazonas” son 13 ladrilleras.

➤ **Muestra**

Se realizó un estudio de muestreo al 100% de la población (Censo), es decir, con el total de las 13 ladrilleras.

➤ **Muestreo**

No se utilizó ningún procedimiento de muestreo, ya que se estudió a toda la población esta muestra fue censal.

4.3.2. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento.

➤ Método

El método de investigación que se utilizó es deductivo es decir, el pensamiento parte de lo general a lo particular como en este caso partiendo de problemas ambientales globales como indicadores ambientales a lo específico en este caso indicadores ambientales de la actividad ladrillera.

Además por ser una investigación del tipo no experimental y de acuerdo a la técnica de contrastación es descriptiva, es decir, los datos estadísticos son analizados y no manipulados.

➤ Técnicas

Las técnicas que fueron utilizadas son las siguientes:

✓ La encuesta:

Se realizó a los 13 propietarios de las ladrilleras para obtener la data de información más relevante para medir los indicadores económicos y ambientales.

✓ Observación directa:

Para los datos que no fueron cuantificables por la encuesta se permaneció en el lugar observando la actividad ladrillera se midieron los datos faltantes que fueron registrados y calculados los datos faltantes necesarios para determinar los indicadores ambientales y económicos.

➤ Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron son los siguientes:

✓ El Cuestionario:

Tendrá preguntas directas sobre todo el proceso de producción, costos e ingresos para la obtención de la información más elemental que se requiere para la medición de los indicadores de ecoeficiencia.

La validación del cuestionario se realizó utilizando la técnica de Juicio de Expertos, en una ficha de validación que permitió valorar la coherencia, consistencia, independencia y pertinencia de los ítems o preguntas.

Luego, el instrumento fue sometido a una prueba piloto con el propósito de recabar información para medir la confiabilidad, para lo cual se aplicó el coeficiente (α -Cronbach) y resultó igual a 0.91 lo que permitió reflejar que el instrumento es confiable.

✓ Guía de observación:

Registro de datos observables de no lograr obtener información precisa de datos cuantitativos de uno de los ecos indicadores con la encuesta se deberá permanecer en el lugar para la obtención de la data faltante.

✓ Tablas de factor de conversión:

Serán necesarios al realizar los cálculos para cuantificar el valor de los indicadores ambientales y estimar ecoeficiencia.

➤ **Procedimiento**

La investigación se desarrolló en tres fases que se detallan a continuación:

a. Fase preliminar:

- ✓ Se realizó una visita exploratoria para el reconocimiento de las ladrilleras y su proceso productivo.
- ✓ Se identificó los problemas ambientales globales de un nivel macro que se puede vincular a las actividades de la ladrillera (nivel micro). El resultado es una lista de los aspectos ambientales obtenidos del diagrama de flujo del proceso productivo.

En la primera visita al área de estudio se utilizó los siguientes materiales:

Materiales

- Lapiceros.
- Libreta de campo.
- Encuesta Pre-eliminar.
- Folder.

b. Fase de campo:

- ✓ Se aplicaron encuestas elaboradas para la recolección de datos en la medición de ecoeficiencia a través del desempeño económico (costos de producción) y desempeño ambiental (consumo de materia prima, agua, energía, contribución al calentamiento global y residuos sólidos), teniendo en cuenta la Metodología propuesta por UNCTAD (2004) y WBCSD (2000).
- ✓ Se tomaron puntos con GPS para la georeferenciación de las ladrilleras para elaborar un Mapa de ubicación del área de estudio (Figura 1).
- ✓ Para la data faltante no obtenida por encuesta se realizó una observación dirigida del proceso productivo de cada ladrillera dónde se midieron y registraron los datos necesarios para caracterizar los indicadores económicos y ambientales.

En los trabajos de campo se utilizó los siguientes materiales, herramientas y quipos:

Materiales

- Lapiceros
- Libreta de campo
- Encuestas
- Tablero para encuestas
- Ficha de campo de Registro de datos faltantes
- Sacos

Herramientas

- Casco
- Chaleco
- Zapatos de seguridad
- Palana recta
- Balde

Equipos

- Balanza analítica
- GPS
- Cámara
- Celular

c. Fase de gabinete:

- ✓ Se elaboró un mapa de ubicación con la georeferenciación de cada ladrillera, utilizando el *software* ArcGis v. 10.2.2. (Figura 1)
- ✓ Se procesaron las encuestas aplicadas: La sistematización de los datos se realizó con el *software* Microsoft Excel 2013.
- ✓ Se realizó la medición de los indicadores ambientales y económicos para estimar índices de ecoeficiencia a través de cálculos que incluye factores de conversión de tablas propuestos en “Un Manual para Preparadores y Usuarios de los Indicadores de Ecoeficiencia”.

4.3.3. Análisis de datos

Los datos recolectados fueron vaciados a una hoja de cálculo Excel 2013, dónde se elaboró la base de datos. Posteriormente, estos datos fueron trasladados al Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 18. Durante este proceso del traslado de información, las variables recibieron unos códigos específicos los cuales permitieron un mejor manejo de la data recogida para ser sometida a la prueba estadística cualitativa Chi cuadrado de Pearson.

La primera parte del análisis de los datos se realizó por cálculos matemáticos para la medición de indicadores de ecoeficiencia a través de las siguientes fórmulas:

Fórmulas:

Según (Muller y Sturm, 2000) la ecoeficiencia se mide en indicadores que se obtiene mediante la división entre el indicador

ambiental (IA) y el indicador económico (IE) generados por el sistema:

$$E = \frac{IA}{IE}$$

Para el caso del indicador económico que está representado por la Venta Neta de Ladrillos (VNL) es la ganancia neta en la producción de ladrillos que se presenta a continuación:

$$VNL = VTL - CTL$$

Dónde:

VNL: Venta Neta de Ladrillos (S/.)

VTL: Venta Total de Ladrillos (S/.)

CTL: Costo Total de Ladrillos (S/.)

Los indicadores generales según el desempeño ambiental propuesto en la UNCTAD y por el WBSCD y que serán medibles para las ladrilleras, son los siguientes:

1. El indicador de ecoeficiencia para el consumo de materia prima (ICMP) se presenta:

$$ICMP = \frac{\sum_{j=1}^n MPC_j}{VNL}$$

Dónde:

MPC_j: Materia prima consumida en el proceso j (m³)

VNL: Venta Neta de Ladrillos (S/.)

2. El indicador de ecoeficiencia para el consumo de agua (ICA) se presenta:

$$ICA = \frac{\sum_{j=1}^n AC_j}{VNL}$$

Dónde:

AC_j: Agua consumida en el proceso j (m³)

VNL: Venta Neta de ladrillos (S/.)

3. El indicador de ecoeficiencia del consumo de energía (ICE) utilizado se presenta:

$$ICE = \frac{EE + \sum_{j=1}^n RE_j * FC_j * 0.35 * 0.2278}{VNL}$$

Dónde:

RE_j: Es la masa del recurso energético j consumido (kg)

FC_j: Es el factor de conversión de masa del combustible j para energía (MJ/kg)

EE: Es la cantidad de energía eléctrica comprada por la empresa (en MWh)

Además, el factor para convertir GJ en MWh (energía térmica a equivalentes de trabajo) será 0.35*GJ*0,2778.

Tabla 4. Factor de calor generado

Poder calórico neto	Unidad (MJ/Kg)
Madera seca	15.5
Petróleo	42.71

Fuente: Sturm *et al.* 2004

4. El indicador de contribución al calentamiento global se presenta:

$$ICCG = \frac{0.000131EE + \sum_{j=1}^n GEI_j * FC_j}{VNL}$$

Se considera la masa total equivalente de CO₂ emitida por la producción de la energía hidroeléctrica del país, adoptando un factor de conversión de 0,000131 toneladas de CO₂ por kWh de energía eléctrica en el Perú.

Dónde:E

GEI_j: Es la emisión de gas con efecto invernadero j

FC_j: Es el factor de conversión de masa de gas para equivalente en masa de CO₂.

EE: Es la energía eléctrica.

Tabla 5. Factor de emisión de CO₂ de productos energéticos

Combustibles	Contenido de carbono (T C/TJ)	Factor de emisión (T CO₂/TJ)
Petróleo	20.2	74.07

Madera seca	8.15	29.9
-------------	------	------

Fuente: Sturm *et al.* 2004

Tabla 6. Potencial de Calentamiento Global para 100 años

Gas	Equivalencia en CO ₂
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310

e: IPCC 1995 citado por MINAM

5. El último índice a ser utilizado es la generación total de residuos de la ladrillera es:

$$IGR = \frac{\sum_{j=1}^n RS_j}{VNL}$$

Dónde:

RS_j: Es la masa del residuo sólido j emitido (kg)

Los resultados obtenidos de los indicadores de ecoeficiencia para cada ladrillera fueron evaluados para determinar el nivel de ecoeficiencia se agruparon por categorías (Adecuado, Deficiente e Inadecuado) estos determinar los rangos para cada indicador de ecoeficiencia se partió del promedio o media aritmética y de su desviación estándar cuyas fórmulas se muestran a continuación:

$$X = \frac{\sum IE}{N}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (IE - X)^2}{N - 1}}$$

Dónde:

IE: Indicador de ecoeficiencia.

X: Media aritmética.

S: Desviación estándar.

N: Número de ladrillera.

A nivel descriptivo, se usó gráficos de barras y gráficos en torta porcentual.

A nivel inferencial, para determinar si entre las variables estadísticas había independencia se utilizó el coeficiente de Chi cuadrado de Pearson, debido a que las variables de estudio eran de tipo cualitativa y con nivel de medición nominal/ordinal.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

Dónde:

X²: Coeficiente de Chi cuadrado de Pearson.

O_{ij}: Frecuencias observadas.

E_{ij}: Frecuencias esperadas.

Y, grados de libertad (gl): (n₁-1)*(n₂-1); donde n es el número de categorías. El nivel de significancia utilizado será del 0.05.

V. RESULTADOS

5.1. Encuesta a los ladrilleros

De la encuesta realizada a los propietarios de las ladrilleras los resultados obtenidos son los siguientes:

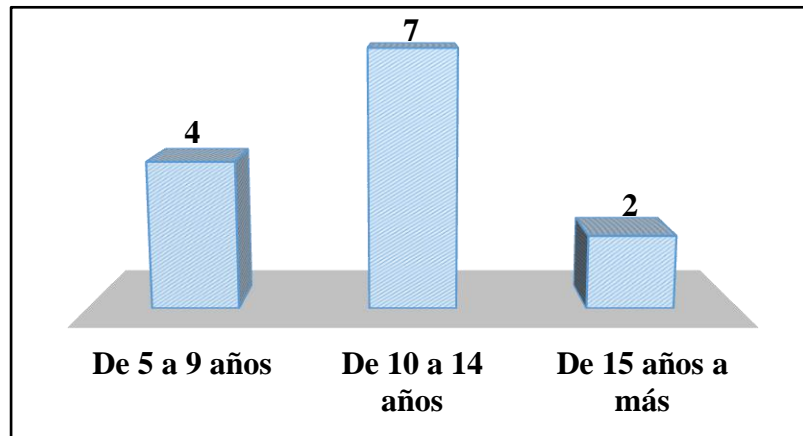


Figura 9. Años en funcionamiento de ladrilleras.

1) ¿Cuántos años de funcionamiento tiene su ladrillera?

2) ¿En qué transporta su arcilla?

