



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

FABRICACIÓN DE LADRILLOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE RESIDUOS DE PALMA AFRICANA ("*Elaeis guineensis*") EN COMBINACIÓN CON FIBRAS VEGETALES.

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD A LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

DIRECTOR: ING. LUCIA I. TOLEDO R.

ANDRES VINICIO DE LA TORRE CONRADO

2009

DECLARACIÓN

Yo Andrés Vinicio De la Torre Conrado, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad de las Américas, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink, reading "Andrés de la Torre", is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a small flourish at the end.

ANDRES V. DE LA TORRE C.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Vinicio De la Torre Conrado, bajo mi supervisión.



Ing. Lucía Toledo.

DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

El Presente trabajo, no lo hubiera realizado solo, sin la ayuda grata y participación desinteresada, de todas las personas que en varios pasajes de esta tesis intervinieron.

Un agradecimiento especial para Dios, por darme fortaleza, sabiduría y respuesta a todos las vicisitudes, que a lo largo del trabajo se presentaron.

No encuentro palabras para Agradecer a 4 personas en particular que son pilares fundamentales en mi formación y desempeño en la vida, ellos son mi Padre, Marco V. De La Torre D. quien con sus enseñanzas, afecto, apoyo moral y económico, me ha acompañado y me acompañara por toda mi vida, de igual forma agradezco a mi Madre, María Raquel Conrado P., que con su amor, cuidado, afecto, me a enseñado a ser un hombre de bien. El agradecimiento a la persona que desde que la conocí se ha convertido en mi soporte en los momentos mas duros y críticos que se me han presentado, mi Esposa, Amanda C. Ayala S., por ultimo y sin restarle importancia un agradecimiento especial a mi hermano que es y será mi amigo, hermano, compañero, y el mejor socio que puedo tener.

También agradezco a mi directora de tesis, Ing. Lucia I. Toledo R., por confiar en mi, al momento en que decidió tomar el mando en el desarrollo de este proyecto, dicha confianza a sido retribuida en cada uno de los pasajes de esta tesis; de igual forma agradezco a los profesores que han sembrado un granito de arena en el camino que he recorrido para adquirí el conocimiento que hasta hoy e cultivado, de una u otra forma son parte de este trabajo.

Un agradecimiento especial aquellas personas que intervinieron en el desarrollo de esta tesis, Sr. Jaime Hernández, Napoleón Benavides, y todos aquellos que no se les a nombrado. Y sobre todo gracias a la "Universidad de la Vida" por enseñarme lo que es la misma.

DEDICATORIA

Al ser el presente trabajo una de las obras mas importantes que he realizado en mi vida, el mismo que me a tomado alrededor de un año, desde que nació la idea en mi mente hasta el momento final en que la misma quedo documentada, me es grato dedicar todo este esfuerzo, entrega, empeño, y resultado final, a las personas mas importantes en mi vida.

Lo dedico desde el fondo de mi corazón, mi espíritu y mi mente; a Dios padre todo poderoso; a "Mi mentor", Marco V. De La Torre (mi padre); a "Mi Luz", Ma. Raquel Conrado (mi madre); a "Mi Compañera Eterna", Amanda Ayala (mi esposa); a "Mi Compañero", Sebastian De La Torre (mi Hermano); a "Mis Retoños", Mis hijos que vendrán en un futuro, a mi abuelita que esta en el cielo, María Trinidad Paredes Z., (quien confió en mi inteligencia y responsabilidad toda la vida). A mis Familiares, a mis Amigos, Profesores, Colaboradores y a la Sociedad entera.

He incluso esta investigación va dedicada aquellos que son obstáculos en vida y buscan ver mi caída, se las dedico porque me ayudan a crecer y ser un mejor ser humano, profesional, hijo, hermano, esposo y en un futuro, padre.

Andrés.

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio de una alternativa en la fabricación de ladrillos con características ecológicas tratando de encontrar un equilibrio entre la parte ecológica, la parte agrícola e industrial, aprovechando residuos vegetales, principalmente el cuesco de la palma africana, en conjunción con otras fibras, tomando en cuenta que son desechos agroindustriales que no se los está empleando en ningún proceso productivo o de reciclaje, generando fuentes de contaminación ambiental.

El trabajo se realizó en la parroquia de Yaruquí, provincia de Pichincha, lugar donde se puso la planta piloto. A este sector se llevó todas las materias primas necesarias para la realización de esta investigación.

La duración de este proyecto llevó aproximadamente 8 meses. El cual se dividió en 6 capítulos enfocados en trabajos de investigación, campo, análisis y evaluación, más un capítulo de conclusiones y recomendaciones.

El capítulo 1, es la recopilación bibliográfica de investigaciones, trabajos similares que se han realizado en busca de obtener ladrillos ecológicos, con diferentes residuos vegetales e industriales.

En el capítulo 2, indica todos los materiales, materias primas, equipos, que fueron empleados durante la investigación, de igual forma indica el sistema de producción del proyecto.

El tercer capítulo, explica en teoría el diseño del ladrillo basado en el número de modelos que fueron diseñados, fabricados y analizados; el total de modelos fueron 6 dentro de los cuales existe 4 submodelos, obteniéndose un total de 24 prototipos que se diseñó y se estudió.

El capítulo 4, es la fabricación ya de los ladrillos en la planta piloto, donde se obtuvo los prototipos que fueron analizados en las pruebas de verificación y los prototipos que se descartó.

En el capítulo 5, se indica todas las pruebas de verificación realizadas a los prototipos seleccionados y en el análisis de las mismas se escogió el submodelo apropiado para la fabricación industrial.

Por último, el capítulo 6, indica en resumen los costos que se recurrió para esta investigación y un análisis económico para poder llevar el ladrillo seleccionado a la producción industrial.

El capítulo de conclusiones indica lo obtenido en la investigación; las recomendaciones están basadas en cómo mejorar o continuar con algunas dudas y posibles investigaciones que nacieron durante el desarrollo de este trabajo.

INTRODUCCION

Se ha realizado en España y Argentina ladrillos empleando residuos y fibras vegetales como es el cáñamo, cáscaras de maní y desechos industriales provenientes de plásticos, botellas; con el cual se ha podido obtener ladrillos con algunas ventajas y desventajas, en la aplicación industrial.

Objetivo General.

Diseñar un ladrillo con características ecológicas a base de residuos de palma africana ("*Elaeis guineensis*"), en combinación con otras fibras vegetales.

Objetivos Específicos.

- Definir los materiales a emplear en la fabricación del ladrillo ecológico.
- Diseñar y formular el ladrillo ecológico a base de residuos de Palma Africana ("*Elaeis guineensis*") y otras fibras.
- Levantar el proceso de fabricación del ladrillo ecológico determinando los recursos y medios necesarios.
- Elaborar el prototipo del ladrillo ecológico.
- Verificación de la resistencia y características del ladrillo ecológico, con pruebas experimentales.
- Analizar el costo del ladrillo ecológico.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCION.....	viii
TABLA CONTENIDO.....	ix
LISTA DE FIGURAS Y GRAFICOS.....	xiv
LISTA DE TABLAS Y DIAGRAMAS.....	xvi
LISTA DE ANEXOS.....	xvii
CAPITULO 1. MARCO TEORICO.....	0
1.1. EL LADRILLO.....	0
1.2. CARACTERISTICAS DEL LADRILLO CONVENCIONAL	1
1.2.1. LA ARCILLA.....	1
1.2.2. GEOMETRIA.....	1
1.2.3. TIPOS DE LADRILLOS.....	2
1.2.3.1. LADRILLO PERFORADO	3
1.2.3.2. LADRILLO MACIZO	3
1.2.3.3. LADRILLO TEJAR O MANUAL.....	4
1.2.3.4. LADRILLO HUECO	5
1.2.3.4.1. RASILLA	6
1.2.3.4.2. LADRILLO HUECO SIMPLE.....	6
1.2.3.4.3. LADRILLO HUECO DOBLE.....	7
1.3. USOS.....	7
1.4. FABRICACION DE LADRILLOS	7
1.4.1. HISTORIA.....	7
1.4.2. PROCESO DE ELABORACIÓN	8
1.4.1.1. MADURACION	9
1.4.1.2. TRATAMIENTO MECANICO PREVIO.....	10
1.4.1.2.1. ROMPE-TERRONES	10
1.4.1.2.2. ELIMINADOR DE PIEDRAS.....	11
1.4.1.2.3. DESINTEGRADOR	12
1.4.1.2.4. LAMINADOR REFINADO	13
1.4.1.3. DEPOSITO DE MATERIA PRIMA PROCESADA	13
1.4.1.4. HUMIDIFICACION	14
1.4.1.5. MOLDEADO	14
1.4.1.6. SECADO.....	14
1.4.1.7. COCCION.....	15
1.4.1.8. ALMACENAJE	15
1.5. LADRILLOS ECOLOGICOS FABRICADOS A BASE DE FIBRAS Y RESIDUOS VEGETALES.....	16
1.5.1. PRODUCTOS DESARROLLADOS Y A DESARROLLAR.....	21
1.5.2. COMPETENCIA DEL PRODUCTO.....	22
1.6. PRODUCCION DE LADRILLOS ECOLOGICOS UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA EL "COCOPEAT" O CUESCO DE LA PALMA	23

1.7. INFORMACION TECNICA DE LA PALMA AFRICANA	24
1.8. OTRAS FIBRAS.....	27
1.8.1. FIBRA DE PIÑA.....	27
1.8.2. FIBRA DE ABACA	27
1.9. PEGAMENTOS PARA LOS LADRILLOS ECOLOGICOS.....	28
1.9.1. RESINA ALIFATICA O PEGAMENTO AMARILLO DE CARPINTERO	28
1.9.2. RESORCINOL	29
1.9.3. PEGAMENTOS VEGETALES	29
1.9.3.1. ALMIDON	29
1.9.3.2. CELULOSA	29
1.9.3.3. HULE	30
1.9.4. PEGAMENTOS DERIVADOS DE PRODUCTOS ANIMALES	30
1.9.4.1. COLA PARA MADERA	30
1.9.4.2. CASEINA.....	30
 CAPITULO 2. MATERIALES Y SISTEMA DE PRODUCCION.....	 31
2.1. MATERIALES.....	31
2.1.1. MATERIAS PRIMAS	31
2.1.1.1. "COCOPEAT" O CUESCO DE LA FRUTA DE LA PALMA AFRICANA.....	32
2.1.1.2. FIBRA DE FRUTA DE PALMA AFRICANA	33
2.1.1.3. FIBRA DE ABACA	35
2.1.1.4. FIBRA DE PIÑA.....	36
2.1.1.5. COLA DE CARPINTERO ALIFATICA	37
2.1.1.6. ENGRUDO DE ALMIDON	38
2.1.1.7. CEMENTO.....	39
2.1.1.7.1. CEMENTO PORTLAND	40
2.1.2. EQUIPOS	40
2.1.2.1. TRITURADORA DE RODILLOS FRESADOS DE ACERO	41
2.1.2.2. MOLDEADORA – PRENSADORA	41
2.1.2.3. MOLDES	42
2.1.2.4. TANQUE DE MEZCLADO	42
2.2. SISTEMA DE PRODUCCION	42
2.2.1. PLAN FUNCIONAL.....	43
2.2.2. PLAN LOGISTICO OPERACIONAL.....	45
 CAPITULO 3. DISEÑO DEL LADRILLO ECOLOGICO A BASE DE RESIDUOS DE PALMA AFRICANA Y OTRAS FIBRAS VEGETALES	 47
3.1. DISEÑO DEL LADRILLO ECOLOGICO.....	47
3.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL LADRILLO ECOLOGICO.	47
3.1.1.1. FORMA.....	47
3.1.1.2. DIMENSIONES.....	48
3.1.1.3. PESO APROXIMADO DEL LADRILLO.....	48
3.1.1.4. VOLUMEN DEL LADRILLO	49
3.1.1.5. RESISTENCIA DE COMPRESION.....	49
3.1.1.6. RESISTENCIA A TEMPERATURAS DE CONGELACION	49
3.1.1.7. IMPERMEABILIDAD.....	50
3.1.1.8. COLORACION.....	50
3.1.2. MODELAJE DE LOS LADRILLOS	50
3.1.2.1. MODELO A	52
3.1.2.1.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO A".....	53
3.1.2.2. MODELO B	54
3.1.2.2.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO B"	56

3.1.2.3.	MODELO C	57
3.1.2.3.1.	DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO C"	58
3.1.2.4.	MODELO D	59
3.1.2.4.1.	DIAGRAMA DE FABRICACION DEL " MODELO D"	61
3.1.2.5.	MODELO E	62
3.1.2.5.1.	DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO E"	63
3.1.2.6.	MODELO F	64
3.1.2.6.1.	DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO F"	66
3.2.	DISEÑO DE LAS MAQUINAS Y EQUIPOS.....	67
3.2.1.	DISEÑO DE LA TRITURADORA DE RODILLOS DE ACERO FRESADO.....	67
3.2.2.	DISEÑO DE LA MOLDEADORA – PRENSADORA	67
3.2.3.	MOLDES.....	68
3.2.4.	TANQUE DE MEZCLADO	68
3.3.	DISEÑO DE LA PLANTA PILOTO	68

CAPITULO 4. MODELAJE Y FABRICACION DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS. 70

4.1.	MODELAJE.....	70
4.2.	FABRICACION.....	73
4.2.1.	FABRICACION DEL MODELO A.....	74
4.2.1.1.	FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A1	74
4.2.1.2.	FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A2.....	76
4.2.1.3.	FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A3.....	79
4.2.1.4.	FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A4.....	81
4.2.2.	FABRICACION DEL MODELO B	84
4.2.2.1.	FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B1	84
4.2.2.2.	FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B2	86
4.2.2.3.	FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B3	89
4.2.2.4.	FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B4	92
4.2.3.	FABRICACION DEL MODELO C	93
4.2.3.1.	FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C1	94
4.2.3.2.	FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C2	95
4.2.3.3.	FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C3	98
4.2.3.4.	FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C4	100
4.2.4.	FABRICACION DEL MODELO D.....	102
4.2.4.1.	FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D1.....	103
4.2.4.2.	FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D2.....	104
4.2.4.3.	FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D3.....	107
4.2.4.4.	FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D4.....	109
4.2.5.	FABRICACION DEL MODELO E	111
4.2.6.	FABRICACION DEL MODELO F	111
4.2.6.1.	FABRICACION DEL MODELO F – SUBMODELO F1	112
4.2.6.2.	FABRICACION DEL MODELO F – SUBMODELO F2	114
4.2.6.3.	FABRICACION DEL MODELO F – SUBMODELO F3	116
4.3.	FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS PARA LAS PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO.....	119

CAPITULO 5. VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS DE LADRILLOS ECOLOGICOS SELECCIONADOS..... 125

5.1.	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO A2.....	125
-------------	--	------------

5.2. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO A4.....	127
5.3. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISITCAS DEL SUBMODELO B2.....	130
5.4. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO B4.....	132
5.5. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO C2.....	134
5.6. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO F1.....	136
5.7. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO F2.....	138
5.8. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS RESULTADOS DE LABORATORIO Y CAMPO DE LOS SUBMODELOS PREAPROBADOS.....	141

CAPITULO 6. ANALISIS DE COSTOS DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS. 148

6.1. GASTOS EFECTUADOS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.....	148
6.2. GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS SUBMODELOS SELECCIONADOS EN LA INVESTIGACION.....	150
6.2.1. GASTO EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO A2, EN LA INVESTIGACION.....	150
6.2.2. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO A4, EN LA INVESTIGACION.....	151
6.2.3. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO B2, EN LA INVESTIGACION.....	152
6.2.4. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO B4, EN LA INVESTIGACION.....	153
6.2.5. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO C2, EN LA INVESTIGACION.....	154
6.2.6. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO F1, EN LA INVESTIGACION.....	154
6.2.7. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO F2, EN LA INVESTIGACION.....	155
6.3. ANALISIS Y SELECCION DEL MEJOR O LOS MEJORES PROTOTIPOS PARA LA INDUSTRIALIZACION.....	156
6.3.1. ANALISIS DE LOS GASTOS EN LOS PROTOTIPOS Y LADRILLOS HERMANOS FABRICADOS.....	156
6.3.2. SELECCIÓN DE LOS MEJORES MODELOS PARA LA INDUSTRIALIZACION.....	159
6.4. COSTO EN LA INDUSTRIALIZACION DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS SELECCIONADOS.....	160

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 164

7.1. CONCLUSIONES.....	164
7.2. RECOMENDACIONES.....	166

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 167

DIRECCIONES EN INTERNET 168

GLOSARIO..... 171

ANEXOS 174

LISTA DE FIGURAS Y GRAFICOS

	Pág.
FIGURA 1. Partes del ladrillo.....	2
FIGURA 2. Ladrillo perforado.....	3
FIGURA 3. Ladrillo Macizo.....	4
FIGURA 4. Ladrillo tejar o manual.....	4
FIGURA 5. Ladrillo Hueco.....	5
FIGURA 6. Ladrillo Rasilla.....	6
FIGURA 7. Rompe terrones.....	11
FIGURA 8. Eliminador de piedras.....	11
FIGURA 9. Desintegrador.....	12
FIGURA 10. Laminador refinado.....	13
FIGURA 11. Ladrillo de cañamo.....	17
FIGURA 12. Una construcción con ladrillos de cañamo. A la izquierda, la propia fábrica de ladrillos en la localidad de Guadix.....	18
FIGURA 13. Ladrillos con residuos plásticos y maní.....	19
FIGURA 14. "Cocopeat" o cuesco de la fruta de Palma Africana.....	33
FIGURA 15. Fibra de la fruta de Palma Africana.....	34
FIGURA 16. Fibra de Abacá.....	36
FIGURA 17. Fibra de Piña.....	37
FIGURA 18. Engrudo de harina.....	39
FIGURA 19. (1) Molienda, (2) Moldeado, (3) Prensado, (4) Secado.....	73
FIGURA 20. Mezcla del modelo A, Submodelo A1.....	75
FIGURA 21. Submodelo A1, después del desmontaje del molde.....	76
FIGURA 22. Mezcla del modelo A, submodelo A2.....	78
FIGURA 23. Submodelo A2, después del desmontaje del molde.....	78
FIGURA 24. Mezcla del modelo A, submodelo A3.....	80
FIGURA 25. Submodelo A3, después del desmontaje del molde.....	81
FIGURA 26. Mezcla del modelo A, submodelo A4.....	83
FIGURA 27. Submodelo A4, después del desmontaje del molde.....	83
FIGURA 28. Mezcla del modelo B, Submodelo B1.....	85
FIGURA 29. Submodelo B1, después del desmontaje del molde.....	86
FIGURA 30. Mezcla del modelo B, Submodelo B2.....	88
FIGURA 31(a). Submodelo B2, después del desmontaje del molde.....	88
FIGURA 31(b). Submodelo B2, después del desmontaje del molde.....	89
FIGURA 32. Mezcla del modelo B, Submodelo B3.....	91
FIGURA 33. Submodelo B3, después del desmontaje del molde.....	91
FIGURA 34. Modelo B, Submodelo B4.....	93
FIGURA 35. Mezcla de modelo C, Submodelo C1.....	95
FIGURA 36. Mezcla del modelo C, Submodelo C2.....	97
FIGURA 37. Modelo C, Submodelo C2.....	97
FIGURA 38. Mezcla del modelo C, Submodelo C3.....	99
FIGURA 39. Modelo C, Submodelo C3.....	100
FIGURA 40. Mezcla del modelo C, Submodelo C4.....	101
FIGURA 41. Modelo C, Submodelo C4.....	102
FIGURA 42. Mezcla del modelo D, Submodelo D1.....	104
FIGURA 43. Mezcla del modelo D, Submodelo D2.....	106
FIGURA 44. Formación de hongos y desprendimiento de partículas en el modelo D, Submodelo D2.....	106
FIGURA 45. Mezcla del modelo D, Submodelo D3.....	108
FIGURA 46. Modelo D, Submodelo D3.....	109
FIGURA 47. Modelo D, Submodelo D4.....	110
FIGURA 48. Mezcla del modelo F, Submodelo F1.....	113
FIGURA 49. Modelo F, Submodelo F1.....	113
FIGURA 50. Mezcla del modelo F, Submodelo F2.....	115

FIGURA 51. Modelo F, Submodelo F2..	115
FIGURA 52. Mezcla del modelo F, Submodelo F3.	117
FIGURA 53. Ladrillos hermanos Submodelo A2.	121
FIGURA 54. Ladrillos hermanos Submodelo B2.	122
FIGURA 55. Ladrillos hermanos Submodelo C2.	122
FIGURA 56. Ladrillos hermanos Submodelo F2.	123
FIGURA 57. Ladrillos hermanos Submodelo A4.	123
FIGURA 58. Ladrillos hermanos Submodelo B4.	124
FIGURA 59. Ladrillos hermanos Submodelo F1.	124
GRAFICO 1. Grafico de resistencia a la compresión de los modelos analizados.	142
GRAFICO 2. Grafico de peso de los modelos analizados.	143
GRAFICO 3. Grafico de densidad de los modelos analizados.	144
GRAFICO 4. Grafico de carga máxima de los modelos analizados.	145
GRAFICO 5. Grafico de resistencia al fuego de los modelos analizados, a una temperatura constante de 300 °C.	146
GRAFICO 6. Grafico de permeabilidad en los modelos analizados.	147
GRAFICO 7. Porcentaje de cada rubro dentro del gasto total de la investigación.	150
GRAFICO 8. Análisis del gasto en la fabricación de los prototipos de los submodelos seleccionados.	157
GRAFICO 9. Análisis del gasto en la fabricación de los ladrillos hermanos de los submodelos seleccionados.	158

LISTA DE TABLAS Y DIAGRAMAS

	Pág.
TABLA 1. Características del cultivo de la Palma Africana.	24
TABLA 2. Composición química del Cuesco de la Palma Africana.	26
TABLA 3. Composición química del cemento Pórtland.	40
TABLA 4. Composición de los submodelos del modelo A, en porcentaje.	53
TABLA 5. Composición de los submodelos del modelo B, en porcentaje.	55
TABLA 6. Composición de los submodelos del modelo C, en porcentaje.	58
TABLA 7. Composición de los submodelos del modelo D, en porcentaje.	60
TABLA 8. Composición de los submodelos del modelo E, en porcentaje.	63
TABLA 9. Composición de los submodelos del modelo F, en porcentaje.	65
TABLA 10. Resumen de la fabricación de los submodelos de ladrillos ecológicos.	118
TABLA 10. Resumen de la fabricación de los submodelos de ladrillos ecológicos.	120
TABLA 11. Mejores Opciones para industrializar.	160
DIAGRAMA 1 . Proceso de obtención de productos de Palma Africana.	25
DIAGRAMA 2. Plan funcional del sistema productivo del ladrillo ecológico.	44
DIAGRAMA 3. Plan logístico operacional del sistema productivo del ladrillo ecológico.	46
DIAGRAMA 4. Diseño y modelaje general de los prototipos del Ladrillo Ecológico.	51
DIAGRAMA 5. Diagrama de fabricación del “MODELO A”, con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.	54
DIAGRAMA 6. Diagrama de fabricación del “MODELO B”, con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.	56
DIAGRAMA 7. Diagrama de fabricación del “MODELO C”, con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.	59
DIAGRAMA 8. Diagrama de fabricación del “MODELO D”, con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.	61
DIAGRAMA 9. Diagrama de fabricación del “MODELO E”, con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.	64
DIAGRAMA 10. Diagrama de fabricación del “MODELO F”, con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.	66
DIAGRAMA 11. Diagrama de la planta piloto.	69

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO N° 1: TABLA DE MODELAJE Y FABRICACION DE LOS DIFERENTES MODELOS DE LADRILLOS ECOLOGICOS.....	174
ANEXO N° 2: CALIFICACION Y PRESELECCION DE LOS MODELOS DE LADRILLOS ECOLOGICOS.....	176
ANEXO N° 3: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A1.....	177
ANEXO N° 4: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A2.....	178
ANEXO N° 5: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A3.....	179
ANEXO N° 6: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A4.....	180
ANEXO N° 7: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B1.....	181
ANEXO N° 8: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B2.....	182
ANEXO N° 9: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B3.....	183
ANEXO N° 10: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B4.....	184
ANEXO N° 11: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C1.....	185
ANEXO N° 12: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C2.....	186
ANEXO N° 13: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C3.....	187
ANEXO N° 14: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C4.....	188
ANEXO N° 15: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D1.....	189
ANEXO N° 16: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D2.....	190
ANEXO N° 17: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D3.....	191
ANEXO N° 18: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D4.....	192
ANEXO N° 19: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F1.....	193
ANEXO N° 20: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F2.....	194
ANEXO N° 21: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F3.....	195
ANEXO N° 22: GASTOS EFECTUADOS EN EL DESAROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	196
ANEXO N° 23: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO A2.....	197
ANEXO N° 24: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO A2.....	198
ANEXO N° 25: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO A4.....	199
ANEXO N° 26: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO A4.....	200
ANEXO N° 27: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO B2.....	201

ANEXO N° 28: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B2.....	202
ANEXO N° 29: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO B4.....	203
ANEXO N° 30: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B4.....	204
ANEXO N° 31: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO C2.....	205
ANEXO N° 32: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO C2.....	206
ANEXO N° 33: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO F1.....	207
ANEXO N° 34: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO F1.....	208
ANEXO N° 35: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO F2.....	209
ANEXO N° 36: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO F2.....	210
ANEXO N° 37: CALIFICACIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS SUBMODELOS.....	211
ANEXO N° 38: COSTOS INICIALES DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLOGICOS.....	212
ANEXO N° 39: COSTOS DE OPERACIÓN EN LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLOGICOS.....	213
ANEXO N° 40: ANALISIS DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.....	214
ANEXO N° 41: TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL PRESTAMO DEL CAPITAL INICIAL.....	215
 ANEXOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO DE LAS MUESTRAS ENVIADAS.....	 216

CAPITULO 1. MARCO TEORICO

1.1. EL LADRILLO

La Fundación Wikipedia Inc., en su portal de Internet, referente al tema del "Ladrillo", indica que un ladrillo es una pieza cerámica, generalmente ortoédrica, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa, cuyas dimensiones suelen rondar 24cm x 11,5cm x 6 cm, Se emplea en albañilería para la ejecución de fábricas de ladrillo, ya sean muros, tabiques, tabicones, etc. Se estima que los primeros ladrillos fueron creados alrededor del 6.000 a.C.

1.2. CARACTERISTICAS DEL LADRILLO CONVENCIONAL

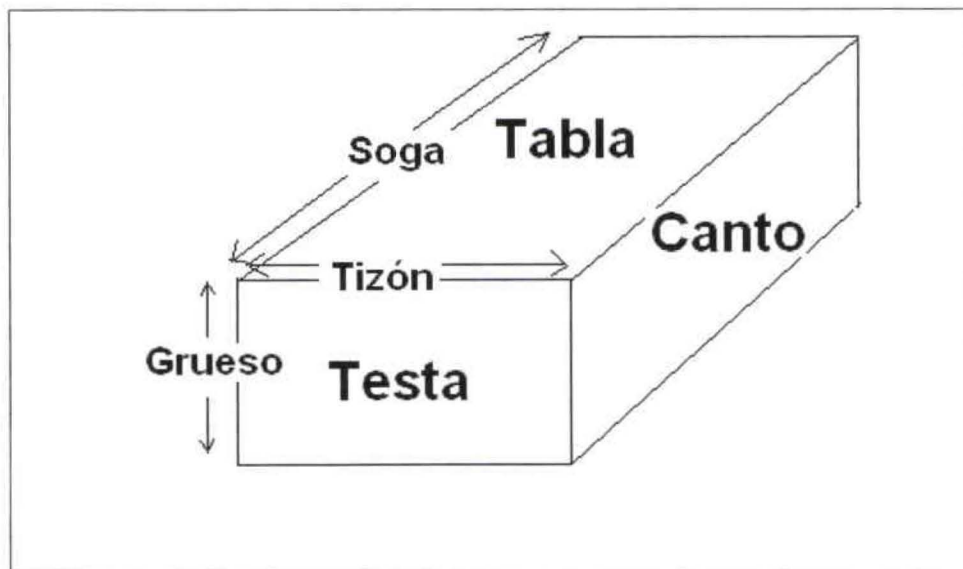
1.2.1. LA ARCILLA

La arcilla con la que se elabora los ladrillos es un material sedimentario de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, además de otros minerales como el caolín, la montmorillonita y la illita. Se considera el adobe como el precursor del ladrillo, puesto que se basa en el concepto de utilización de barro arcilloso para la ejecución de muros, aunque el adobe no experimenta los cambios físico-químicos de la cocción. El ladrillo es la versión irreversible del adobe, producto de la cocción a altas temperaturas.