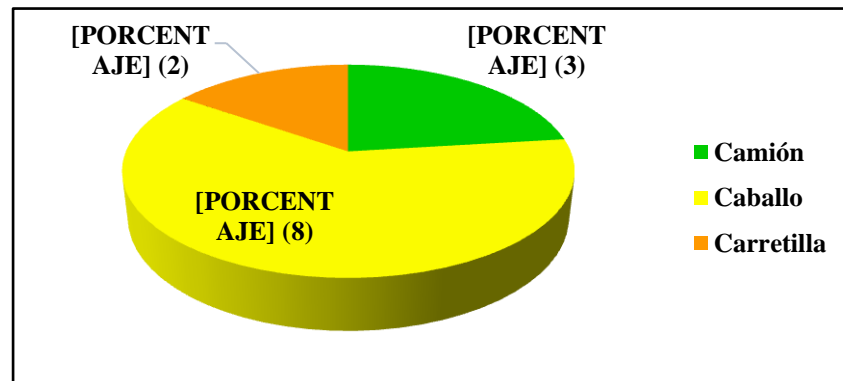


Figura 10. Medio de transporte de arcilla.

3) ¿Cuál es el precio del cubo de arena?

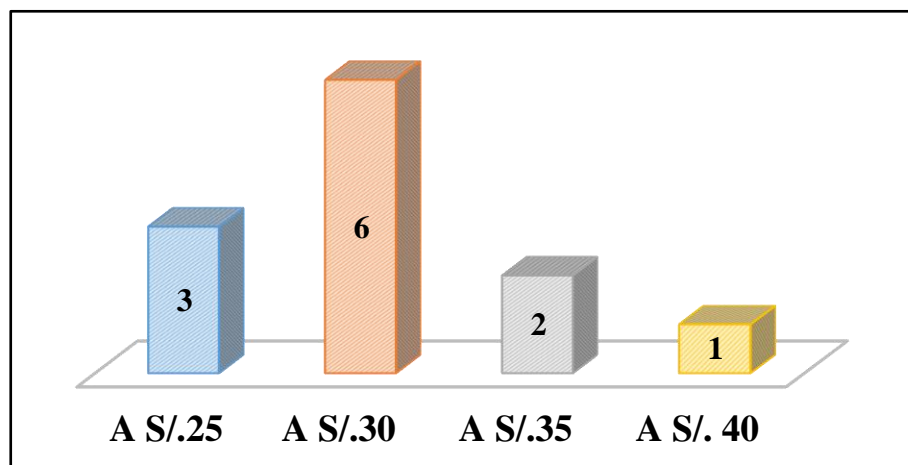


Figura 11. Precio del m³ de arena.

4) ¿Utiliza agua para mezclar la arcilla con arena?

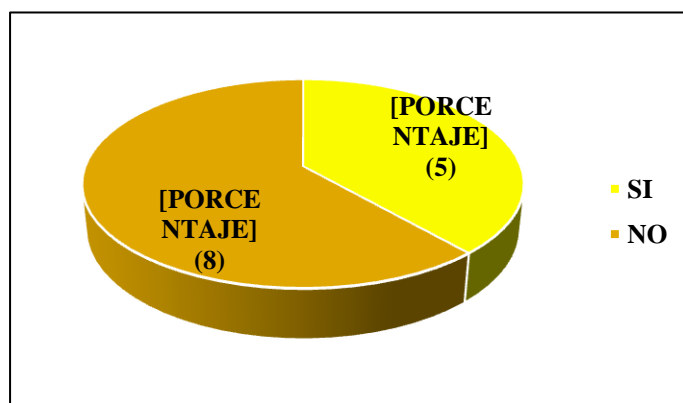


Figura 12. Utiliza agua en el mezclado de materia prima.

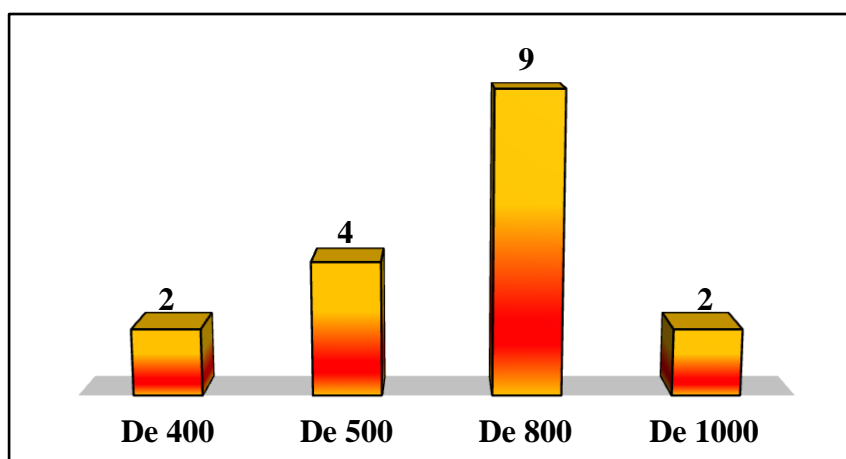


Figura 13. Producción de ladrillos por hora.

5) ¿Cuántos ladrillos moldea por hora?

6) ¿Tiene energía eléctrica para realizar el moldeo de ladrillos?

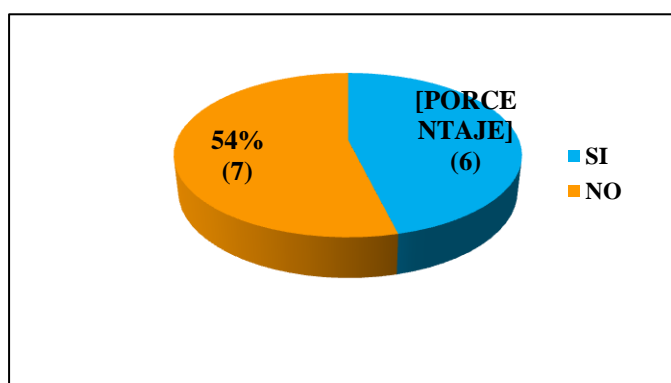


Figura 14. Electricidad para moldeo de ladrillos.

7) ¿Cuánto consume de energía eléctrica por cada producción de ladrillos?

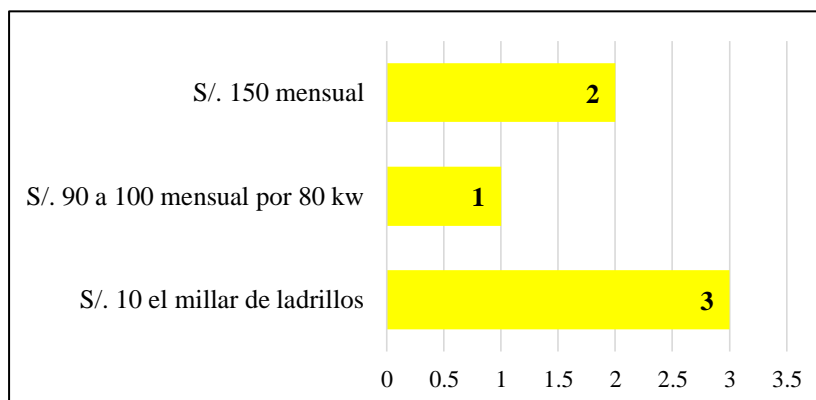


Figura 15. Consumo de electricidad por producción de ladrillos.

8) ¿Cuántos días demora en secarse el ladrillo?

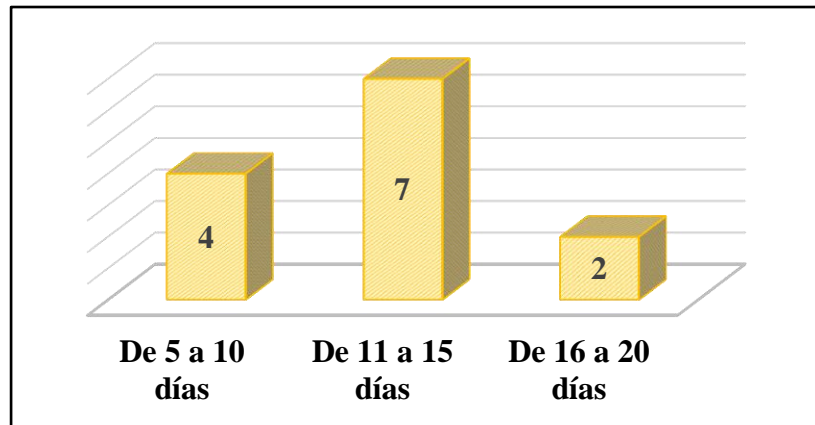


Figura 16. Días de secado del ladrillo.

9) ¿En qué es transportado su leña?

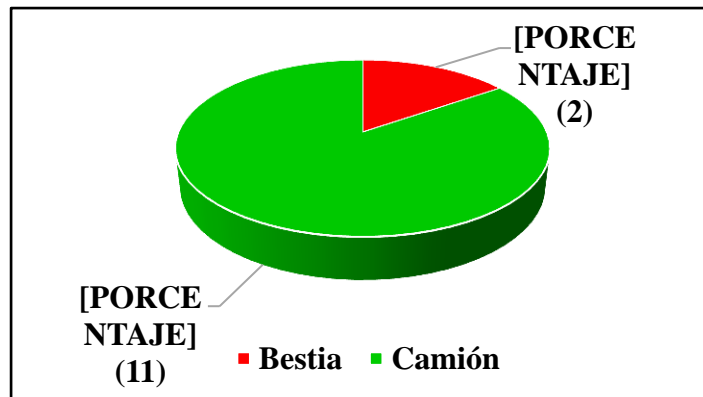


Figura 17. Medio de transporte de la leña.

10) ¿Cuántas cargadas de leña se utilizan para hacer una horneada?

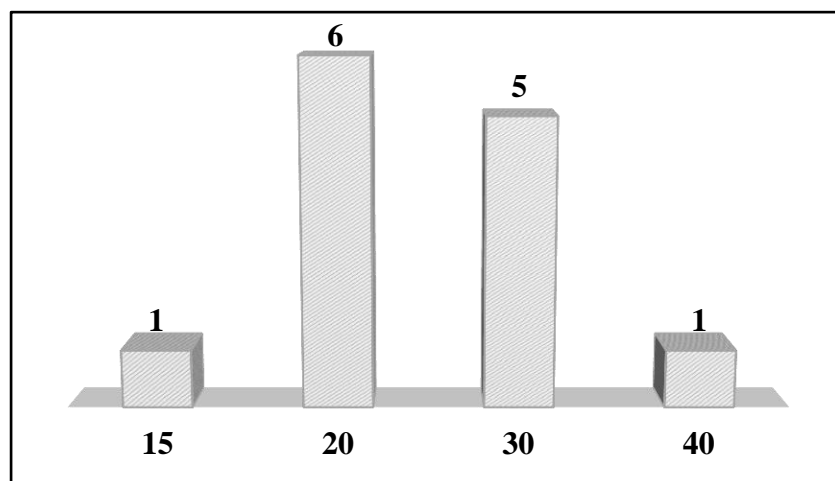


Figura 18. Cargadas de leña para una horneada.

11) ¿Cuánto es la capacidad de ladrillos en su horno?

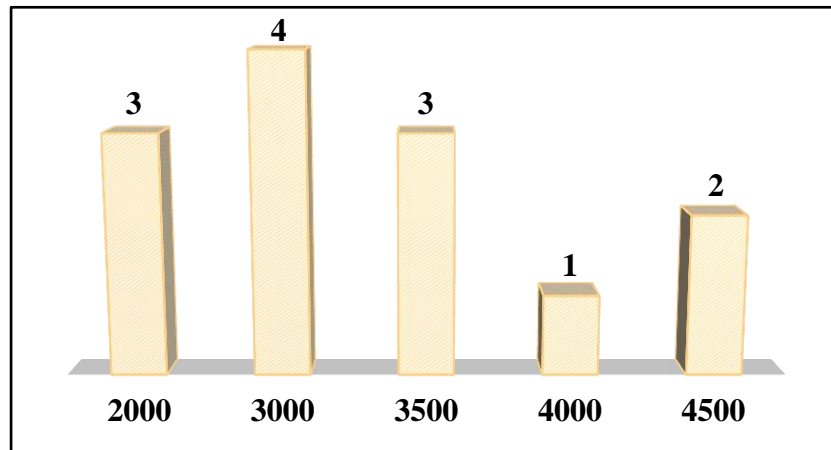


Figura 19. Capacidad de ladrillos por horno.

12) ¿Cuántos ladrillos salen defectuosos por horneada?

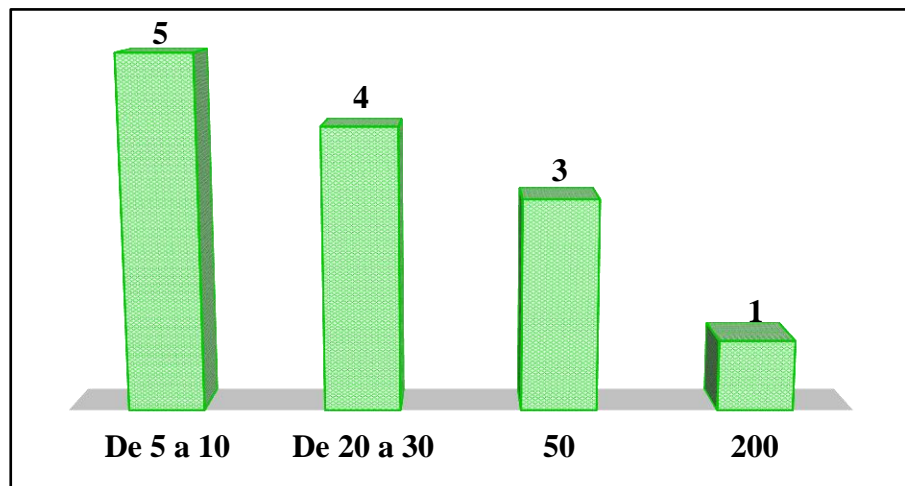


Figura 20. Ladrillos defectuosos por horneada.

13) ¿Cuál es la cantidad de ceniza que obtiene como residuo de combustión?

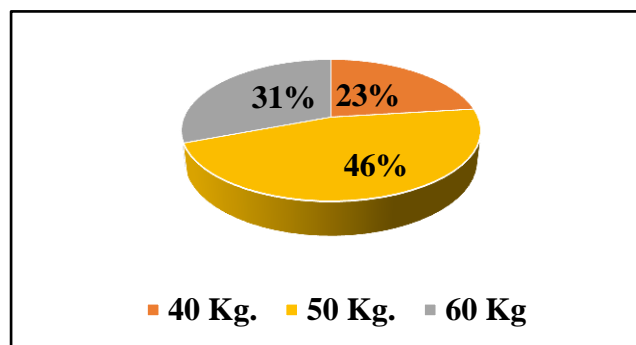


Figura 21. Cantidad (Kg) de ceniza como residuo de combustión.

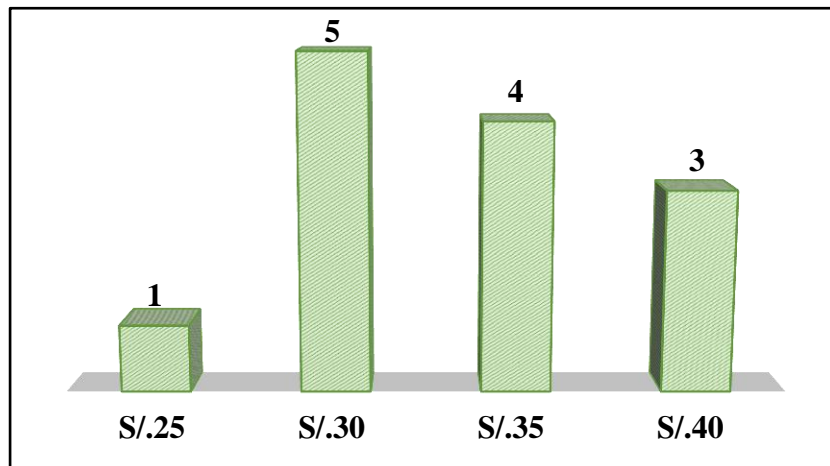


Figura 22. Precio de pago por jornal.

14) ¿Cuánto les paga el jornal a sus trabajadores?

15) ¿La capacidad del horno satisface la demanda?

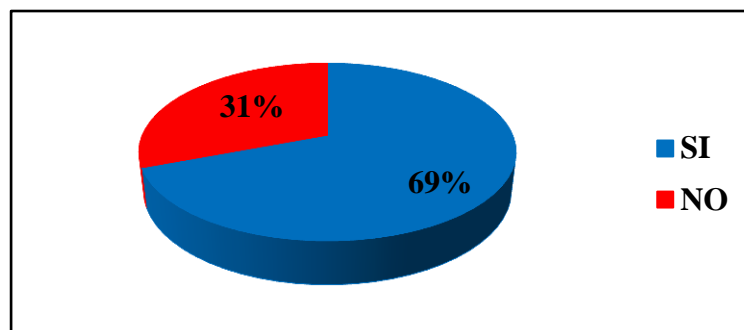


Figura 23. Capacidad de horno satisface demandas.

16) ¿Por qué no utiliza como combustible para su horno cascara de café o arroz en lugar de leña?

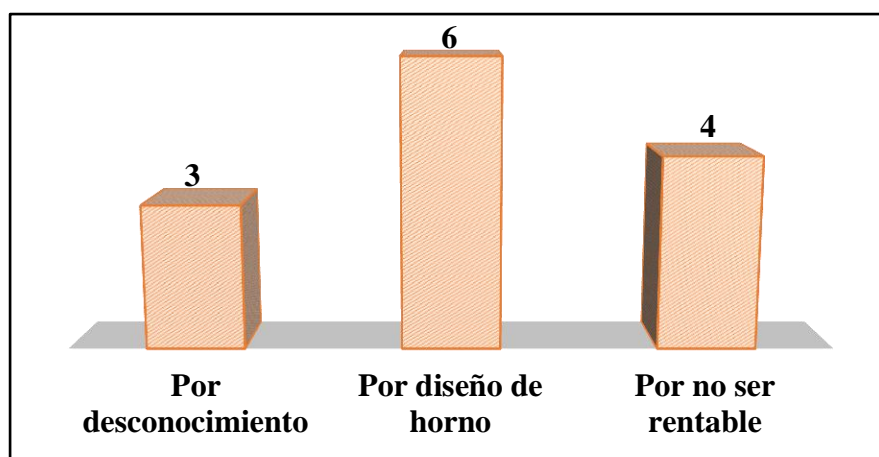


Figura 24. Razones de no utilizar otros combustibles alternativos.

17) ¿Su ladrillera es formal?

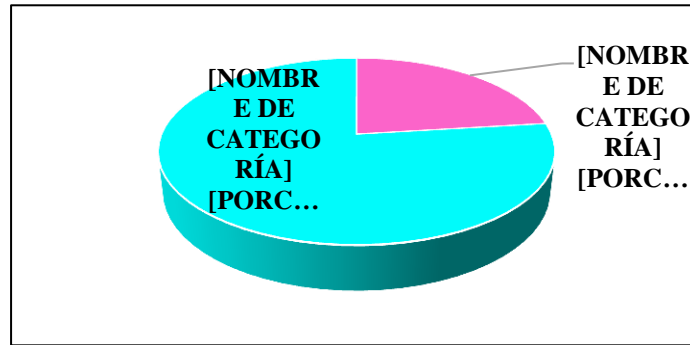


Figura 25. Formalidad de las ladrilleras.

5.2. Ecoeficiencia

Para determinar el índice de ecoeficiencia de cada ladrillera fue necesario primero caracterizar el indicador económico y los indicadores ambientales.

5.2.1. Indicador Económico

Se refiere a todos los costos de producción para la fabricación de ladrillos de acuerdo a la capacidad de horno de cada ladrillera y al precio que venden el millar del ladrillo. Para cada ladrillera se obtuvo como resultado final la ganancia o Venta Neta de Ladrillos (VNL) el resultado se muestran a continuación:

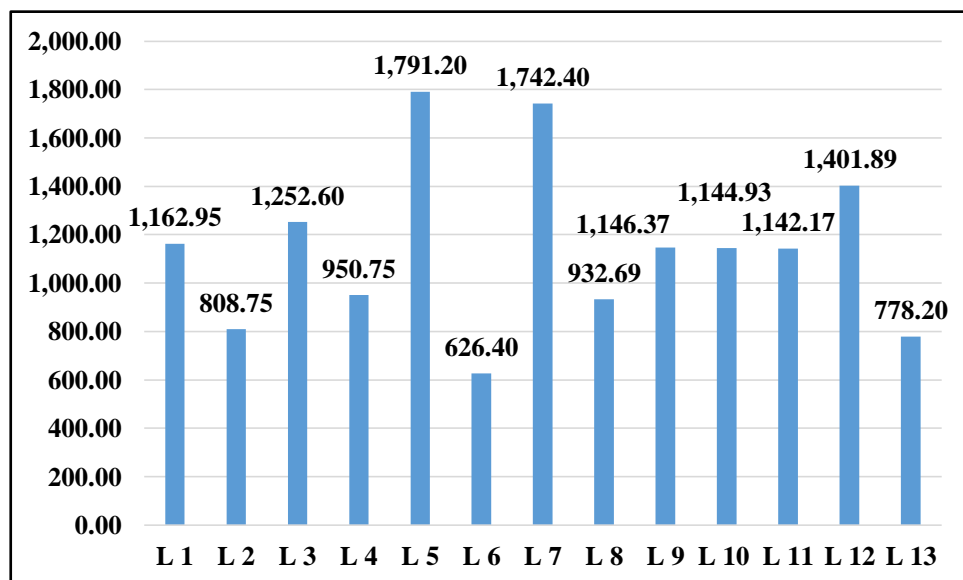


Figura 26. Venta Neta de Ladrillos (S/.).

5.2.2. Indicadores Ambientales

Los indicadores ambientales evaluados en las ladrilleras son los siguientes:

Tabla 7. Indicadores Ambientales para las ladrilleras.

LADRILLERAS	INDICADOR AMBIENTAL				
	Consumo de materia prima (m ³)	Consumo de agua (m ³)	Consumo de energía (MWh)	Contribución al calentamiento global (Ton CO ₂)	Residuos Generados (Kg)
L 1	15	0.79	8.05	9.70	478.86
L 2	11	0.65	5.68	6.56	259.34
L 3	4	0.57	5.44	6.45	165.44
L 4	4	0.47	8.43	10.01	118.99
L 5	11.5	0.33	5.04	6.08	65.82
L 6	10		3.27	3.95	130.72
L 7	4.5		10.01	12.12	116.23
L 8	3.5		6.34	7.66	101.78
L 9	7.5		5.43	6.45	64.04
L 10	2.5		5.56	6.60	66.83
L 11	4.5		5.75	6.81	62.29
L 12	6		8.57	10.21	118.25
L 13	8		5.76	6.81	43.62

5.2.3. Indicadores de ecoeficiencia

Se estimó ecoeficiencia a través de sus indicadores (consumo de materia prima, agua, energía, contribución al calentamiento global y residuos generados) con respecto a las Ventas Netas de Ladrillos (VNL) para cada una de las 13 ladrilleras a continuación se presenta:

Tabla 8. Cuadro de Ecoeficiencia según indicadores por cada ladrillera.