1.2.2. GEOMETRIA

Su forma es un prisma rectangular, en que sus diferentes dimensiones reciben el nombre de sogá, tizón y grueso, siendo la sogá su dimensión mayor. Así mismo, las diferentes caras del ladrillo reciben el nombre de tabla, canto y testa. Como indica la figura 1, (publicada en el portal de la Fundación Wikipedia por Gordon). Por lo general, el lado mas largo se conoce como sogá, el ancho llamado también tizón, es la mitad de la longitud de la sogá, la altura o grueso, puede variar en su longitud dependiendo de los estándares que se siguen. La junta es el vértice donde se une cada una de las caras del ladrillo. Existen diferentes formatos de ladrillos, por lo general de un tamaño que permita manejarlo con la mano. Se destaca el formato métrico, en el que las dimensiones son 24cm x 11,5cm x 5,25cm (nótese que cada dimensión es dos veces la inmediatamente menor más 1 cm de junta) y el formato catalán utilizado en España, de dimensiones 29cm x 14cm x 5 cm.

FIGURA 1. Partes del ladrillo.



(Gordon, Fundación Wikipedia Inc.)

1.2.3. TIPOS DE LADRILLOS

Según su forma, los ladrillos se clasifican en:

- Ladrillo perforado
- Ladrillo macizo
- Ladrillo tejar o manual
- Ladrillo hueco

Dentro del ladrillo hueco existen 3 tipos:

- Rasilla
- Ladrillo hueco simple
- Ladrillo hueco doble

1.2.3.1. LADRILLO PERFORADO

Tienen perforaciones en la tabla que ocupen más del 10% de la superficie de la misma. Muy popular para la ejecución de fachadas de ladrillo visto.

FIGURA 2. Ladrillo perforado.



(HISPALYT).

1.2.3.2. LADRILLO MACIZO

En su conformación tienen menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos modelos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros sin llagas.

FIGURA 3. Ladrillo Macizo



(Cerámicas Aguilar S.A)

1.2.3.3. LADRILLO TEJAR O MANUAL

Simulan los antiguos ladrillos de fabricación artesanal, con apariencia tosca y caras rugosas. Tienen buenas propiedades ornamentales.

FIGURA 4. Ladrillo tejar o manual.

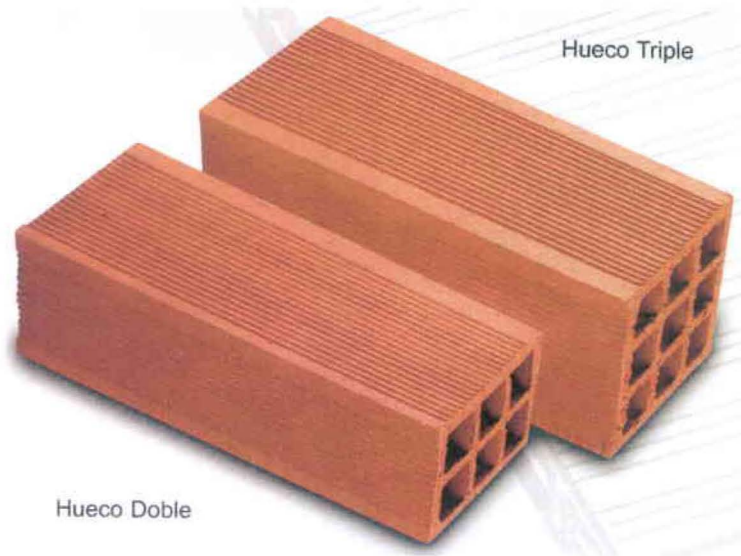


(Fundación Wikipedia INC.)

1.2.3.4. LADRILLO HUECO

Poseen perforaciones en el canto o en la testa, que reducen el volumen de cerámica empleado en ellos. Son los que se usan para tabiquería que no vaya a sufrir cargas especiales. Pueden ser de varios tipos:

FIGURA 5. Ladrillo Hueco.

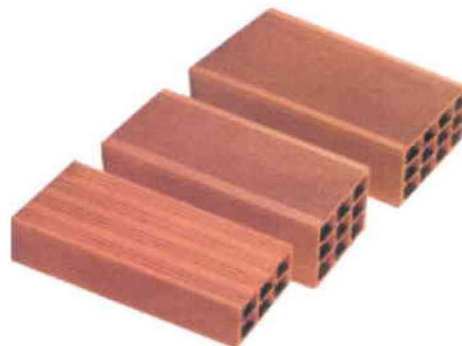


(Cerámicas Ntra. Sra. La Oliva S.A.)

1.2.3.4.1. RASILLA

Es el ladrillo en donde su grueso y su soga son mucho mayores que su tizón. Sus dimensiones habituales son 24cmx11.5cmx2.5cm.

FIGURA 6. Ladrillo Rasilla.



http://imagenes.solostocks.com/media/0/1/9/media_1884910.jpg

1.2.3.4.2. LADRILLO HUECO SIMPLE

Posee una hilera de perforaciones en la testa.

1.2.3.4.3. LADRILLO HUECO DOBLE

Posee dos hileras de perforación en la testa.

1.3. USOS

Los ladrillos son utilizados en construcción en cerramientos, fachadas y particiones. Se utiliza principalmente para construir muros o tabiques. Aunque se pueden colocar a hueso, lo habitual es que se reciban con mortero. La disposición de los ladrillos en el muro se conoce como aparejo, existiendo gran variedad de ellos.

1.4. FABRICACION DE LADRILLOS

1.4.1. HISTORIA

El uso del ladrillo como elemento para construcción, se conoce desde la antigüedad. Así, la palabra actual que se emplea para designar el adobe proviene del término egipcio "ladrillo de barro crudo". La materia prima para la conformación y elaboración de ladrillos es la arcilla. Los primeros núcleos de habitación, en los que aparecen construcciones realizadas en material

impercedero, se dan en Mesopotamia (Tell Mureybet y Ali Kosh) en el IX milenio a. C. Se trata de casas rectangulares construidas en tapial (mezcla de tierra, arcilla y elementos aglutinantes) de características muy primitivas. En el VIII milenio a. C. se detectan en Mureybet viviendas edificadas con bloques calcáreos unidos por mortero de arcilla. Simultáneamente, en Ali Kosh aparecen los primeros ladrillos de adobe, aunque de muy pequeño tamaño y destinados a conformar depósitos y pequeños almacenes. Estos serán los sistemas de construcción hasta que durante el período de Samarra (año 5500 a. C.) se comiencen a erigir edificios con ladrillos de adobe. En el año 3000 a. C. aparece el ladrillo cocido (Palacio de Nippur en Mesopotamia), usándose como elemento decorativo y cubrimiento de muros realizados en adobe. Posteriormente la cultura del imperio romano fue la gran difusora de la construcción en ladrillo.

Esta manera de diseñar y construir edificios, casas, templetas, muros, delimitaciones, etc., permitió la edificación de los vastos complejos monumentales del Imperio. Esta tarea hubiera sido muy difícil de completar con cualquier otro material. Por ejemplo, los monumentos erigidos con ladrillo podían ser recubiertos con piedra y estuco para mejorar el acabado. De esta forma, los romanos se convirtieron en los grandes difusores del uso del ladrillo, pues a su accesibilidad se añadía la posibilidad de producir grandes cantidades a corto plazo, con la consiguiente reducción de costos y de tiempo. Además, constituían un material muy resistente que podía conseguirse de diversas formas y tamaños.

1.4.2. PROCESO DE ELABORACIÓN

En la actualidad, se llevan a cabo una serie de procesos estandarizados que comprenden desde la elección del material, hasta el proceso de empaquetado final.

La arcilla, es el componente principal que se emplea, está compuesta principalmente por sílice, alúmina, agua y cantidades variables de óxidos de hierro y otros materiales alcalinos, como los óxidos de calcio y los óxidos de magnesio. Las partículas de materiales son capaces de absorber higroscópicamente hasta el 70% en peso, de agua. Debido a la característica de absorber la humedad, la arcilla, cuando está hidratada, adquiere la plasticidad suficiente para ser moldeada, muy distinta de cuando está seca, que presenta un aspecto terroso.

Durante la fase de endurecimiento, por secado, o por cocción, el material arcilloso adquiere características de notable solidez con una disminución de masa, por pérdida de agua, de entre un 5 a 15%, en proporción a su plasticidad inicial. Una vez seleccionado el tipo de arcilla el proceso puede resumirse en:

- Maduración
- Tratamiento mecánico previo
- Depósito de materia prima procesada
- Humidificación
- Moldeado
- Secado
- Cocción
- Almacenaje

1.4.1.1. MADURACION

Antes de incorporar la arcilla al ciclo de producción, hay que someterla procesos de trituración, homogenización y reposo, con la finalidad de obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características físicas y químicas deseadas. El reposo a la intemperie tiene, en primer lugar, la finalidad de facilitar el desmenuzamiento de los terrones formados al momento de secarse la arcilla y la disolución de los nódulos para impedir las aglomeraciones de las partículas arcillosas. La exposición a la acción atmosférica (aire, lluvia, sol, hielo, etc.) favorece, además, la descomposición de la materia orgánica que pueda estar presente y permite la purificación química y biológica del material. De esta manera se obtiene un material completamente inerte y poco dado a posteriores transformaciones mecánicas o químicas.

1.4.1.2. TRATAMIENTO MECANICO PREVIO

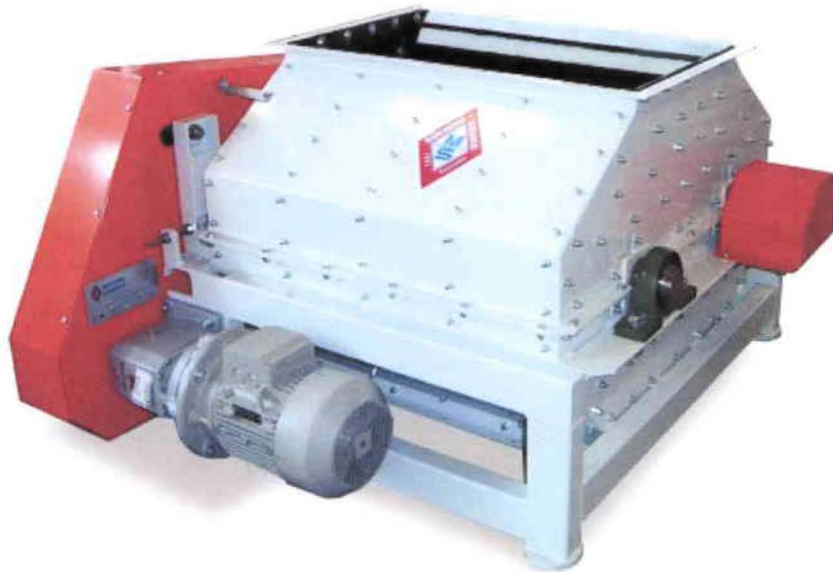
Después de la maduración que se produce en la zona de acopio, sigue la fase de pre-elaboración que consiste en una serie de operaciones que tienen la finalidad de purificar y refinar la materia prima. Los instrumentos utilizados en la pre-elaboración, para un tratamiento puramente mecánico suelen ser:

- Rompe-terrones
- Eliminator de Piedra
- Desintegrador
- Laminador refinado

1.4.1.2.1. ROMPE-TERRONES

Como su propio nombre indica, sirve para reducir las dimensiones de los terrones hasta un diámetro de, entre 15 y 30 mm.

FIGURA 7. Rompe terrones.



(Manfredini & Eschiachi)

1.4.1.2.2. ELIMINADOR DE PIEDRAS

Constituido, generalmente, por dos cilindros que giran a diferentes velocidades, capaces de separar la arcilla de las piedras o chinós.

FIGURA 8. Eliminador de piedras.



(FAM Forderanlagen Magderbrg)

1.4.1.2.3. DESINTEGRADOR

Se encarga de triturar los terrones de mayor tamaño, más duros y compactos, por la acción de una serie de cilindros dentados.

FIGURA 9. Desintegrador.

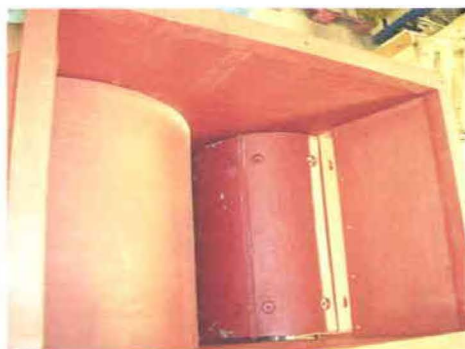


(FAM Forderanlagen Magderbrg)

1.4.1.2.4. LAMINADOR REFINADO

Está formado por dos cilindros rotatorios lisos montados en ejes paralelos, con separación, entre sí, de 1 a 2mm, espacio por el cual se hace pasar la arcilla sometiéndola a un aplastamiento y un planchado que hacen aún más pequeñas las partículas. En esta última fase se consigue la eventual trituración de los últimos nódulos que pudieran estar, todavía, en el interior del material.

FIGURA 10. Laminador refinado.



(FAM Forderanlagen Magderbrg)

1.4.1.3. DEPOSITO DE MATERIA PRIMA PROCESADA

A la fase de pre-elaboración, sigue el depósito de material en silos especiales en un lugar techado, donde el material se homogeniza definitivamente tanto en apariencia como en características físico químicas.

1.4.1.4. HUMIDIFICACION

Antes de llegar a la operación de moldeo, se saca la arcilla de los silos y se lleva a un laminador refinador, posteriormente a un mezclador humectante, donde se agrega agua para obtener la humedad precisa.

1.4.1.5. MOLDEADO

El moldeo consiste en pasar la mezcla de arcilla a través de una boquilla al final de la extrusora. La boquilla es una plancha perforada que tiene la forma del objeto que se quiere producir.

El moldeo, normalmente, se hace utilizando vapor saturado aproximadamente a 130°C. Procediendo de esta manera, se obtiene una humedad más uniforme que está entre 10 y 15% y una masa más compacta, puesto que el vapor tiene un mayor poder de penetración que el agua.

1.4.1.6. SECADO

El secado es una de las fases más delicadas del proceso de producción. De esta etapa depende, en gran parte, el buen resultado y calidad del material, más que nada en lo que respecta a la ausencia de fisuras. El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeo para, de esta manera, poder pasar a la fase de cocción.

Esta fase se realiza en secaderos que pueden ser de diferentes tipos. A veces se hace circular aire, de un extremo a otro, por el interior del secadero, y otras veces es el material el que circula por el interior del secadero sin inducir corrientes de aire. Lo más normal es que la eliminación del agua, del material crudo, se lleve a cabo insuflando, superficialmente, al material, aire caliente con una cantidad de humedad variable. Eso permite evitar daños y fisuras posteriores en el ladrillo.

1.4.1.7. COCCION

Se realiza en hornos de túnel, que en algunos casos pueden llegar a medir hasta 120 m de longitud, y donde la temperatura de la zona de cocción oscila entre 900°C y 1000°C.

En el interior del horno, la temperatura varía de forma continua y uniforme. El material secado se coloca en carros especiales, en paquetes estándar y alimentado continuamente por una de las extremidades del túnel (de dónde sale por el extremo opuesto una vez que está cocido).

1.4.1.8. ALMACENAJE

Antes del embalaje, se procede a la formación de paquetes sobre pallets, que permitirán después moverlos fácilmente con carretillas de horquilla. El embalaje consiste en envolver los paquetes con cintas de plástico o de metal, de modo que puedan ser depositados en lugares de almacenamiento para, posteriormente, ser trasladados en camión.

1.5. LADRILLOS ECOLOGICOS FABRICADOS A BASE DE FIBRAS Y RESIDUOS VEGETALES

Un proceso similar a los ladrillos convencionales, es el proceso de ladrillos ecológicos en base a fibras y residuos vegetales, tal es el caso de ladrillos fabricados con fibras de cáñamo y otros productos y residuos.

Según Unidad Editorial Internet, S.L., en su portal de Internet explica de una fábrica de ladrillos de origen vegetal en Granada, España, señala que no todo el cáñamo es marihuana y que las fibras que provienen de este se empleaban ya hace 8.000 años y hoy son materias primas en el sector textil, producción de semillas y aceites, combustibles ecológicos y plásticos. Uno de los usos más desconocidos y con mayor recorrido es el de la construcción. Una empresa lo destina a revolucionar el mundo inmobiliario y hacer ladrillos sin necesidad de arcilla.

Hace nueve años, la arquitecto alemana Monika Brümmer montó en Guadix (Granada) la empresa Cannabric, donde fabrica artesanalmente ladrillos de cáñamo, estos son tan resistentes como los normales pero infinitamente más ecológicos.

El bloque está formado por fibras vegetales de cáñamo industrial, cal hidráulica natural y una mezcla de minerales, además de tierra procedente de las cuevas de Guadix. "Los componentes se mezclan, se prensan unos bloques macizos y se secan al aire, por lo que el consumo de energía en la fabricación es bajísimo", explica Brümmer.

Entre las ventajas destaca que las edificaciones fabricadas con este ladrillo tienen un elevado confort térmico, acústico y bioclimático, resistente al fuego y cargas.

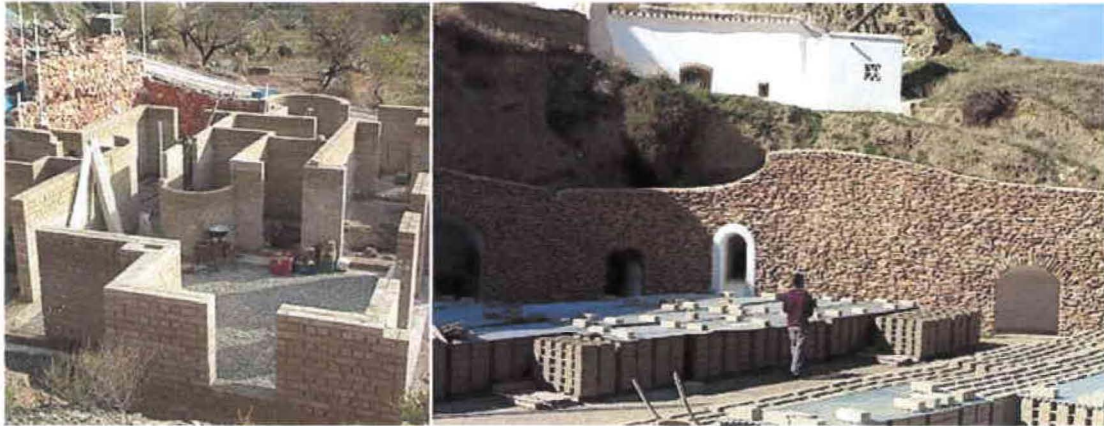
Las desventajas del ladrillo de cáñamo es el precio, como sita un ejemplo vemos que un ladrillo con medidas 30cm x 14,5cm x 10,5cm, tiene un costo alrededor de 1 euro, mientras que los ladrillos cerámicos que suelen medir 24cm x 11,5cm x 6cm, tienen un valor que oscila entre 0,10 euros y 0,40 euros.

FIGURA 11. Ladrillo de cáñamo.



(Cannabric)

FIGURA 12. Una construcción con ladrillos de cáñamo. A la izquierda, la propia fábrica de ladrillos en la localidad de Guadix.



(Cannabric)

En Argentina se han realizado ladrillos ecológicos con otros productos similares a los empleados en España; El Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE/CONICET), en su portal de Internet explica, la intención de encontrar soluciones para la construcción de viviendas económicas empleando tecnología a bajo costo.

El creciente deterioro del Medio Ambiente a causa de la contaminación producida por desperdicios y residuos desechables, permitió a investigadores de esta entidad, realizar construcciones empleando estos materiales, y generar maquinarias y herramientas de precios módicos, empleando mano de obra local buscando una tecnología simple y de fácil difusión.

Algunos de los materiales que se emplean en la fabricación de los ladrillos ecológicos en Argentina son residuos de polietileno de baja densidad del embalaje de gaseosas, polietileno de envoltorios fallados de caramelos, cáscara de maní de la producción de cientos de miles de toneladas que deben ser

quemadas, enterradas o abandonadas al aire libre en la zona de Gral. Cabrera Córdoba, Argentina.

Este ladrillo no solo reduce el impacto ambiental en la contaminación, aparte tiene características como indica Castro C, en la publicación de Internet, dice: “los ladrillos reciclados ofrece mayor resistencia al fuego, mayor resistencia mecánica, similar absorción del agua, buen comportamiento a la intemperie, mejor aislamiento acústico y a su vez, se pueden cortar y clavar con facilidad.”

FIGURA 13. Ladrillos con residuos plásticos y maní.



(Iperseo)

Otro caso de la aplicación de ladrillos ecológicos, se dio en algunas construcciones, como indica Toloza C, en la remodelación y ampliación de “La caza del niño Aldo Castiglione”, en Argentina.

Este tipo de ladrillo ecológico esta normalizado con las recomendaciones de la norma Iram que es la Norma técnica del Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Tolosa C, señala que en Santiago del Estero, Argentina, la elaboración de estos ladrillos ecológicos se realiza a base de tierra árida y cemento, con un terminado compactado.

La novedad del ladrillo ecológico es porque en su elaboración no se utilizan hornos que en definitiva, contribuyen a la contaminación ambiental.

En el caso de la Casa del Niño Aldo Castiglione, ya se encuentra avanzada la obra de un salón comunitario de 60 metros cuadrados con dos baños y una pequeña cocina, construido íntegramente con ladrillos ecológicos color gris, en una cantidad estimada de 15.000 unidades..

Este ladrillo ecológico tiene una alta resistencia mecánica que soporta cargas con valores medios de 210 kilogramo por centímetro cuadrado, mientras que el ladrillo común alcanza sólo el 42% de ésta dado que resiste entre 60 y 90 kilogramos por centímetro cuadrado.

Esta resistencia se obtiene en forma constante debido a los procesos industriales aplicados y a la normalización de sus componentes, lo que no ocurre con el ladrillo común que no tiene idénticos componentes ni sus procesos, en estos ladrillos el horneado garantiza la misma dureza.

Tolosa C, indica que el sistema de prensado que se emplea para su elaboración garantiza una menor retención y absorción de humedad, lo que le otorga mayor durabilidad, soporta mejor los distintos agentes climáticos y permite una mayor carga, "con el consecuente abaratamiento de costos en la construcción".

En Venecia, Italia, se está desarrollando una ley para permitir construcciones que tengan conceptos de bio-edificaciones y restauraciones a base de productos ecológicos, en un artículo del portal “Canaletto”, de propiedad de la embajada de Italia en Madrid, España, indica: “Las intervenciones ecológicas conllevan unos requisitos fundamentales: garantizar un desarrollo equilibrado y sostenible del territorio y del medioambiente urbano; tutelar la identidad histórica de los cascos urbanos y respetar las características tradicionales de los edificios del territorio. Al mismo tiempo, no hay que olvidar el ahorro energético al recurrir a las fuentes renovables y al reciclaje de las aguas de lluvia”.

En este artículo se indica que las tecnologías aplicadas tienen que ser sostenibles bajo varios puntos de vista: medioambiental, económico, social y energético, los materiales utilizados no deben producir gases tóxicos ni emitir partículas, radiaciones u otros gases peligrosos. Y naturalmente, no tienen que contaminar las aguas o el subsuelo; dichas características deben permanecer durante todo el periodo de vida de los materiales o de los procesos industriales realizados con ellos. Además, tendrán que ser reutilizados una vez que hayan terminado su ciclo.

1.5.1. PRODUCTOS DESARROLLADOS Y A DESARROLLAR

El ladrillo ecológico logrado (a escala reducida realizado en CEVE) es altamente competitivo. Las pruebas y evaluaciones todavía insuficientes de mampuestos y placas realizados en el INTI – Buenos Aires, Argentina y en el Laboratorio de Estructura de la Universidad Nacional de Córdoba presentan productos de alta calidad referente a condiciones intrínsecas de placas, paneles, mampuestos y la construcción de partes realizada con ellos.

1.5.2. COMPETENCIA DEL PRODUCTO

Los ladrillos deben competir en costo, resistencia, aislamiento térmico, hidrófuga, etc, con el ladrillo convencional (antiecológico), cuya materia prima es la capa fértil (tierra negra), de bajo costo.

De igual forma en Argentina, Leopardi M, dice que tres estudiantes de secundaria y su mentor fabricaron un Ladrillo Ecológico similar al desarrollado por el CEVE (a base de residuos de polietileno y cáscara de maní), el origen del proyecto, al que bautizaron Le — Pas (ladrillos ecológicos Pascanas), partió de la observación del deterioro del medio ambiente.

Con su investigación lograron un producto muy económico que permite que la gente de menores recursos acceder a la construcción de sus viviendas, evitando la fabricación de ladrillos convencionales.

Después de hacer todos los cálculos, estimaron que la inversión necesaria para llevar la idea a la práctica es de 84.500 pesos argentinos. (\$ 23.669,47 a febrero del 2008)

También determinaron el precio de venta de los ladrillos: un peso Argentino para los de polietileno y noventa centavos para los de cáscara de maní y viruta.

Según sus cálculos, la producción diaria podría ser de ochocientos ladrillos por día y la producción mensual estimada, 18.000 unidades.”

1.6. PRODUCCION DE LADRILLOS ECOLOGICOS UTILIZANDO COMO MATERIA PRIMA EL “COCOPEAT” O CUESCO DE LA PALMA

La producción de ladrillos ecológicos en base a fibras y residuos vegetales es viable por lo que también es posible la fabricación de ladrillos ecológicos en base a residuos de la palma África, Se aprecia que en el Ecuador la producción de palma africana según Asociación Nacional de cultivadores de Palma Africana (ANCUPA), según sus estadísticas referidas al año 2000 se tiene alrededor de 144000 hectáreas de palma africana, esta producción se da en la región costa y oriente del país, por lo cual se obtiene gran cantidad de residuos.

Uno de los residuos que se obtiene de la palma africana es el residuo denominado “Cocopeat” o “coquito de la palma”, que es parte del residuo de la extracción de aceite de la palma, el mismo que no tiene un uso ni una explotación importante, por lo cual la fabricación de un ladrillo ecológico empleando este desecho como materia prima principal daría un nuevo giro productivo y valor aun mayor a dicho residuo y abriría una nueva puerta a la agroindustria y a la construcción. Además del “Cocopeat”, tenemos otros subproductos de la palma como el palmiste, que a manera de fibra, tiene propiedades adherentes, y de cohesión, al momento de secarse lo cual permite un mejor armado del ladrillo al momento de la fabricación.

1.7. INFORMACION TECNICA DE LA PALMA AFRICANA

La siguiente información técnica fue compilada por Armendáriz O, de la Superintendencia de Bancos y Seguros.