LADRILLERAS	INDICADORES DE ECOEFICIENCIA				
	Consumo de materia prima (m ³ /S/.)	Consumo de agua (m ³ /S/.)	Consumo de energía (MWh/S/.)	Contribución al calentamiento global (Ton CO ₂ /S/.)	Residuos Generados (kg/S/.)
L 1	0.0129	0.0007	0.0069	0.0083	0.4118

L 2	0.0136	0.0008	0.0070	0.0081	0.3207
L 3	0.0032	0.0005	0.0043	0.0051	0.1321
L 4	0.0042	0.0005	0.0089	0.0105	0.1252
L 5	0.0064	0.0002	0.0028	0.0034	0.0367
L 6	0.0160		0.0052	0.0063	0.2087
L 7	0.0026		0.0057	0.0070	0.0667
L 8	0.0038		0.0068	0.0082	0.1091
L 9	0.0065		0.0047	0.0056	0.0559
L 10	0.0022		0.0049	0.0058	0.0584
L 11	0.0039		0.0050	0.0060	0.0545
L 12	0.0043		0.0061	0.0073	0.0844
L 13	0.0103		0.0074	0.0088	0.0561

5.3. Análisis Estadístico

5.3.1. Niveles de ecoeficiencia por cada ladrillera

Los índices de ecoeficiencia de las 13 ladrilleras permitieron establecer categorías o niveles (inadecuado, deficiente y adecuado) de ecoeficiencia usando los valores de la media aritmética y la desviación estándar tal como se muestra en la tabla 9.

La estimación de los índices de ecoeficiencia por cada ladrillera fue usando estos mismos niveles asociándose el valor “1” (uno) de color naranja¹ al nivel inadecuado, el valor “2” (dos) de color verde al nivel deficiente y el valor “3” (tres) de color azul al nivel adecuado. Estas denominaciones son usadas estrictamente para fines del presente estudio y ante la carencia de estándares internacionales.

Tabla 9. Niveles de Ecoeficiencia

		Indicadores de ecoeficiencia				
		Consumo de materia prima	Consumo de agua	Consumo de energía	Contribución al calentamiento global	Residuos generados
Estadísticos	N	13	5	13	13	13

¹ Colorimetría usada para los gráficos posteriores.

descriptivos	Media aritmética	.0069	.0005	.0057	.0070	.1323
	Desviación típica	.0047	.0002	.0016	.0019	.1151
Niveles	3 = Adecuado	2.2371e ⁻³	.3098e ⁻³	4.17011e ⁻³	5.3401e ⁻³	17.2459e ⁻³
	2 = Deficiente	De 2.25e ⁻³ a 11.58e ⁻³	De .32e ⁻³ a .76e ⁻³	De 4.18e ⁻³ a 7.29e ⁻³	De 5.35e ⁻³ a 9.85e ⁻³	De 17.26e ⁻³ a 247.41e ⁻³
	1 = Inadecuado	11.5929e ⁻³	.7702e ⁻³	7.2914e ⁻³	9.8445e ⁻³	247.4161e ⁻³

Para la ladrillera “L1” obtuvo un nivel inadecuado en los indicadores “Consumo de agua” y “Residuos generados” según se aprecia en la Figura 27. El resto de sus indicadores se ubicó en el nivel deficiente.

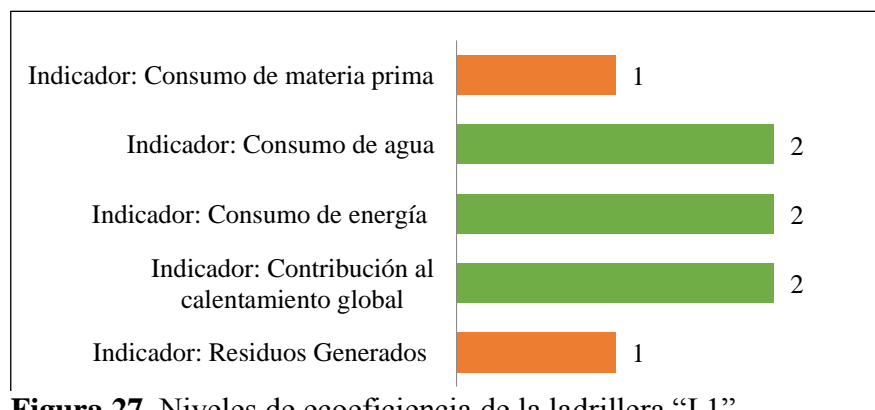


Figura 27. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L1”

Nota: 1=Inadecuado, 2=Deficiente;

La ladrillera “L2” logro un menor rendimiento donde tres de sus indicadores de ecoeficiencia se ubicaron un nivel inadecuado (ver Figura 28); sin embargo, los indicadores “Consumo de energía” y “Contribución al calentamiento global” obtuvieron un nivel deficiente.

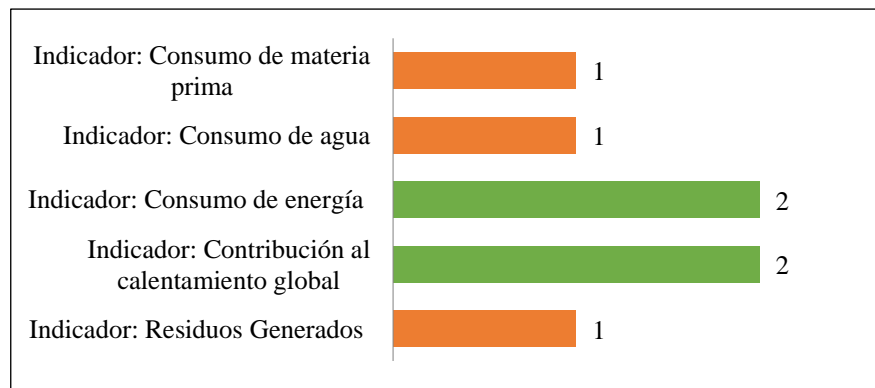


Figura 28. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L2”

Nota: 1=Inadecuado; 2=Deficiente.

De acuerdo a la Figura 29, la ladrillera “L3” obtuvo un nivel deficiente en tres de sus indicadores de ecoeficiencia, ubicándose el indicador “consumo de energía” y “contribución al calentamiento global” el que se ubicó en el nivel adecuado.

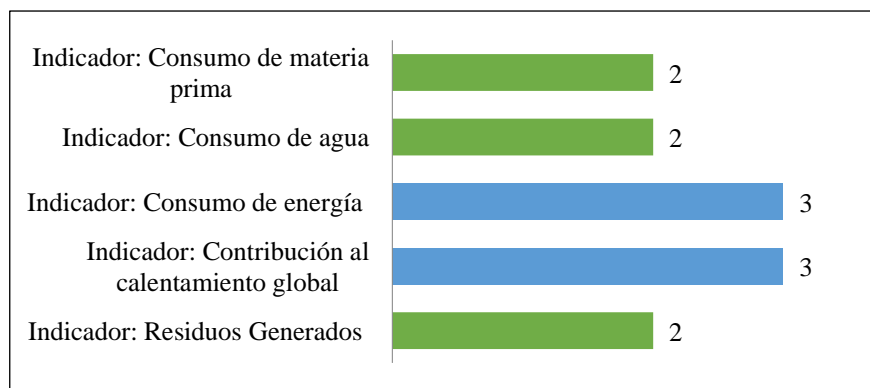


Figura 29. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L3”

Nota: 2=Deficiente; 3=Adecuado.

De acuerdo a la Figura 30, la ladrillera “L4” tuvo cuatro de sus indicadores en el nivel deficiente, siendo su indicador más bajo “contribución al calentamiento global” en un nivel inadecuado.

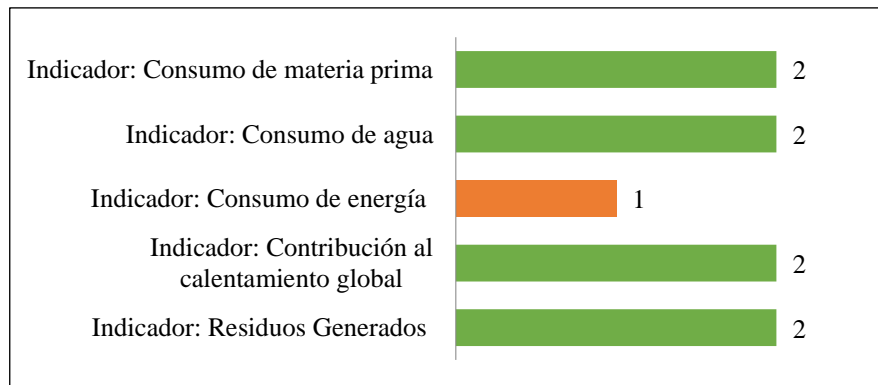


Figura 30. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L4”

Nota: 1=Inadecuado; 2=Deficiente.

Según la Figura 31, los indicadores “consumo de agua”, “consumo de energía” y “contribución al calentamiento global” de la ladrillera “L5” alcanzaron un nivel adecuado. El resto de sus indicadores estuvieron en el nivel deficiente.

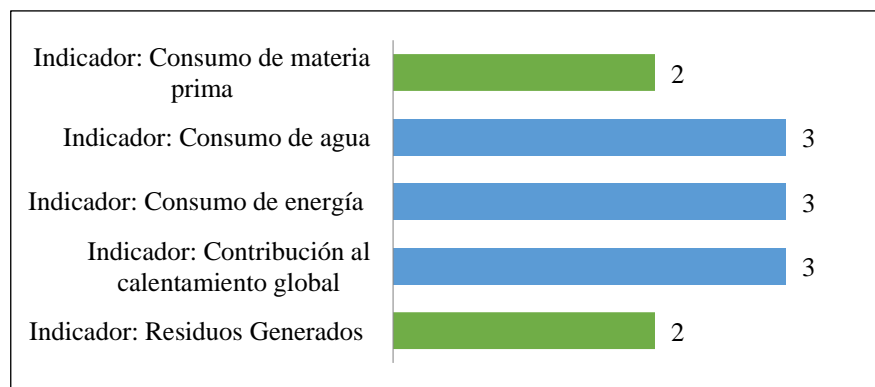


Figura 31. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L5”

Nota: 2=Deficiente; 3=Adecuado.

La ladrillera “L6” obtuvo tres de sus indicadores en el nivel deficiente, solo el indicador “consumo de materia prima” se ubicó en el nivel inadecuado (ver Figura 32).

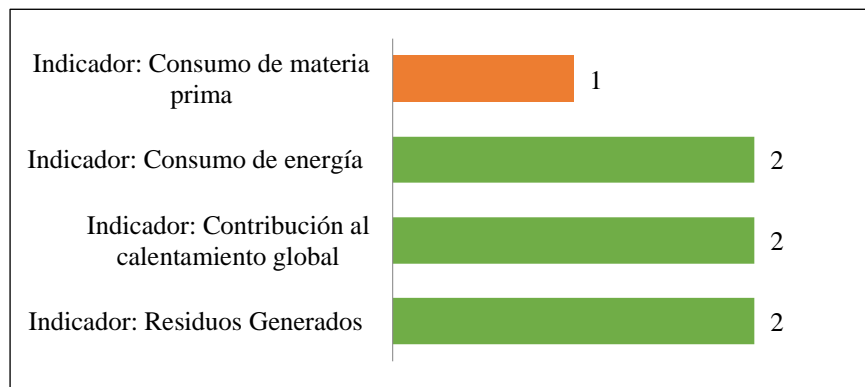


Figura 32. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L6”

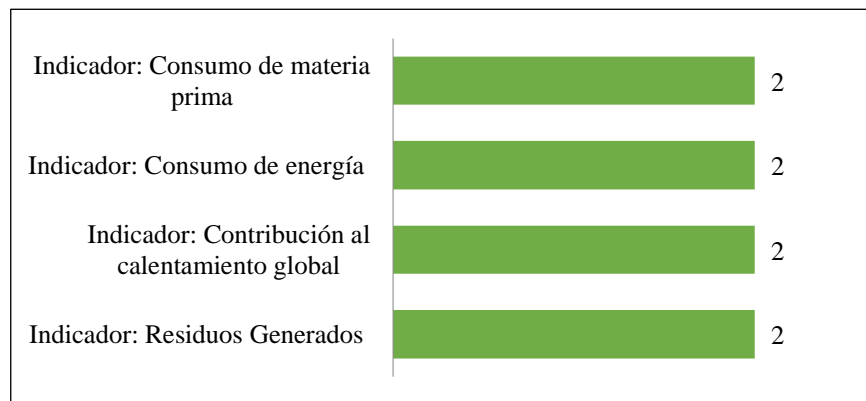


Figura 33. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L7”, “L9”, “L11”, “L12” y “L13”

Nota: 1=Inadecuado; 2=Deficiente.

De acuerdo a la Figura 33, las ladrilleras “L7”, “L9”, “L11”, “L12” y “L13” tuvieron un similar desempeño en los indicadores de ecoeficiencia. Todos sus indicadores se ubicaron en el nivel deficiente.

Nota: 2=Deficiente.

En el caso de la “ladrillera L8” el indicador “contribución al calentamiento global” logro un nivel adecuado (ver Figura 34). El resto de indicadores alcanzaron un nivel deficiente.

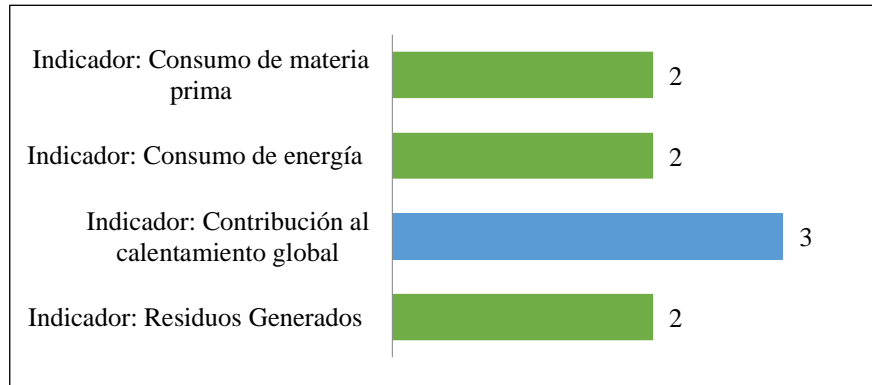


Figura 34. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L8”

Nota: 2=Deficiente; 3=Adecuado

La ladrillera “L10” logro el indicador “consumo de materia prima” en el nivel adecuado según la Figura 35. El resto de indicadores alcanzaron un nivel deficiente.

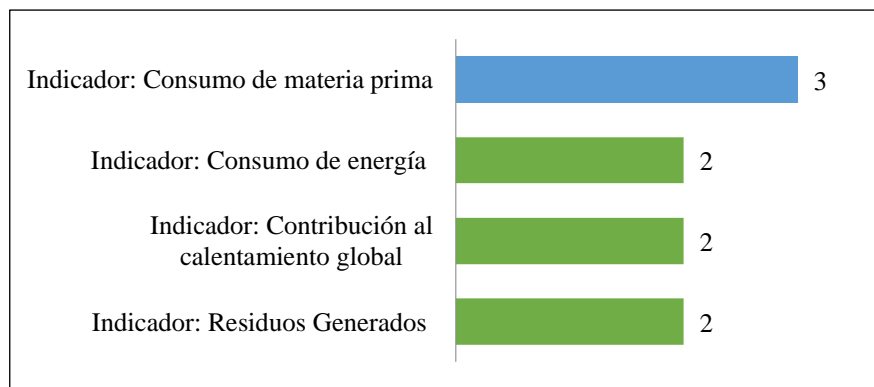


Figura 35. Niveles de ecoeficiencia de la ladrillera “L10”

Nota: 2=Deficiente; 3=Adecuado.

5.3.2. Comparación de indicadores de ecoeficiencia

Tabla 10. Resultado de la Prueba Chi-Cuadrado para los indicadores de ecoeficiencia.

INDICADORES DE ECOEFICIENCIA	PRUEBA DE CHI-CUADRADO		CONCLUSIÓN
	VALOR	P	
Consumo de materia prima	1.051	0.591	Se acepta Ho
Consumo de agua	0.833	0.659	Se acepta Ho
Consumo de energía	6.086	0.048	Se rechaza de Ho
Contribución al Calentamiento Global	0.709	0.701	Se acepta Ho
Residuos generados	0.43	0.512	Se acepta Ho

ns = No significativo ($p > 0.05$)

* = significativo ($p < 0.05$)

** = Altamente significativo ($p < 0.01$)

Ho = Son independientes los indicadores de ecoeficiencia y la formalidad.

Ha = No son independientes los indicadores de ecoeficiencia y la formalidad, es decir, los indicadores de ecoeficiencia depende de la formalidad.

En la tabla 10 de los resultados de la prueba chi-cuadrado sólo para el indicador de consumo de energía se rechaza la H_0 por tanto se acepta la H_a por ser significativo ($p < .05$) el indicador de ecoeficiencia “consumo de energía” depende de la formalidad en las ladrilleras.

VI. DISCUSIÓN

Respecto a la tesis de Barranzuela (2014) se confirma que las ladrilleras artesanales continúan realizando el mismo proceso productivo deficiente por sus escasos recursos económicos no les permite realizar mejoras tecnológicas en el diseño de sus hornos. Sin embargo en Piura ya se utilizan biomasa o residuo agrícola como combustibles alternativos y además la ceniza del combustible lo utilizan como aditivo en el mezclado de la materia prima para disminuir plasticidad y facilitar el moldeo de ladrillos.

De las trece ladrilleras evaluadas en ecoeficiencia según sus indicadores, la ladrillera N° 05 “Fernández” es la que presenta mayor Venta Neta de Ladrillos mientras que su impacto al ambiente en los cinco indicadores muestra valores medios, sin embargo su desempeño económico influye sobre el valor final en cada indicador de ecoeficiencia según Verfaillie y Bidwell (2000) los indicadores son del tipo *menor-es-mejor* mostrando valores menores en cuatro indicadores (Consumo de agua, energía, contribución al calentamiento global y residuos generados) coincide con la investigación de Rincón & Wellens (2011) que afirman que el poco valor agregado neto de una ladrillera incide sobre los indicadores de ecoeficiencia con un valor mayor, es decir, menos ecoeficiente.

Debido a la carencia de Estándares Internacionales para establecer niveles de ecoeficiencia se estableció categorías (Adecuado, Deficiente e Inadecuado) para cada indicador por cada ladrillera. En la categoría de Adecuado se destaca la ladrillera N° 05 “Fernández” en los indicadores de ecoeficiencia para consumo de agua, energía y contribución al calentamiento global. Por tanto el análisis estadístico se relaciona directamente con los valores obtenidos por cálculos numéricos. Esta ladrillera se destaca en el nivel adecuado de ecoeficiencia en varios indicadores debido a que presenta características favorables en sus menores costos de producción y mayor eficiencia en su proceso productivo disminuyendo su impacto al ambiente.

Además para el análisis estadístico en la comparación de indicadores de ecoeficiencia según la formalidad y niveles de ecoeficiencia sólo para el indicador consumo de energía ($p < .05$) depende de la formalidad de las ladrilleras.

El estudio se realizó in situ sólo por un periodo de dos meses para las trece ladrilleras por lo que los datos recolectados de campo pierden valor en el tiempo. Por ello se debería realizar una investigación aplicada con un diseño experimental para verificar los cambios en los niveles de ecoeficiencia.

VII. CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se diagnosticó el estado actual de las trece ladrilleras dónde la producción de ladrillos es una actividad económica familiar que se realiza de forma precaria con deficiencias en el diseño del horno de las cuales sólo dos son ladrilleras formales registradas por la SUNAT. En el periodo de evaluación se identificó que sólo las cinco primeras ladrilleras consumen agua, que la energía que utilizan para moldear sus ladrillos de siete ladrilleras es un combustible fósil (petróleo) que produce gases contaminantes al ambiente y solo cinco utilizan energía eléctrica y además cuentan con hornos de forma precaria mostrando deficiencia en su producción de ladrillos.
2. Los indicadores de ecoeficiencia según Verfaillie y Bidwell (2000) son del tipo menor-es-mejor, por ello para el indicador “Consumo de materia prima” la Ladrillera N° 10 con 0.0022 m³/S/. es la que presenta menor valor y es la Ladrillera N° 05 “Fernández” para los indicadores de ecoeficiencia: “Consumo de agua” con 0.0002 m³/S/.; “Consumo de energía” con 0.0029 MWh/S/.; “Contribución al calentamiento global” con 0.0040 CO₂/S/. y “Residuos generados” con 0.0367 Kg/S/. esto es debido a la influencia del indicador económico por ser la ladrillera con mayor Venta Neta de Ladrillos.
3. Para cada los indicadores de ecoeficiencia según el análisis estadístico se estableció niveles de ecoeficiencia (Adecuado, Deficiente e Inadecuado) dónde la ladrillera N° 05 “Fernández” se destaca por presentar valores menores ubicándose en el nivel de Adecuado para los indicadores de consumo de agua, energía y contribución al calentamiento global por tener

menores costos de producción y mayor eficiencia en su producción de ladrillos.

4. En la comparación de indicadores de ecoeficiencia según la formalidad de las ladrilleras sólo para el indicador “consumo de energía” se concluye que depende de la formalidad de las ladrilleras, es decir las ladrilleras que son formales utilizan energía eléctrica para moldear sus ladrillos son ecoeficientes ya que el costo de producción es menor e impactan menos al ambiente.

VIII. RECOMENDACIONES

Después de realizar esta investigación y vivenciar los trabajos que realizan los productores de ladrillo del distrito de Mariscal Benavides se recomienda lo siguiente:

Para el consumo de materia prima

- ✓ Escoger las minas de arcilla más adecuadas libres de impureza que afectan la calidad del ladrillo, tiempo en la preparación y moldeo y más ladrillos malogrados en el proceso de cocción. También a las ladrilleras que tienen canteras de pura arcilla evitar sobre explotación afectando la calidad del suelo por su pérdida de materia orgánica y produciendo erosión del mismo.

Para el consumo de agua

- ✓ Captar y aprovechar el agua de lluvia o aguas superficiales en vez de utilizar el agua potable que solo es para consumo humano en la preparación y mezclado de la materia prima.

Para el consumo de energía

- ✓ Solicitar a la empresa Electro Oriente la instalación de un sistema trifásico y cada propietario por ser una zona industrial y cambiar a sistema de energía eléctrico su extrusora mecánica para disminuir costos de producción y minimizar su impacto al ambiente.

Para la Contribución al Calentamiento Global

- ✓ Se minimizará la emisión de gases de efecto invernadero con el cambio de sistema energético para el moldeo de ladrillos.