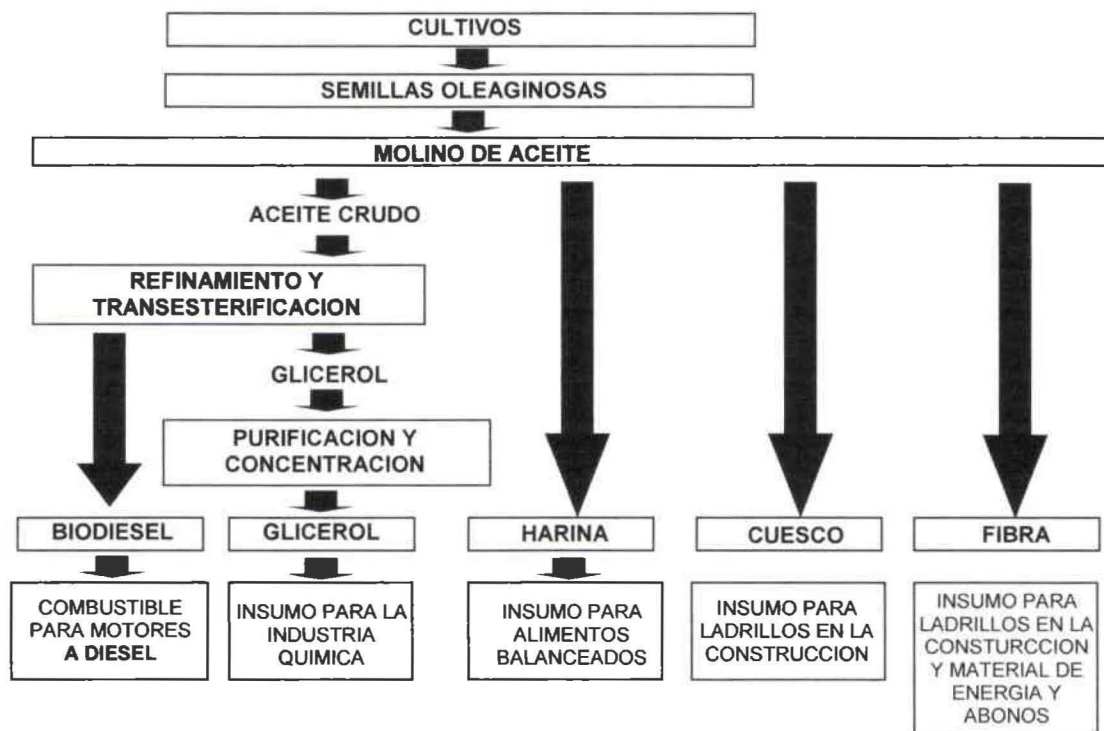
TABLA 1. Características del cultivo de la Palma Africana.

Nombre común:	Palma Africana
Nombre Científico:	<u><i>Elaeis guineensis Jacq</i></u>
Desarrollo de la planta:	36 meses
Inicio de la producción:	36 meses
Ciclo del cultivo:	Perenne hasta 50 años
Requerimientos básicos:	
Clima:	Subtropical
Humedad:	80%
Temperatura promedio	22 °C a 33 °C (optimo 28 °C)
Precipitación anual:	1500 a 3000 mm anuales
Altitud:	1700 a 2500 m.s.n.m.*
Tipo de suelo:	Franco-limoso o Franco-arcilloso con buen
Acidez: Ph.	5.8 a 6.5 no se desarrolla en suelos alcalinos

(Armendariz, O)

*En Ecuador se han establecido cultivos desde los 100 m.s.n.m

DIAGRAMA 1 . Proceso de obtención de productos de Palma Africana.



(De la Torre, A)

El diagrama 1, muestra es el ciclo agroindustrial del cultivo de la palma.

Según Estudios de laboratorio realizados por Zumbado M, indica que el coquillo de palma africana(cuesco), tiene algunos elementos similares a los que contienen el ladrillo convencional como es el Hierro, Sílice, Magnesio, Zinc, lo cual es un punto favorable para la fabricación del ladrillo, como se señala la tabla 2, los datos varían dependiendo de las variedades en estudio.

TABLA 2. *Composición química del Cuesco de la Palma Africana.*

Elemento:	Porcentaje (%)
Materia Orgánica:	88.92
Calcio:	0.29
Fósforo:	0.69
Fósforo disponible:	0.19
Cloro:	0.17
Magnesio:	0.38
Potasio:	0.85
Sodio:	0.02
Azufre:	0.30
Hierro, mg. [kg.sup.-1]	306.80
Zinc, mg. [kg.sup.-1]	67.33
Cobre, mg. [kg.sup.-1]	30.71
Manganeso, mg. [kg.sup.-1]	222.00
Selenio, mg. [kg.sup.-1]	0.13
Yodo, mg. [kg.sup.-1]	1.23
Cobalto, mg. [kg.sup.-1]	0.14

(Zumbado, M)

1.8. OTRAS FIBRAS

Algunas fibras como la de la piña, abacá o la fibra que queda después de la extracción del aceite de palma africana, puede tener una importante aplicación y utilidad al momento de fabricar un ladrillo ecológico por sus características físicas y químicas, por lo cual se procuró utilizar estas fibras en la fabricación de dicho ladrillo para ver si sus bondades son o no aplicables al momento de la fabricación de los prototipos.

1.8.1. FIBRA DE PIÑA

La fibra de los rastrojos de piña y de hojas de piña utiliza, para reforzar varios productos por tener una alta resistencia, ya que contiene en su estructura carboximetilcelulosa, un compuesto de alta resistencia y flexibilidad. En el país la producción de piña se encuentra en un rango de las 150.000 a 160.000 toneladas por año, por ende existe gran cantidad de desecho de esta fibra.

1.8.2. FIBRA DE ABACA

Son fibras de alta resistencia a la sal, y empleada principalmente para la industria textil, fabricación de papel de billetes, filtros especiales de máquinas; es una fibra muy noble y resistente, En el Ecuador se produce alrededor de 12.400 toneladas al año, la mayor parte de esta producción se enfoca a la exportación como materia prima para los procesos ya antes mencionados.

1.9. PEGAMENTOS PARA LOS LADRILLOS ECOLOGICOS

Existen algunas formas y elementos que sirven para la formación del ladrillo ecológico, estos métodos y materiales son gomas, fibras, compactación por presión entre otros.

Algunos productos a emplear en la conformación del ladrillo son los que se describen a continuación, los mismos que ayudan en la adhesión de las partículas. Dicha información fue obtenida de la página de Internet de propiedad de la Empresa Lowe's Home Center, en Estados Unidos,

1.9.1. RESINA ALIFATICA O PEGAMENTO AMARILLO DE CARPINTERO

Se emplea principalmente para carpintería, es una alternativa "refinada" al PVA (cola blanca o vinílica), se encuentra en colores blanco, amarillo o marrón, Comienza a secarse a los 15 minutos, es resistente al agua, no tóxico ni inflamable, más resistente al agua y al calor que el pegamento blanco. Es necesario sujetar o presionar cuando se esté pegando o empleando para optimizar los resultados, Se puede usar en interiores y exteriores.

Entre las ventajas del uso de esta resina son:

- Gran resistencia, a la intemperie, a altas temperaturas y a la acción de agentes químicos.
- Alta resistencia a impactos, fuerza, presión, y demás acciones mecánicas.
- Presenta propiedades favorables de aislamiento térmico y eléctrico.

1.9.2. RESORCINOL

Su uso principal es para construcciones con madera, utilizado como fijador resistente al agua para unir laminados o enchapados a la madera, se emplea en exteriores. La presentación de este compuesto es en polvo, el mismo que se mezcla con agua para formar el adhesivo, uno de sus principales inconvenientes es que puede dejar manchas, si no se emplea apropiadamente.

1.9.3. PEGAMENTOS VEGETALES

Su uso es de diversas aplicaciones, como tejidos, pegar papel, madera, se obtiene principalmente del almidón de la papa, maíz, trigo y arroz.

1.9.3.1. ALMIDON

Es un polisacárido que generalmente se encuentra como reserva vegetal, su industrialización más notable es la harina, ésta al mezclarse con agua y someterle a cocción forma el engrudo. Se usa como adhesivo para papel tapiz.

1.9.3.2. CELULOSA

Es ideal para madera, porcelana, cristal y casi cualquier tela. Conviene aplicar más de una capa y es resistente al agua.

La mayoría proviene de las plantas. Se usa con papel tapiz y para encuadernar libros, entre otros usos.

1.9.3.3. HULE

Se combina el caucho natural con componentes sintéticos para formar un adhesivo. Produce una unión flexible

1.9.4. PEGAMENTOS DERIVADOS DE PRODUCTOS ANIMALES

Su uso fundamental es para muebles y carpintería. Es fácil trabajar con ellos pero son poco resistentes al calor y al frío.

1.9.4.1. COLA PARA MADERA

Se hace con huesos, pezuñas y piel de animales y peces. La forma seca se mezcla y se calienta a baño maría (en un recipiente adecuado). La mezcla gelatinosa se aplica con una brocha.

1.9.4.2. CASEINA

Se obtiene de la leche, es una proteína que en su estructura tiene átomos de calcio, como pegamento se la emplea por ser resistente al agua, por su fuerza de adhesión, se la emplea por lo general como un pegamento con base de agua. Pero al momento de la industrialización resulta muy costoso.

CAPITULO 2. MATERIALES Y SISTEMA DE PRODUCCION

Es importante conocer y clasificar, cada una de las materias primas y su función dentro del ladrillo, al igual que los equipos a emplear, para lo cual se desarrollo un sistema de producción.

2.1. MATERIALES

2.1.1. MATERIAS PRIMAS

Los materiales son uno de los pilares fundamentales de la fabricación del ladrillo, ya que de aquí parte la concepción de un producto que cumpla las características físicas, químicas, acústicas, ecológicas, entre otras, las cuales son necesarias en los requerimientos del Ladrillo Ecológico. Los tipos de materiales son de dos tipos los materiales sólidos y los aglutinantes.

Entre los materiales sólidos se encuentra:

- Cocopeat o cuesco de la fruta de palma africana
- Fibra de la fruta de la palma africana
- Fibra de abacá
- Fibra de piña

Entre los aglutinantes empleados:

- Cola de carpintero alifática
- Engrudo
- Cemento
- Agua

2.1.1.1. “COCOPEAT” O CUESCO DE LA FRUTA DE LA PALMA AFRICANA

El Cocopeat o cuesco de palma es la parte dura o endocarpio de la semilla que recubre a la pulpa o almendra de la fruta de palma, es la principal materia prima a usar en la fabricación del ladrillo por las propiedades químicas (ver tabla #2) y físicas, que tiene para la conformación del producto.

El cuesco de la palma por sus características físicas, de dureza, soporte a la presión, peso, impermeabilidad, por lo cual se utiliza principalmente en las fincas, fábricas, en caminos y carreteras a manera de lastre; este material permite que las carreteras no se dañen por inclemencia del clima y el paso de vehículos pesados.

Uno de los procesos nuevos, en los que se le ha empleado al cuesco de la palma es en la fabricación de carbón activado, ya que por la sola presencia de sodio, potasio, aluminio, hierro, le permite tener un buen rendimiento.

Como se puede ver la singularidad del cuesco de la palma, tiene una serie de características nobles para la fabricación del Ladrillo Ecológico, las mismas que aportan con propiedades físicas, acústicas, ambientales, económicas, entre otras que se requieren en la conformación del Ladrillo Ecológico.

FIGURA 14. "Cocopeat" o cuesco de la fruta de Palma Africana.



(De la Torre, A)

2.1.1.2. FIBRA DE FRUTA DE PALMA AFRICANA

La fibra de la palma, se obtiene como residuo de la extracción del aceite, es una mezcla del exocarpio y mesocarpio de la fruta de la palma África.

Esta fibra tiene propiedades adhesivas y de resistencia a altas temperaturas superiores a los 250°C, en algunos lugares se la emplea al igual que otras fibras para realizar bolsos y artículos artesanales; pero en la mayoría de plantas extractoras nacionales de aceite la venden para balanceados animales por la alta cantidad de carotenos que quedan de la extracción de la misma; otro uso que le

dan es como fuente de energía para los calderos en las mismas plantas en conjunto con el raquis de la fruta, una nueva tendencia ecologista e industrial es la implementada por la empresa "Mussa Green" en Malasia, esta empresa emplea la fibra de palma en la fabricación de envases biodegradables que a los 90 días se convierten en carbón, agua y humus.

Para la conformación del ladrillo se ha probado la resistencia, dureza y propiedades adhesivas de la fibra de palma, ya que son las principales características que esta materia prima aporta en la conformación del ladrillo.

FIGURA 15. Fibra de la fruta de Palma Africana.



(De la Torre, A)

2.1.1.3. FIBRA DE ABACA

El abacá, como ya se mencionó en el capítulo anterior, es una fibra noble, que entre sus características están la alta resistencia a la tensión, a las inclemencias del ambiente; no se deteriora a la exposición en agua sal y dulce, es por esta razón que se emplea en la fabricación de cabos y sogas, para buques, barcos, y vehículos fluviales, además de su empleo en la industria textil.

Otros usos en los que se emplea dicha fibra, están la industria de la papelería, debido a sus características de resistencia tanto al estropeo y al brindar características reforzantes en papeles que lo requieren. Dichas industrias papeleras aprovechan las fibras del abacá en la industrialización de papel superfino, cigarrillos, papel para moneda, registros de seguridad, bolsas de té, entre otros.

Por las características especiales del abacá frente a otras fibras, se le ha considerado en la conformación de un tipo de prototipo del Ladrillo Ecológico, mas que nada por sus características reforzantes, resistencia a la tensión y resistencia al agua.

FIGURA 16. *Fibra de Abacá.*



(De la Torre, A)

2.1.1.4. FIBRA DE PIÑA

La fibra de piña, se obtiene del rastrojo que queda de la industrialización de la fruta de piña, y de las hojas de la misma, brinda características de resistencia, y flexibilidad.

Se han realizados estudios de investigación por parte de Quezada et al, como indica en la publicación de Internet, donde explica las características particulares del rastrojo de piña (fibra). "Se evaluó sus propiedades a través de la densidad, resistencia a la ruptura por tensión, flexión y energía de impacto. De estas propiedades se observó una mejora en la resistencia a la ruptura por tensión, con valores cercanos a los 20 Mpa". Por lo que se usó esta fibra para mejorar la resistencia de resinas de poliéster.

Dadas las características que presenta el rastrojo de piña, se lo considero como un posible elemento que puede brindar características favorables en la conformación y fabricación del ladrillo ecológico.

FIGURA 17. Fibra de Piña.



(Caminar Sin Gluten, García R., Damián V.)

2.1.1.5. COLA DE CARPINTERO ALIFÁTICA

La cola de carpintero alifática, es un producto químico obtenido de manera sintética, sus características son ideales para la aglutinación y la estructuración del ladrillo, es un producto con alta capacidad de adherencia que permite que las partículas se unan entre sí formando un cuerpo duro y resistente. Este producto no afecta en la contaminación del ladrillo.

Como se indica en el capítulo anterior la cola de carpintero alifática, resistente al agua, no es tóxico, no es inflamable, es más resistente al agua y al calor que el

pegamento blanco. Es necesario sujetar o presionar cuando se esté pegando o empleando para optimizar los resultados. Se puede usar en interiores y exteriores.

Entre las ventajas del uso de esta resina son:

- Gran resistencia, a la intemperie, a altas temperaturas y a la acción de agentes químicos.
- Alta resistencia a impactos, fuerza, presión, y demás acciones mecánicas.
- Presenta propiedades favorables de aislamiento térmico y eléctrico.