- ✓ Y con el horno convencional de tiro abierto se podría aumentar el espesor de paredes para disminuir la pérdida de calor, instalar un ventilador para la distribución uniforme del calor, utilizar biomasa agrícola (cáscara de café y arroz) como combustible alternativo y triturar la leña para mayor aprovechamiento del combustible.
- ✓ Además de ello sería mejor cambiar el diseño de horno tradicional por un horno de tiro invertido este tipo de horno tiene la ventaja de consumir menos combustible y retener más calor que se distribuye de manera uniforme por todos los ladrillos y este tipo de horno funciona con una chimenea para la emisión de gases de combustión que evita que el humo afecte a los propietarios y trabajadores.

Para la generación de residuos

- ✓ Dentro de los residuos de combustión tenemos los ladrillos malogrados que son producidos por la baja consistencia en la preparación de la materia prima y en la adecuada proporción con los aditivos se requiere además que los trabajadores que moldean el ladrillo conozcan la contextura perfecta para ser llevados a secarse y posteriormente al horno y quemados correctamente.
- ✓ Los residuos de ceniza utilizarlos como aditivo en el mezclado de arcilla con arena para disminuir la plasticidad del ladrillo y los ladrillos malogrados podrían ser triturados de contar con la máquina trituradora y reciclarse como materia prima.
- ✓ Por las condiciones de la zona la ceniza se utiliza para las plantas de café como abono y los ladrillos malogrados se utilizara para mejora de las carreteras.

GLOSARIO DE TERMINOS

CH₄: Metano

CO: Monóxido de carbono

CO₂: Dióxido de carbono

E: Ecoeficiencia

GEI: Gases de Efecto Invernadero

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

IA: Indicador Ambiental

IE: Indicador Económico

L 1: Ladrillera N° 01

L 2: Ladrillera N° 02

L 3: Ladrillera N° 03

L 4: Ladrillera N° 04

L 5: Ladrillera N° 05

L 6: Ladrillera N° 06

L 7: Ladrillera N° 07

L 8: Ladrillera N° 08

L 9: Ladrillera N° 09

L 10: Ladrillera N° 10

L 11: Ladrillera N° 11

L 12: Ladrillera N° 12

L 13: Ladrillera N° 13

NO₂: Dióxido de nitrógeno

UNCTAD: Conferencia de las Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo.

WBCSD: Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barranzuela , J. (2014). Proceso Productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región de Piura. Universidad de Piura, 3-69.
- Casado Piñeiro, M. (2010). Elaboración de Límites Máximos Permisibles de emisiones para la Industria Ladrillera. Obtenido de Red Ladrilleras: http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/LMPs%20Ladrilleras.pdf
- Cuzzol, D., Germán, A., y Schewengber ten, C. (2010). Análisis de los indicadores de ecoeficiencia de una industria de cemento. Obtenido de XVI International Conference on Industrial Engineering and Operations Management: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_ti_st_132_845_16574.pdf
- Dirección Regional de la Producción. (24 de Mayo de 2016). Diagnóstico de la Industria del ladrillo artesanal. Chachapoyas, Amazonas, Peru.
- Henriques, M., Valenca, M., y Pinto , J. (09 de 2015). Programa de Eficiencia Energetica en Ladrilleras Artesanales de América Latina - EELA. Obtenido de Manual de Eficiencia Energetica en la Industria Ladrillera: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/ecb5109fc2e4ac42aa51215c7d8e92ae.pdf>
- Herrera, A. (2014). Estudio ambiental y social del Ciclo de Vida de la producción de ladrillos artesanales, utilizando combustibles tradicionales y alternativos en el Algarrobal, Mendoza. 71.
- INEI. 2007. XI Censo nacional de población y VI de vivienda. Obtenido de <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/>
- Lázaro , C. (2014). Reducción del consumo de madera como combustible para el proceso de cocción artesanal de ladrillos.
- Leal, J. (2005). Ecoeficiencia: Marco de análisis, indicadores y experiencias. Obtenido de <http://www.oie.es/decada/portadas/105.pdf>

- Ministerio de la Producción. (2010). *Estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú*. Obtenido de <http://www.redladrilleras.net/assets/files/fb27f168113ce59412e89faab27e4633.pdf>
- Ministerio de la Producción. (19 de abril de 2010). *Guía de Buenas Prácticas para ladrilleras artesanales*. Obtenido de Portal del Ministerio de la Producción:
http://www.redladrilleras.net/capacitaciones/pdf/es/Peru_RM-102-2010-PRODUCE.pdf
- Ministerio del Ambiente. (2009). Obtenido de <http://www.mi> (Development, 2004)[nam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_de_ecoeficiencia_para_empresas.pdf](http://www.mi)
- Ministerio del Ambiente. (2016). *El Perú y el Cambio Climático*. Obtenido de Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Conferencia Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático:
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicación.pdf>
- Muller, K., y Sturm, A. (2000). Standardized Eco-Efficiency Indicators. *Ellipson*, 10-50.
- Muller, K., y Sturm, A. (2004). *Estandarizando Indicadores de Ecoeficiencia*. Obtenido de http://www.kasparmueller.ch/downloads/pdf/EcoEfficiency_Indicators_e.pdf
- NTP 331.017. (1978). *Unidades de Albañilería*. Obtenido de Ladrillos de arcilla utilizados en la albañilería:
<https://es.scribd.com/doc/90427679/NTP-331-017-1978-UNIDADES-DE-ALBANILERIA-Ladrillos-de-arcilla-usados-en-albanileria-Requisitos.pdf>
- Ricupero, R. (2004). *Un manual para preparadores y usuarios de indicadores de ecoeficiencia*. Obtenido de http://unctad.org/en/docs/iteipc20037_en.pdf

- Rincón, E., y Wellens, A. (2011). Cálculo de indicadores de ecoeficiencia para dos empresas ladrilleras mexicanas. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 333-343.
- Schmidheiny, S. (2000). *Consejo Empresarial Mundial para el desarrollo sostenible*. Obtenido de Creando mas valor con menos impacto: <http://cecodes.org.co/site/wp-content/uploads/publicaciones/ES-Eco-Efficiency-CreatingMoreValue.pdf>
- Swisscontact. (2015). www.cooperacionsuizaenperu.org.pe. Obtenido de <https://www.cooperacionsuizaenperu.org.pe/images/documentos/desafios/2015/CLIMA2015/EELA/infografia%20eela%20final.pdf>
- Valverde, M., Bances, E., Rojas, A., & Rodriguez, B. (2004). Impacto Ambiental producido por la fabricación de ladrillos en el Valle de Alto Mayo-San Martín. *Univerdidad Nacional de San Martín*, 8-80.
- Vásquez Beltrán, A. (2008). *Ánalisis de Ecoeficiencia en la Producción del Mezcal. Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales del Instituto Politecnico Nacional*, 1-78.
- Verfaillie, H., y Bidwell, R. (2000). *Midiendo Ecoeficiencia: Una guía para informar sobre el rendimiento de una empresa*.

X. ANEXOS

Anexo 01. Formato de Encuesta de Ecoeficiencia para Ladrillera Artesanales

ENCUESTA DE ECOEFICIENCIA PARA LADRILLERA ARTESANALES

Nombre del Dueño:

Distrito y/o Sector:

Celular:

I. DATOS DE LA LADRILLERA:

1. ¿Cuántos años de funcionamiento tiene su ladrillera?
.....
2. ¿Cuánto le costó su mina de arcilla y que área compró?
.....
3. ¿En qué transporta su arcilla?
a. Camión b. Animal de carga c. Carretilla
4. ¿De no tener mina de arcilla a cuánto lo compra que cantidad?
.....
5. ¿Cuál es el precio del cubo de arena?
.....
6. ¿Qué cantidad de materia prima e insumos utiliza para su producción de ladrillos en una quema?
Arcilla:.....
Arena:.....
7. ¿Utiliza agua para mezclar la arcilla con arena?
a. Sí b. No
Porque:.....
.....
8. ¿Cuántos ladrillos moldea por hora?
.....
9. ¿Tiene energía eléctrica para realizar el moldeo de ladrillos?
a. Sí b. No

- Porque:.....

10. ¿Cuánto consume de energía eléctrica por cada producción de ladrillos?

11. ¿De no tener electricidad que combustible utiliza? ¿Qué cantidad y cuál es su precio?

12. ¿Cuántos días demora en secarse el ladrillo?
 Verano:..... Invierno:.....
13. ¿Conoce que especies forestales son utilizadas como leña?

14. ¿En qué es transportado su leña?
 a. Animal de carga b. Camión
15. ¿Cuánto cuesta la cargada de leña?

16. ¿Cuántas cargadas de leña se utiliza para hacer una horneada?

17. ¿Cuánto es la capacidad de ladrillos en su horno?

18. ¿Cuántos ladrillos salen defectuosos por horneada?

19. ¿Cuánto tiempo dura la quemada de ladrillos? ¿Cuántas veces por mes?

20. ¿Cuál es la cantidad de ceniza que obtiene como residuo de combustión?

21. ¿Cuántos tipos de ladrillos fabrica? ¿Cuáles son y su precio?

22. ¿Tiene trabajadores permanentes? ¿Cuánto les paga el jornal?

23. Por proceso productivo ¿Cuántos trabajadores requiere? ¿Cuánto les paga?
 Extracción:.....

- b. De 1000 a 1500
- c. Más de 1500

Anexo 02. Registro de datos faltantes en campo

Tabla 11. Registro de Indicadores Ambientales de Ecoeficiencia en Ladrilleras

LADRILLERAS	CAPACIDAD DEL HORNO	INDICADOR AMBIENTAL							
		Materia prima		Agua (m ³)	Energía			Residuos Sólidos	
		Arcilla (m ³)	Arena (m ³)		Energía eléctrica (kW/h)	Petróleo (Gal.)	Leña (kg)	Ladrillos malogrados (kg)	Cenizas (kg)
L 1	3500	14	1	0.79		4.5	4950	400	78.86
L 2	2500	10	1	0.65		2.5	3500	200	59.34
L 3	3500	10.5	3.5	0.57	103.4		3350	100	65.44
L 4	3500	10.5	3.5	0.47	102		5200	50	68.99
L 5	4500	10	1.5	0.33		3	3100	20	45.82
L 6	2000	9	1	-		2	2010	100	30.72
L 7	4500	4.5	-	-		8	6135	50	66.23
L 8	3000	9	1.5	-		4.2	3894	50	51.78
L 9	3000	8.4	3	-	50		3350	10	54.04
L 10	3000	4.2	1	-	50		3430	20	46.83

L 11	3000	4	0.5	-	73.10		3540	20	42.29
L 12	4000	11.2	2	-		7.5	5310	40	78.25
L 13	2000	7	1	-	178.4		3540	10	33.62

Tabla 12. Registro de Indicadores Económicos de Ecoeficiencia en Ladrilleras

LADRILLE RAS	INDICADOR ECONÓMICO (S/.)								
	Energía			Materia Prima		Pago por trabajo en el proceso productivo			
	Petróleo	Electricidad	Camionada de leña	Arcilla	Arena	Extracción	Moldeado	Horneado	Quemado
L 1	50.85		450		30	35	20	35	35
L 2	28.25		300		30	35	20	35	35
L 3		67.21	240		60	30	30	30	30
L 4		66.6	300		90	35	35	35	35
L 5	33.90		200		40	40	20	40	40
L 6	22.60		200		40	40	20	40	40

L 7	90.4		375		-	40	20	40	40
L 8	47.46		220		37.5	30	15	30	30
L 9		63.7	200		30	30	15	30	30
L 10			200		30	30	15	30	30
L 11		59.09	250		15	35	20	35	35
L 12	84.75		400		70	30	15	30	30
L 13		130	300		35	25	15	25	25