2.1.1.6. ENGRUDO DE ALMIDON

El engrudo es un pegamento artesanal, utilizado desde la época antigua, para pegar papeles carteles, ya sea en paredes, envases de vidrio, porcelana, entre otros materiales. Tiene excelentes características de adherencia, a cualquier sustrato; el engrudo se obtiene diluyendo harina, ya sea de trigo, centeno, maíz, o cualquier almidón, en agua y que al momento de mezclarlos, hervirlos y batirlos se obtiene una papilla uniforme sin grumos.

Este tipo de pegamento es natural y no tiene ningún tipo de componente artificial, pero genera problemas por acción del agua, ya que puede ser un sustrato ideal para el desarrollo de mohos y levaduras, por tener en su estructura carbohidratos, lo que limita al momento de utilizarlo en la fabricación de los ladrillo ecológicos.

Al ser expuesto el ladrillo al agua y a la intemperie puede no brindar las características requeridas, por esta razón su empleo tiene que ser expuesto a condiciones desfavorables, para ver si es apto o no al momento de su aplicación. Por otro lado ciertas condiciones y características de los otros componentes del ladrillo, pueden desactivar el desarrollo de dichos microorganismos causantes del problema antes mencionado.

FIGURA 18. Engrudo de harina.



(Lopez S)

2.1.1.7. CEMENTO

El cemento es el aglutinante comercial más utilizado en el mundo por las características que este brinda tanto en la dureza, adherencia, resistencia, y durabilidad.

2.1.1.7.1. CEMENTO PORTLAND

Es el cemento más utilizado como aglomerante en la conformación del hormigón, fabricación de bloques, entre otros usos generales en la construcción, según la publicación realizada en el portal de la Fundación Wikipedia In , en el Tema Cemento, la composición química básica del cemento es la siguiente:

TABLA 3. *Composición química del cemento Pórtland.*

Componente	Porcentaje
óxido de calcio	44
óxido de silicio	14.5
óxido de aluminio	3.5
óxido de hierro	3
óxido de manganeso	1.6

(Fundación Wikipedia)

2.1.2. EQUIPOS

Incluye a las máquinas y herramientas que se emplean en la transformación de la materia prima, para obtener el producto final.

Entre los equipos principales empleados en la obtención del ladrillo ecológico se encuentran los siguientes equipos:

- Trituradora de rodillos fresados de acero
- Moldeadora prensadora
- Moldes
- Tanque de mezclado

2.1.2.1. TRITURADORA DE RODILLOS FRESADOS DE ACERO

La trituradora es un equipo diseñado para este proyecto, que consta de una tolva donde se coloca la materia prima, luego la materia prima pasa por dos rodillos de acero fresados que giran en su propio eje, éstos trituran la materia prima al pasar por ellos, posteriormente el material triturado, pasa a otros 2 rodillos más finos que pulverizan el material, hasta dejarlo en partículas diminutas, a manera de polvo, este material es recogido al final en gavetas, y de esta manera se obtiene el material para la fabricación de los ladrillos.

2.1.2.2. MOLDEADORA – PRENSADORA

La moldeadora – prensadora es un equipo mecánico, donde se coloca la mezcla para obtener los ladrillos frescos, una vez colocada la mezcla en los moldes, se procede a presionar de forma mecánica con una llaves de presión manual, la misma que va directamente a ejercer presión sobre los ladrillos, de esta manera aplica la presión necesaria de compactación, los ladrillos permanecen en la prensa, luego se retiran para el proceso de secado.

2.1.2.3. MOLDES

Estos moldes, tienen la forma exacta y las dimensiones necesarias para el ladrillo, por esta razón los moldes son uniformes y de un material que evita la dilatación o la expansión por la presión que se ejerce en él al momento de realizar el prensado.

2.1.2.4. TANQUE DE MEZCLADO

Es un tanque de policarbonato fuerte, que evita la formación de grumos, y en él se realiza la mezcla de los materiales, para luego continuar con el proceso de la formación del ladrillo

2.2. SISTEMA DE PRODUCCION

La conformación del sistema de producción, se la concibe con la idea de un sistema operativo, el cual parte desde la planeación, diseño, obtención de la materia prima y la concepción en si del Ladrillo Ecológico.

Para esto se ha planificado una estructura operacional que tiene como alcance obtener los prototipos del Ladrillo Ecológico, para este estudio; y que contempla los siguientes puntos:

2.2.1. PLAN FUNCIONAL

El plan funcional, consistió en detallar las operaciones necesarias para la concepción de los prototipos del ladrillo ecológico. Se realizó la planeación y estrategias a seguir para obtener todos los materiales, equipos, diseños, transporte y obtención de recursos económicos.

El alcance del plan funcional, empezó después de la concepción de la idea, hasta la entrega del producto con las respectivas conclusiones y recomendaciones, pasando por todo el proceso para alcanzar el objetivo planteado, como se muestra en el diagrama 2.

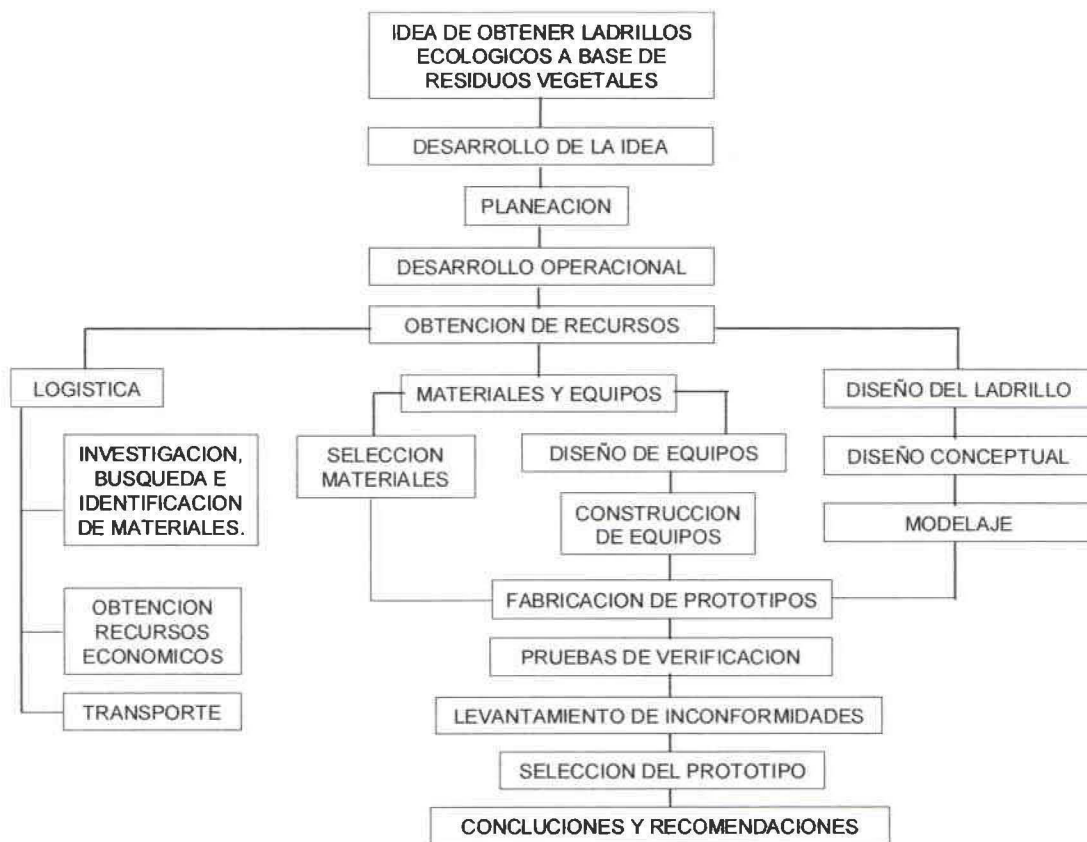
La planeación operativa del sistema de producción, permitió ver las necesidades del proyecto y dividir cada una de las funciones y actividades que debe cumplir cada elemento que integra este sistema operativo; el diseño de dicho sistema ayudó en la ejecución del proyecto fue importante la obtención de los recursos, ya que sin estos no se realizaría el proyecto, estos recursos fueron tanto de conocimiento, económicos, tecnológicos y administrativos.

Pensado en que este proyecto es de carácter experimental, fue necesario encontrar el recurso pertinente referente a la logística; dentro de la parte logística se busco recursos económicos para la investigación, búsqueda de materiales y transporte que permitan el normal desempeño del proyecto.

El proceso de selección de materiales y equipos se desarrollo conforme con lo planeado y al mismo tiempo se trabajo en el diseño de los prototipos en sus diferentes etapas.

Realizado los pasos previos a la fabricación del ladrillo ecológico, se pudo materializar los prototipos, para efectuar las pruebas de verificación y obtener las conclusiones finales y recomendaciones respecto al prototipo escogido para la fabricación de los ladrillos ecológicos.

DIAGRAMA 2. Plan funcional del sistema productivo del ladrillo ecológico.



(De la Torre, A)

2.2.2. PLAN LOGISTICO OPERACIONAL

Esta operación empezó con la identificación de las plazas o sectores donde se encuentra la materia prima, particularmente el cuesco y fibra de palma africana, el sector identificado fue Valle Hermoso y extractoras en la vía La Concordia, perteneciente a la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Para la obtención de la fibra de abacá, se localizó el sector de Monterrey, en la vía La Concordia, Provincia de Esmeraldas.

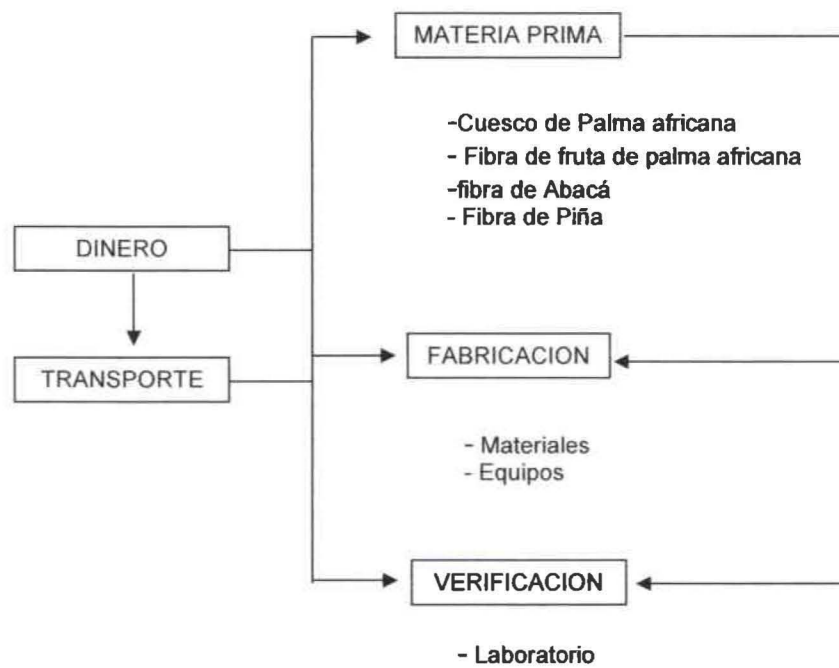
La fibra de piña se localizó, en la vía a Quevedo, Provincia de los Ríos, en exportadoras de jugos de frutas tropicales, en donde botan el bagazo y residuos de piña.

Una vez recorrido los centros de obtención de materias primas, se procedió a llevar todo el material conseguido, al lugar donde fue instalada la planta piloto, que se encuentra en Yaruquí, Provincia de Pichincha. Las máquinas y equipos se construyeron en Quito, Provincia de Pichincha, y luego fueron transportados a la planta piloto antes mencionada. Para comenzar con el proceso de fabricación.

Una vez obtenidos los prototipos de los ladrillos fueron llevados al laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, para realizar las respectivas pruebas de verificación, las pruebas de resistencia a la presión. Otras pruebas fueron realizadas en campo como fueron las de resistencia al fuego y de impermeabilidad.

A continuación se puede observar en el diagrama 3, que indica el proceso del plan logístico operacional que se lleva a cabo en el desarrollo de este proyecto.

DIAGRAMA 3. Plan logístico operacional del sistema productivo del ladrillo ecológico.



(De la Torre, A)

CAPITULO 3. DISEÑO DEL LADRILLO ECOLOGICO A BASE DE RESIDUOS DE PALMA AFRICANA Y OTRAS FIBRAS VEGETALES

3.1. DISEÑO DEL LADRILLO ECOLOGICO

Tomando como base las características del ladrillo convencional, se diseñó el ladrillo ecológico.

Las características del Ladrillo Ecológico, en algunos puntos están basadas en la "Normativa Para Ladrillos y Bloques", del Servicio de Normativa Técnica, Supervisión y Control , Dirección General de Arquitectura y Vivienda de la Conserjería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Comunidad de Madrid – España y la Norma Ecuatoriana INEN 297, "Ladrillos Cerámicos, Requisitos".

3.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL LADRILLO ECOLOGICO.

3.1.1.1. FORMA

La forma de los modelos del Ladrillo Ecológico es de un cubo rectangular, todos uniformes para que puedan tener igualdad, al momento de su empleo en la construcción, por lo cual los moldes en los que son fabricados son de una homogénea.

Son ladrillos macizos, sin perforación, y las aristas no son mayores a 3 milímetros terminando casi en una punta bien definida, siendo sus caras planas en su totalidad.

3.1.1.2. DIMENSIONES

Las dimensiones de los modelos de ladrillo ecológicos son:

- **Soga.-** 24 cm.
- **Tizón.-** 11,5 cm.
- **Grueso:** 6 cm.

3.1.1.3. PESO APROXIMADO DEL LADRILLO

Los modelos de ladrillos ecológicos deberán tener un peso no mayor de los 2500 gramos en su presentación, de esta manera se reduce en un 20 a 30% del peso regular de un ladrillo convencional de arcilla.

3.1.1.4. VOLUMEN DEL LADRILLO

El ladrillo tiene el siguiente volumen:

Lado del ladrillo (L) = 0,24 mts.

Ancho del ladrillo (A) = 0,115 mts.

Alto del ladrillo (H) = 0,06 mts.

Volumen = $L \times A \times H$

Volumen = 0,24 mts x 0,115 mts x 0,06 mts

Volumen = 0,001656 m³

3.1.1.5. RESISTENCIA DE COMPRESION

La resistencia a la compresión del ladrillo ecológico, estuvo basada en la Norma INEN 297, con un mínimo de 3 Mpa y de acuerdo con los conceptos técnicos, a su vez la resistencia será comprobada en las respectivas pruebas de laboratorio.

3.1.1.6. RESISTENCIA A TEMPERATURAS DE CONGELACION

Una de las características que se buscó en el ladrillo ecológico, es que sea apto para resistir temperaturas inferiores a 0°C, por lo cual se realizaron las respectivas pruebas de verificación.

3.1.1.7. IMPERMEABILIDAD

El ladrillo ecológico debe ser impermeable a la absorción de agua, para contrarrestar la acción del clima por efecto de lluvias.

3.1.1.8. COLORACION

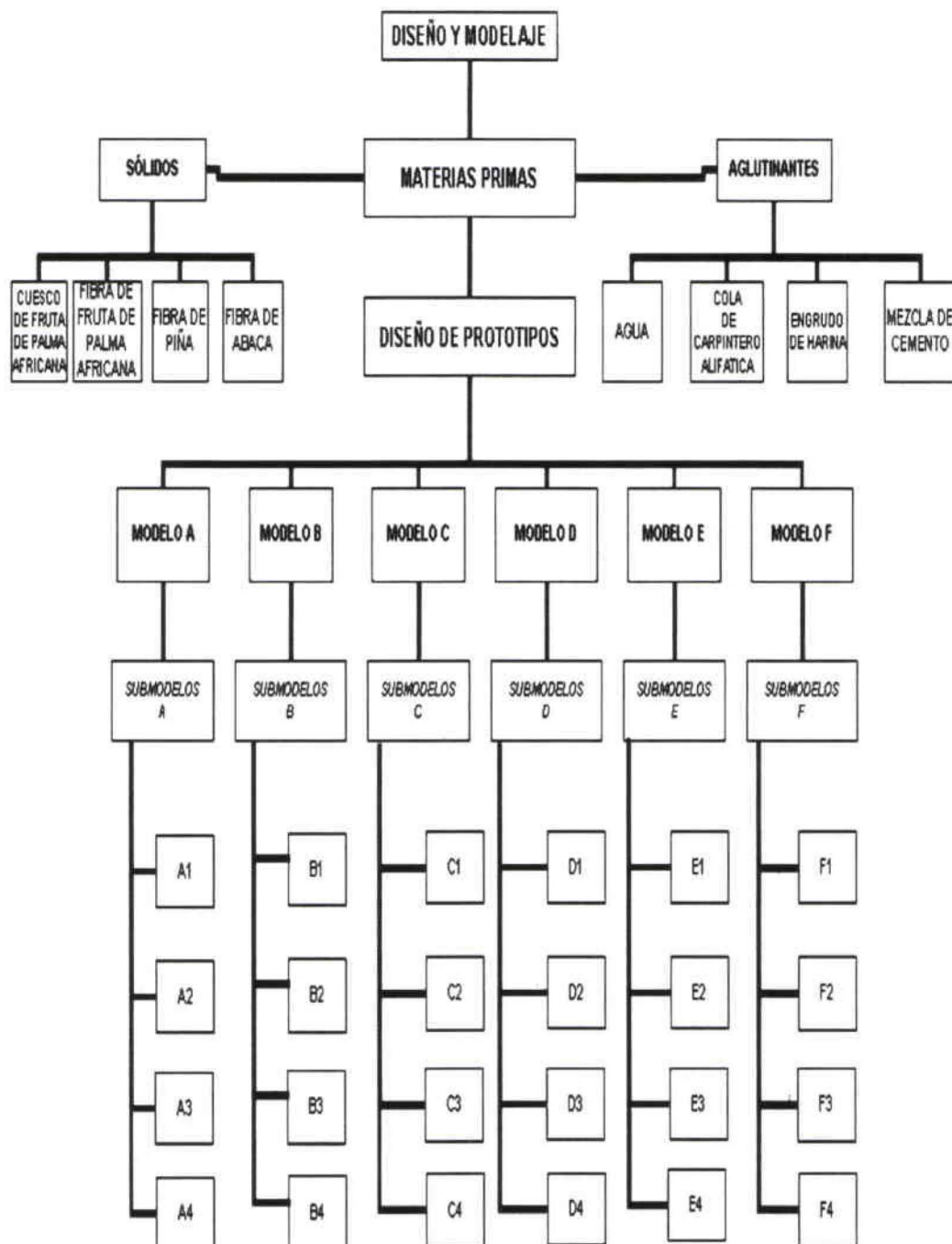
La coloración, tiene que ser uniforme, es decir superior al 80% de la masa total del ladrillo evitando manchas o aglutinación de materiales, lo cual se logra con una correcta homogenización al momento de realizar la mezcla.

3.1.2. MODELAJE DE LOS LADRILLOS

Se diseñó 6 modelos con 4 submodelos, siendo en total 24 prototipos de ladrillos ecológicos con sus respectivas materias primas y formulaciones, la principal materia prima fue el cuesco de fruta de palma africana.

En el diagrama 4, se aprecia como está diseñado y modelado los prototipos de los ladrillos ecológicos. Cada modelo y submodelo tiene su propia composición y formulación.

DIAGRAMA 4. Diseño y modelaje general de los prototipos del Ladrillo Ecológico.



(De la Torre, A)

3.1.2.1. MODELO A

La principal característica del modelo A, es tener como único componente sólido el cuesco de fruta de palma africana.

En este modelo se realizaron 4 prototipos con los siguientes materiales y formulaciones:

- *Submodelo A1*, este lleva en su conformación 80% de cuesco de fruta de palma africana molido, y 20% de agua.
- *Submodelo A2*, este lleva en su conformación 80% de cuesco de fruta de palma africana molido y 20% de cola de carpintero alifática.
- *Submodelo A3*, este lleva en su conformación 80% de cuesco de fruta de palma africana molido y 20% de engrudo de harina.
- *Submodelo A4*, este lleva en su conformación 70% de cuesco de de fruta de palma africana molido y 30% de mezcla de cemento.

TABLA 4. Composición de los submodelos del modelo A, en porcentaje.

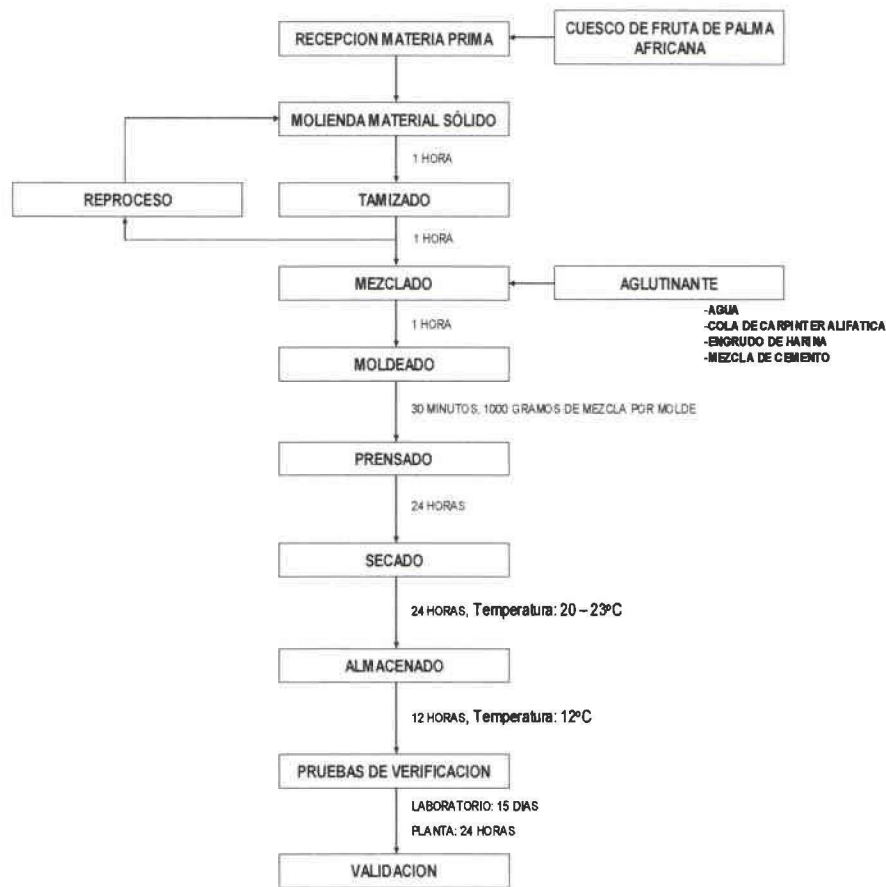
COMPOSICION DE LOS SUBMODELOS DEL MODELO A					
SUBMODELO	CUESCO	COLA DE CARPINTERO	ENGRUDO	CEMENTO	AGUA
A1	80				20
A2	80	20			
A3	80		20		
A4	70			20	10

(De la Torre, A)

3.1.2.1.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL “MODELO A”

En el siguiente diagrama de bloque se puede observar las diferentes etapas y procesos con los cuales se llega a tener el ladrillo del “MODELO A”, con sus diferentes tiempos, temperaturas entre otros parámetros. Una vez obtenido el mismo, se procedió a sus respectivas pruebas de verificación para validar si este modelo es apto para su uso, y dar las respectivas recomendaciones respecto a dicho modelo.

DIAGRAMA 5. Diagrama de fabricación del "MODELO A", con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.



(De la Torre, A)

3.1.2.2. MODELO B

En este modelo la principal característica es que tiene en sus componentes sólidos el cuesco de fruta de palma africana y la fibra de fruta de palma africana.

En este modelo se realizó 4 prototipos con los siguientes materiales y formulaciones:

- *Submodelo B1*, lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana molido, 20% de fibra de fruta de palma africana y 20% de agua.
- *Submodelo B2*, lleva en su conformación 50% de cuesco de fruta de palma africana molido, 20% de fibra de fruta de palma africana y 30% de cola de carpintero alifática.
- *Submodelo B3*, lleva en su conformación 50% de cuesco de fruta de palma africana molido, 20% de fibra de fruta de palma africana y 30% de engrudo de harina.
- *Submodelo B4*, lleva en su conformación 40% de cuesco de de fruta de palma africana molido, 20% de fibra de fruta de palma africana y 40% de mezcla de cemento.

TABLA 5. Composición de los submodelos del modelo B, en porcentaje.

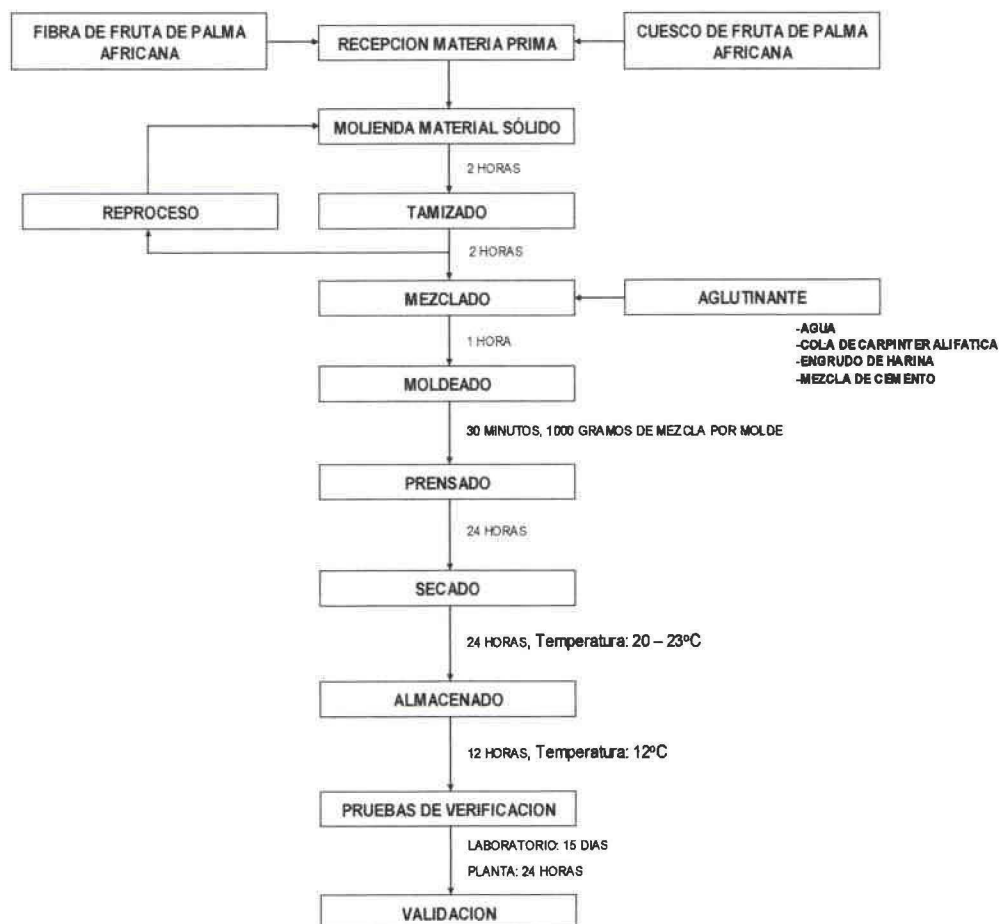
COMPOSICION DE LOS SUBMODELOS DEL MODELO B						
SUBMODELO	CUESCO	FIBRA DE PALMA	COLA DE CARPINTERO	ENGRUDO	CEMENTO	AGUA
B1	60	20				20
B2	50	20	30			
B3	50	20		30		
B4	40	20			25	15

(De la Torre, A)

3.1.2.2.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO B"

En el siguiente diagrama de bloque se puede observar de igual forma las diferentes etapas y procesos con los cuales se llega a obtener el ladrillo del "MODELO B", con sus diferentes tiempos, temperaturas, y demás especificaciones, para su obtención y posteriormente proceder a sus respectivas pruebas de verificación para poder validar si este modelo es apto para su uso, y dar las respectivas recomendaciones respecto a dicho modelo.

DIAGRAMA 6. Diagrama de fabricación del "MODELO B", con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.



(De la Torre, A)

3.1.2.3. MODELO C

El modelo C, la principal característica de este modelo es que tiene en sus componentes sólidos el cuesco de fruta de palma africana y la fibra de abacá.