Anexo 03. Costos de producción para Venta Neta de Ladrillos

Tabla 13. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 1

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Petróleo		4.5 Gal	11.3	50.85
Arcilla		14 m3	0.8	11.2
Arena		1 m3	30	30
Camionada de leña		30 cargas	15	450
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	2 personas	35	70
	Moldeado	3 personas	20	60
	Horneado	1 persona	35	35
	Quemado	1 persona	35	35
Costo Total de ladrillera 1				742.05

Tabla 14. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 1

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de Ladrillos
550	3.5	1925	1182.95

Tabla 15. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 2

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Petróleo		2.5 Gal	11.3	28.25
Arcilla		10 m3	0.8	8
Arena		1 m3	30	30
Camionada de leña		20 cargas	15	300
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	2 personas	35	70
	Moldeado	3 personas	20	60
	Horneado	1 persona	35	35
	Quemado	1 persona	35	35
Costo Total de ladrillera 2				566.25

Tabla 16. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 2

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	2.5	1,375.00	808.75

Tabla 17. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 3

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Electricidad		34.47 kW/h	0.5481	22.4
Arcilla		10 m3	0.8	8
Arena		1 m3	20	20
Camionada de leña		20 cargas	12	240
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	2 personas	30	60
	Moldeado	3 personas	30	90
	Horneado	1 persona	30	30
	Quemado	1 persona	30	30
Costo Total de ladrillera 3				500.4

Tabla 18. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 3

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
500	3.5	1,750.00	1,249.60

Tabla 19. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 4

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Electricidad		34 kW/h	0.5481	22.2
Arcilla		10.5	0.5	5.25
Arena		3.5 m3	30	105
Camionada de leña		30 cargas	10	300
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	2 personas	35	70
	Moldeado	4 personas	35	140
	Horneado	3 personas	35	105
	Quemado	1 persona	35	35
Costo Total de ladrillera 4				782.45

Tabla 20. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 4

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
500	3.5	1,750.00	967.55

Tabla 21. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 5

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Petróleo		3 Gal	11.3	33.9
Arcilla		10.5 m3	2.1	22.05
Arena		3.5 m3	20	70
Camionada de leña		18 cargas	12	200
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	3 personas	40	120
	Moldeado	5 personas	20	100
	Horneado	2 personas	40	80
	Quemado	1 persona	40	40
Costo Total de ladrillera 5				665.95

Tabla 22. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 5

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	4.5	2,475.00	1,809.05

Tabla 23. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 6

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Petróleo		2 Gal	11.3	22.6
Arcilla		10 m3	3.8	38
Arena		1.5 m3	20	30
Camionada de leña		20 cargas	10	200
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	3 personas	40	120
	Moldeado	5 personas	20	100
	Horneado	2 personas	40	80
	Quemado	1 persona	40	40
Costo Total de ladrillera 6				630.6

Tabla 24. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 6

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	2.5	1,375.00	744.40

Tabla 25. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 7

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Petróleo		8 Gal	11.3	90.4
Arcilla		9 m3	15.6	140.4
Arena		1 m3	30	0
Camionada de leña		35 cargas	11	375
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	1 personas	40	40
	Moldeado	5 personas	20	100
	Horneado	2 personas	40	80
	Quemado	1 persona	40	40
Costo Total de ladrillera 7				865.8

Tabla 26. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 7

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	4.5	2,475.00	1,609.20

Tabla 27. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 8

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Petróleo		4.2 Gal	11.3	47.46
Arcilla		4.5 m3	0.8	3.6
Arena		0 m3	0	0
Camionada de leña		22 cargas	10	220
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	2 personas	30	60
	Moldeado	5 personas	15	75
	Horneado	1 persona	30	30
	Quemado	1 persona	30	30
Costo Total de ladrillera 8				466.06

Tabla 28. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 8

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
500	3	1,500.00	1,033.94

Tabla 29. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 9

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Electricidad		25 kW/h	0.5481	15.93
Arcilla		9 m3	23.3	209.7
Arena		1.5 m3	30	45
Camionada de leña		20 cargas	10	200
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	3 personas	30	90
	Moldeado	4 personas	15	60
	Horneado	2 personas	30	60
	Quemado	1 persona	30	30
Costo Total de ladrillera 9				710.63

Tabla 30. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 9

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	3	1,650.00	939.37

Tabla 31. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 10

Concepto		Unidades	Costo unitario	Costo Total
Electricidad		25 kW/h	0.5481	15.93
Arcilla		4.2 m3	11.7	49.14
Arena		1 m3	30	30
Camionada de leña		20 cargas	10	200
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	3 personas	30	90
	Moldeado	4 personas	15	60
	Horneado	1 persona	30	30
	Quemado	1 persona	30	30
Costo Total de ladrillera 10				505.07

Tabla 32. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 10

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	3	1,650.00	1,144.93

Tabla 33. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 11

Concepto	Unidades	Costo unitario	Costo Total	
Electricidad	36.55 kW/h	0.5481	29.55	
Arcilla	8.4 m3	0.3	2.52	
Arena	3 m3	30	15	
Camionada de leña	20 cargas	10	200	
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	1 personas	35	35
	Moldeado	3 personas	20	60
	Horneado	1 persona	35	35
	Quemado	1 persona	35	35
Costo Total de ladrillera 11			412.07	

Tabla 34. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 11

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	3	1,650.00	1,237.93

Tabla 35. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 12

Concepto	Unidades	Costo unitario	Costo Total	
Petróleo	7.5 Gal	11.3	84.75	
Arcilla	4.2 m3	11.7	49.14	
Arena	1 m3	35	35	
Camionada de leña	30 cargas	14	420	
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	4 personas	30	120
	Moldeado	5 personas	15	75
	Horneado	1 persona	30	30
	Quemado	1 persona	30	30

Costo Total de ladrillera 12	843.89
-------------------------------------	---------------

Tabla 36. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 12

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	4	2,200.00	1,356.11

Tabla 37. Costos de Producción de ladrillos de la Ladrillera 13

Concepto	Unidades	Costo unitario	Costo Total	
Electricidad	44.6 kW/h	0.5481	32.5	
Arcilla	4 m3	11.7	46.8	
Arena	0.5 m3	35	17.5	
Camionada de leña	20 cargas	15	300	
Trabajo de jornal por proceso productivo	Extracción	2 personas	25	50
	Moldeado	5 personas	15	75
	Horneado	2 personas	25	50
	Quemado	1 persona	25	25
Costo Total de ladrillera 13			596.8	

Tabla 38. Venta neta en la producción de ladrillos de la Ladrillera 13

Precio de un millar de ladrillos	Millares de ladrillos	Venta de ladrillos	Venta Neta de ladrillos
550	2.5	1,375.00	778.20

Anexo 04. Indicadores de Ecoeficiencia

Tabla 39. Consumo de materia prima (m³/S/.)

LADRILLERAS	MATERIA PRIMA (m3)			Venta Neta de ladrillos	ECOEficiencia (m3/S/.)
	Arcilla	Arena	TOTAL		
L 1	14	1	15	1,182.95	0.012680164
L 2	10	1	11	808.75	0.013601236
L 3	3	1	4	1,249.60	0.003201024
L 4	3	1	4	967.55	0.004134153
L 5	10	1.5	11.5	1,809.05	0.006356928
L 6	9	1	10	744.40	0.013433638
L 7	4.5		4.5	1,609.20	0.002796421
L 8	3	0.5	3.5	1,033.94	0.003385109
L 9	4.5	3	7.5	939.37	0.007984074
L 10	1.5	1	2.5	1,144.93	0.00218354
L 11	4	0.5	4.5	1,237.93	0.003635101
L 12	4	2	6	1,356.11	0.00442442
L 13	7	1	8	778.20	0.010280134

Tabla 40. Consumo de agua (m³/S/.)

LADRILLERAS	AGUA (m3)	Venta Neta de ladrillos (S/.)	ECOEficiencia (m3/S/.)
L 1	0.79	1182.95	0.000667822
L 2	0.65	808.75	0.000803709
L 3	0.57	1249.6	0.000456146
L 4	0.47	967.55	0.000485763
L 5	0.33	1809.05	0.000182416
L 7	0.27	1609.2	0.000167785

Tabla 41. Consumo de energía (MWh/S/.)

LADRILLERAS	Calor (GJ)		Trabajo (MWh)			Total	Venta Neta de Ladrillos (S/.)	ECOEficiencia (MWh/S/.)
	Leña	Petróleo	Electricidad	Leña	Petróleo			
L 1	82.17	0.63		7.9893891	0.0612549	8.050644	1,162.95	0.006922605
L 2	58.1	0.35		5.649063	0.0340305	5.6830935	808.75	0.007027009
L 3	55.61		0.03447	5.4069603		5.4414303	1,252.60	0.004344108
L 4	86.32		0.034	8.3928936		8.4268936	950.75	0.008863417
L 5	51.46	0.42		5.0034558	0.0408366	5.0442924	1,791.20	0.002816153
L 6	33.37	0.28		3.2445651	0.0272244	3.2717895	626.40	0.005223163
L 7	101.84	1.11		9.9019032	0.1079253	10.009829	1,742.40	0.005744851
L 8	64.64	0.59		6.2849472	0.0573657	6.3423129	932.69	0.006800022
L 9	55.61		0.025	5.4069603		5.4319603	1,146.37	0.004738401
L 10	56.94		0.025	5.5360817		5.5610817	1,144.93	0.004857137
L 11	58.76		0.03655	5.7132348		5.7497848	1,142.17	0.005034088
L 12	88.15	1.04		8.5708245	0.1011192	8.5708245	1,401.89	0.006113764
L 13	58.77		0.0446	5.7142071		5.7588071	778.20	0.007400163

Tabla 42. Gases que contribuyen al calentamiento global (Ton CO₂/ S/.)

LADRILLERAS	Requerimientos de energía			Contribución al calentamiento global (Ton CO ₂ , 100 años)								Venta Neta de Ladrillos (S/.)	ECOEFICIENCIA (Ton CO ₂ /S/.)
	Leña (GJ)	Petróleo (GJ)	Electricidad (kW/h)	Leña			Petróleo			Electricidad	Total		
				CO ₂	NO ₂	CH ₄	CO ₂	NO ₂	CH ₄				
L 1	82.17	0.63		9.009	0.1675674	0.34398	0.1711017	0.0032054	0.00658		9.701	1,162.95	0.008341722
L 2	58.1	0.35		6.097	0.1184764	0.2432066	0.0950565	0.0017681	0.0036294		6.559	808.75	0.008109857
L 3	55.61		34.47	6.097	0.1134166	0.23282				0.00451557	6.447	1,252.60	0.005147263
L 4	86.32		34	9.464	0.1760242	0.36134				0.004454	10.005	950.75	0.010523658
L 5	51.46	0.42		5.642	0.1049598	0.21546	0.1140678	0.0021142	0.00434		6.083	1,791.20	0.003395865
L 6	33.37	0.28		3.658	0.0680636	0.13972	0.0760452	0.0014322	0.00294		3.947	626.40	0.006300551
L 7	101.84	1.11		11.165	0.207669	0.4263	0.3014649	0.0055924	0.01148		12.118	1,742.40	0.006954525
L 8	64.64	0.59		7.087	0.1318306	0.27062	0.1602381	0.0030008	0.00616		7.659	932.69	0.008211247
L 9	55.61		25	6.097	0.1134166	0.23282				0.003275	6.446	1,146.37	0.005623159
L 10	56.94		25	6.242	0.1161068	0.2383425				0.003275	6.600	1,144.93	0.005764568
L 11	58.76		36.55	6.442	0.1198274	0.24598				0.00478805	6.813	1,142.17	0.005964655
L 12	88.15	1.04		9.664	0.1797752	0.36904	0.2824536	0.0052514	0.01078		10.213	1,401.89	0.00728516
L 13	58.77		44.6	6.443	0.1198274	0.24598				0.0058426	6.815	778.20	0.008757133

Tabla 43. Generación de residuos (Kg/S/.)

LADRILLERAS	Residuos Generados (kg)			Venta Neta de Ladrillos (S/.)	ECOEficiencia (kg/S/.)
	Ladrillos	Ceniza	TOTAL		
L 1	400	78.86	478.86	1,162.95	0.411763188
L 2	200	59.34	259.34	808.75	0.320667697
L 3	100	65.44	165.44	1,252.60	0.132077279
L 4	50	68.99	118.99	950.75	0.125153826
L 5	20	45.82	65.82	1,791.20	0.036746315
L 6	100	30.72	130.72	626.40	0.208684547
L 7	50	66.23	116.23	1,742.40	0.066706841
L 8	50	51.78	101.78	932.69	0.109125218
L 9	10	54.04	64.04	1,146.37	0.05586329
L 10	20	46.83	66.83	1,144.93	0.058370381
L 11	20	42.29	62.29	1,142.17	0.05453654
L 12	40	78.25	118.25	1,401.89	0.084350413
L 13	10	33.62	43.62	778.20	0.056052429

Anexo 05. Resultados de Análisis Estadístico con el *software* SPSS versión 18

Tabla 44. Estadísticos descriptivos de los indicadores de ecoeficiencia

INDICADORES DE ECOEFICIENCIA	Estadísticos descriptivos					Inadecuado (1)	Deficiente (2)	Adecuado (3)
	N°	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Rango inferior	Rango medio	Rango Superior
Consumo de materia prima (m3/S/.)	13	0.0022	0.016	0.006915	0.0046779	2.24	Entre 2.25 y 11.58	11.59
Consumo de agua (m3/S/.)	5	0.0002	0.0008	0.00054	0.0002302	0.31	Entre 0.32 y 0.76	0.77
Consumo de energía (MWh/S/.)	13	0.0019	0.0089	0.005577	0.0019249	3.65	Entre 3.66 y 7.51	7.50
Contribución al calentamiento global (Ton CO2/S/.)	13	0.0034	0.0105	0.006969	0.0018603	5.11	Entre 5.12 y 8.84	8.83
Residuos Generados (kg/S/.)	13	0.0367	0.4118	0.132331	0.1150851	17.25	Entre 17.26 y 247.41	247.42

Tabla 45. Resumen del procesamiento de casos por indicador de ecoeficiencia agrupado según categorías (inadecuado, deficiente y adecuado)

Resumen del procesamiento de los casos									
Casos									
Válidos									
Perdidos									
Total									
N									
Porcentaje									
La ladrillera es formal *	13	1.0	0	.0	13	1.0			
Cons_mat_prima_1000_categ									
La ladrillera es formal *	5	.4	8	.6	13	1.0			
Cons_agua_1000_categ									
La ladrillera es formal *	13	1.0	0	.0	13	1.0			
Cons_energía_1000_categ									
La ladrillera es formal *	13	1.0	0	.0	13	1.0			
Contr_calen_global_1000_categ									
La ladrillera es formal *	13	1.0	0	.0	13	1.0			
Res_generados_1000_categ									

Tabla 46. Tabla de contingencia del indicador “Consumo de materia prima”

Tabla de contingencia						
Recuento						
Cons_mat_prima_1000_categ						
		1	2	3	Total	
La ladrillera es formal	SI	0	2	0	2	
	NO	3	7	1	11	
Total		3	9	1	13	

Tabla 47. Prueba chi-cuadrado del indicador “Consumo de materia prima”

Pruebas de chi-cuadrado				
		Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	de	1.051	2	.591
Razón de verosimilitudes	de	1.628	2	.443
Asociación lineal por lineal		.182	1	.670
N de casos válidos		13		

Tabla 48. Tabla de contingencia del indicador “Consumo de agua”

		Tabla de contingencia			
		Recuento			
		Cons_agua_1000_categ			Total
		1	2	3	
La	SI	0	1	0	1
ladrillera es	NO	1	2	1	4
formal					
Total		1	3	1	5

Tabla 49. Prueba chi-cuadrado del indicador “Consumo de agua”

		Pruebas de chi-cuadrado		
		Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	de	.833	2	.659
Razón de verosimilitudes	de	1.185	2	.553
Asociación lineal por lineal		.000	1	1.000
N de casos válidos		5		

Tabla 50. Tabla de contingencia del indicador “Consumo de energía”

		Tabla de contingencia			
		Recuento			
		Cons_energía_1000_categ			Total
		1	2	3	
La	SI	1	1	0	2
ladrillera es	NO	0	9	2	11
formal					
Total		1	10	2	13

Tabla 51. Prueba chi-cuadrado del indicador “Consumo de energía”

		Pruebas de chi-cuadrado		
		Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	de	6.086	2	.048
Razón de verosimilitudes	de	4.661	2	.097
Asociación lineal por		3.230	1	.072

lineal

N de casos válidos 13

Tabla 52. Tabla de contingencia del indicador “Contribución al calentamiento global”

		Tabla de contingencia			Total
		Recuento			
		Contr_calen_global_1000_categ			
		1	2	3	
La ladrillera es formal	SI	0	2	0	2
	NO	1	8	2	11
Total		1	10	2	13

Tabla 53. Prueba chi-cuadrado del indicador “Contribución al calentamiento global”

Pruebas de chi-cuadrado				
		Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	de	.709	2	.701
Razón de verosimilitudes	de	1.154	2	.561
Asociación lineal por lineal		.057	1	.811
N de casos válidos		13		

Tabla 54. Tabla de contingencia del indicador “Residuos generados”

		Tabla de contingencia		Total
		Recuento		
		Res_generados_1000_categ		
		1	2	
La ladrillera es formal	SI	0	2	2
	NO	2	9	11
Total		2	11	13

Tabla 55. Prueba chi-cuadrado del indicador “Residuos generados”

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	.430	1	.512		
Corrección por continuidad	.000	1	1.000		
Razón de verosimilitudes Estadístico exacto de Fisher	.731	1	.392	1.000	.705
Asociación lineal por lineal	.397	1	.529		
N de casos válidos	13				

Anexo 06. Imágenes de trabajo de campo



Aplicación de encuestas a los ladrilleros y diálogo con ellos para realizar un diagnóstico situacional de las ladrilleras.



Georeferenciación de cada ladrillera artesanal
El medio de transporte de la arcilla desde su mina es con caballo.



Mina de arcilla con grandes bloques de piedra de terreno seco en el Cruce a Michina



Mina de arcilla extraída con excavación del suelo. Suelos muy arcillosos y húmedos por fuertes lluvias.



El medio de transporte de la arcilla desde la mina es con animal de carga.



Bloques de arcilla preparada con agua y arena



Moldeo de ladrillos con una extrusora mecanizada



Extrusora mecanizada con electricidad



Extrusora mecanizada que funciona con petróleo

RECIBO Nº 030-00825068
 Longar, Rodríguez de Mendoza -

Para Consultas, su código es: **33545505**
HERNANDEZ FERNANDEZ, GRISEMIO
 Carr. MICHINA 00100 Cas. MICHINA

Noviembre-2016 **Electro Oriente**
 EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
 R.U.C. 20193795631

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión	380/220 V - BT	Recibo por Consumo del 31/10/2016 al 30/11/2016	
Sub. Estación Nº	D-250162 (SE0103)	Carga Fija	3.77
Tipo de Conexión	Trifásica-Abreca(C2.1)	Carga por Reparo y Mantenimiento	1.66
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Ene Aneq(S) 0.575 x 341.000 kWh	194.94
Medidor Nº	00000008080291 - Electrón.	Alumbrado Público (Alcance: S) 0.4139	14.46
Hilos	4	SUB TOTAL	214.83
Lectura Anterior	12.324.40 (30/10/2016)	Saldo por cobro	0.94
Lectura Actual	12.855.50 (30/11/2016)	Compensación manipulación de bobinas	-0.91
Diferencia de lectura	531.10	TOTAL RECIBO DE NOVIEMBRE-2016	213.90
Factor	1.0000		
Consumo	341.10 kWh		
Cons. Prom (S)	80.65 kWh		
Potencia Contratada	3.00 kW		
Inicio Contrato	08/07/2009		
Término Contrato	07/07/2017		
Fecha Emisión	02/12/2016		

Importe 2 Últimos Meses Facturados
 Ser - 2016 S/ 63.50 Oct - 2016 S/ 47.20

FECHA DE VENCIMIENTO 19/12/2016 TOTAL A PAGAR S/ *****213.90

12698.7

RECIBO Nº 030-00825068 Noviembre-2016
 Suministro: 33545505 HERNANDEZ FERNANDEZ, GRI
 Longar, Rodríguez de Mendoza - Amazonas /
 1420 - 48033 - 40 / 02/12/2016 / 19/12/2016
 TOTAL A PAGAR S/ *****213.90

Electro Oriente
 R.U.C. 20193795631

RECIBO Nº 030-00761501
 Longar, Rodríguez de Mendoza -

Para Consultas, su código es: **33545505**
HERNANDEZ FERNANDEZ, GRISEMIO
 Carr. MICHINA 00100 Cas. MICHINA

Setiembre-2016 **Electro Oriente**
 EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A.
 R.U.C. 20193795631

DATOS DEL SUMINISTRO Y CONSUMO		IMPORTES FACTURADOS	
Tensión	380/220 V - BT	Recibo por Consumo del 31/08/2016 al 30/09/2016	
Sub. Estación Nº	D-250162 (SE0103)	Carga Fija	3.77
Tipo de Conexión	Trifásica-Abreca(C2.1)	Carga por Reparo y Mantenimiento	1.66
Opción Tarifaria	BT5B - No Residencial	Ene Aneq(S) 0.5453 x 83.000 kWh	45.24
Medidor Nº	00000008080291 - Electrón.	Alumbrado Público (Alcance: S) 0.4112	2.88
Hilos	4	Interés Compensatorio	0.05
Lectura Anterior	12.138.00 (30/08/2016)	SUB TOTAL	53.96
Lectura Actual	12.221.00 (30/09/2016)	Saldo por cobro	-0.04
Diferencia de Lectura	83.00	Diferencia de redondeo	-0.02
Factor	1.0000	TOTAL RECIBO DE SEPTIEMBRE-2016	53.90
Consumo	83.00 kWh	Duda Anterior (1 Mes)	13.90
Cons. Prom (S)	79.33 kWh		
Potencia Contratada	3.00 kW		
Inicio Contrato	08/07/2009		
Término Contrato	07/07/2017		
Fecha Emisión	02/10/2016		

Importe 2 Últimos Meses Facturados
 Jul - 2016 S/ 30.90 Ago - 2016 S/ 13.50

FECHA DE VENCIMIENTO 20/10/2016

Electro Oriente S.A. COBRANZA RESECS S.R.L.
 1 12 OCT 2016 1
CANCELADO
 RODRIGUEZ DE MENDOZA

Fecha Corte: 20/10/2016
 Si paga hasta la fecha de vencimiento evitará el corte, gastos y molestias innecesarias.

Recibos de pago de luz por consumo de la extrusora para moldear ladrillos



Una camionada de leña es igual a 20 cargas de leña en bestia en promedio.



Ladrillos quemados según su capacidad de horno



Peso de ceniza con un balde y con saco



Peso de un ladrillo de 3 Kg.



Peso de una cargada de leña son 10 cargadas para caballo