Los 4 prototipos con sus respectivos materiales y formulaciones son los siguientes:

- *Submodelo C1*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana molido, 20% de fibra de abacá y 20% de agua.
- *Submodelo C2*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de abacá y 30% de cola de carpintero alifática.
- *Submodelo C3*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de abacá y 30% de engrudo de harina.
- *Submodelo C4*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de abacá y 30% de mezcla de cemento.

TABLA 6. Composición de los submodelos del modelo C, en porcentaje.

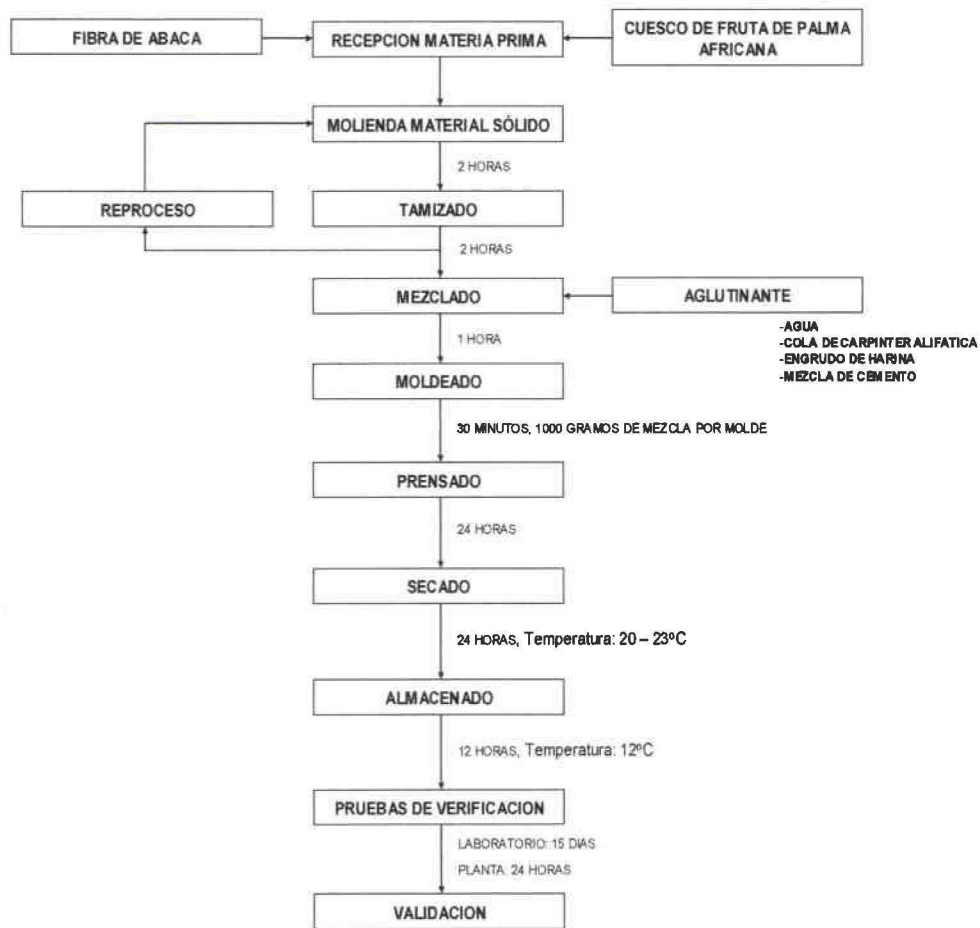
COMPOSICION DE LOS SUBMODELOS DEL MODELO C						
SUBMODELO	CUESCO	FIBRA DE ABACA	COLA DE CARPINTERO	ENGRUDO	CEMENTO	AGUA
C1	60	20				20
C2	60	10	30			
C3	60	10		30		
C4	60	10			20	10

(De la Torre, A)

3.1.2.3.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL “MODELO C”

En el siguiente diagrama de bloque se puede observar de igual forma las diferentes etapas y procesos con los cuales se llega a obtener el ladrillo del “MODELO C”, con sus diferentes tiempos, temperaturas, y demás especificaciones, para su obtención y posteriormente proceder a sus respectivas pruebas de verificación para poder validar si este modelo es apto para su uso, y dar las respectivas recomendaciones respecto a dicho modelo.

DIAGRAMA 7. Diagrama de fabricación del "MODELO C", con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.



(De la Torre, A)

3.1.2.4. MODELO D

La principal característica de este modelo es que tiene en sus componentes sólidos el cuesco de fruta de palma africana y la fibra de piña.

Los prototipos con sus respectivos materiales y formulaciones son los siguientes:

- *Submodelo D1*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana molido, 20% de fibra de piña y 20% de agua.
- *Submodelo D2*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de piña y 30% de cola de carpintero alifática.
- *Submodelo D3*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de piña y 30% de engrudo de harina.
- *Submodelo D4*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de piña y 30% de mezcla de cemento.

TABLA 7. Composición de los submodelos del modelo D, en porcentaje.

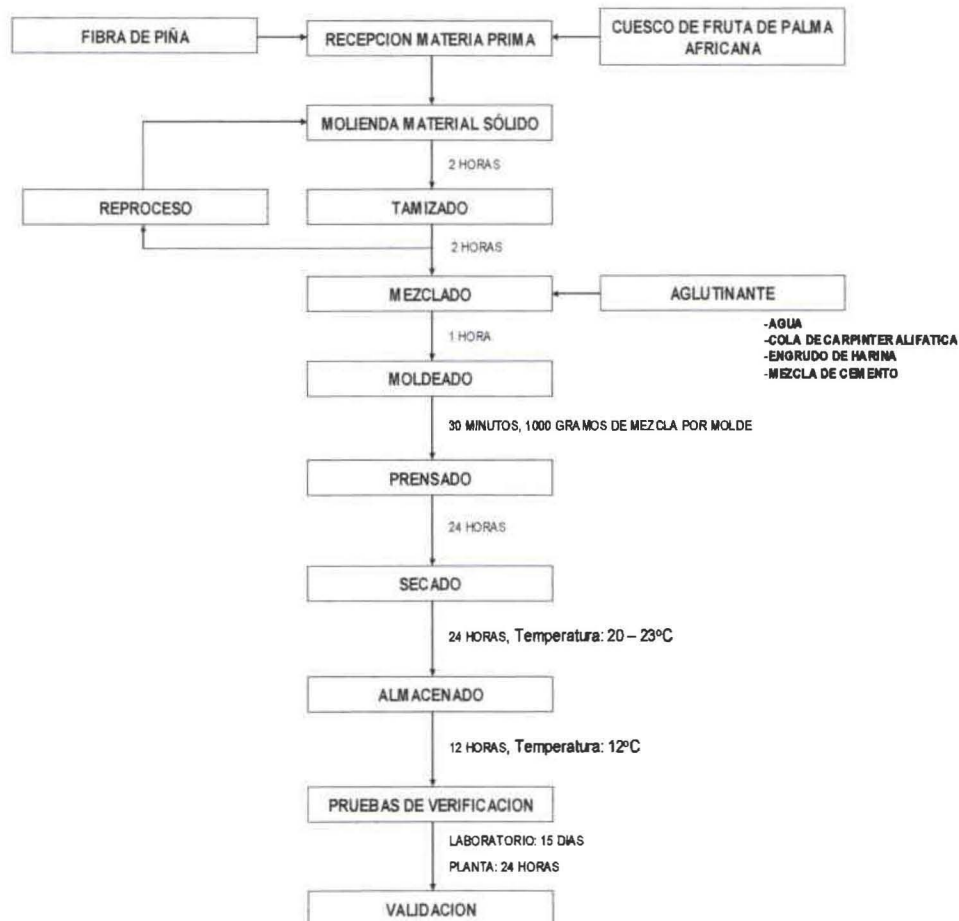
COMPOSICION DE LOS SUBMODELOS DEL MODELO D						
SUBMODELO	CUESCO	FIBRA DE PIÑA	COLA DE CARPINTERO	ENGRUDO	CEMENTO	AGUA
D1	60	20				20
D2	60	10	30			
D3	60	10		30		
D4	60	10			20	10

(De la Torre, A)

3.1.2.4.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO D"

El diagrama de bloque a continuación muestra de igual forma las diferentes etapas y procesos con los cuales se llega a obtener el ladrillo del "MODELO D", con sus diferentes tiempos, temperaturas, y otras especificaciones, para su obtención. Igual se procederá a sus respectivas pruebas de verificación para validar si este modelo es apto para su uso, y dar las respectivas recomendaciones respecto a dicho modelo.

DIAGRAMA 8. Diagrama de fabricación del "MODELO D", con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.



(De la Torre, A)

3.1.2.5. MODELO E

Este modelo cambia en relación a los anteriores ya que en sus 4 submodelos la característica principal en sus componentes sólidos lleva además del cuesco de fruta de palma africana todas las fibras empleadas en los modelos anteriores, como son la fibra de fruta de palma africana, fibra de abacá y fibra de piña.

Los prototipos con sus respectivos materiales y formulaciones son los siguientes:

- *Submodelo E1*, este lleva en su conformación 40% de cuesco de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de fruta de palma africana, 5% de fibra de abacá, 5% de fibra de piña y 40% de agua.
- *Submodelo E2*, este lleva en su conformación 40% de cuesco de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de fruta de palma africana, 5% de fibra de abacá, 5% de fibra de piña y 40% de cola de carpintero alifática.
- *Submodelo E3*, este lleva en su conformación 40% de cuesco de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de fruta de palma africana, 5% de fibra de abacá, 5% de fibra de piña y 40% de engrudo de harina.
- *Submodelo E4*, este lleva en su conformación 40% de cuesco de de fruta de palma africana molido, 10% de fibra de fruta de palma africana, 5% de fibra de abacá, 5% de fibra de piña y 40% de mezcla de cemento.

TABLA 8. Composición de los submodelos del modelo E, en porcentaje.

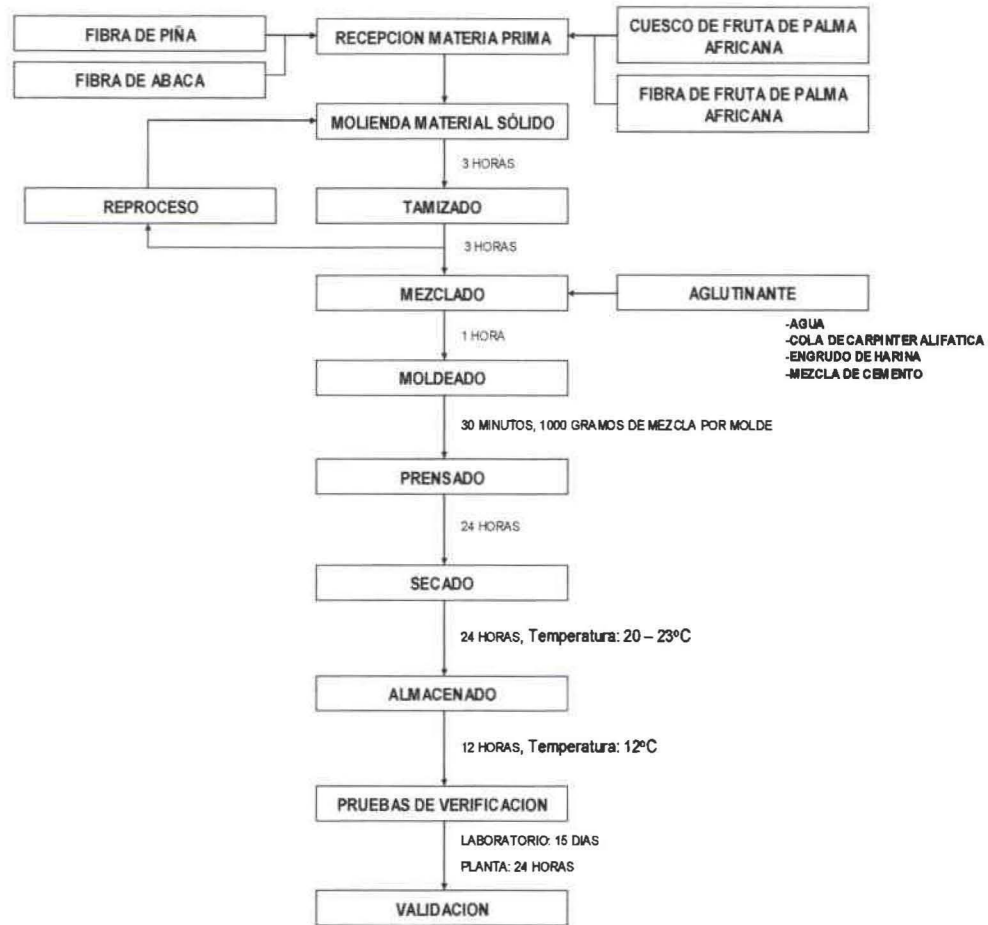
COMPOSICION DE LOS SUBMODELOS DEL MODELO E								
SUBMODELO	CUESCO	FIBRA PALMA	FIBRA ABACA	FIBRA PIÑA	COLA DE CARPINTERO	ENGRUDO	CEMENTO	AGUA
E1	40	10	5	5				40
E2	40	10	5	5	40			
E3	40	10	5	5		40		
E4	40	10	5	5			25	15

(De la Torre, A)

3.1.2.5.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL “MODELO E”

El diagrama de bloque a continuación muestra de igual forma las diferentes etapas y procesos con los cuales se llega a obtener el ladrillo del “MODELO E”, con sus diferentes tiempos, temperaturas, y otras especificaciones, para su obtención. Igual se procederá a sus respectivas pruebas de verificación para validar si este modelo es apto para su uso, y dar las respectivas recomendaciones respecto a dicho modelo.

DIAGRAMA 9. Diagrama de fabricación del "MODELO E", con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.



(De la Torre, A)

3.1.2.6. MODELO F

Este modelo tiene características totalmente diferentes a los anteriores ya que tiene una ligera similitud con el primero pero con algunas variantes como son en este modelo se empleara como material sólido el cuesco de fruta de palma africana pero sin moler, ya no se empleara agua como uno de los aglutinantes para ver su capacidad de ayudar a la unión de las partículas ya que son partículas

grandes y no se podrán adherir de esta manera, solo se tendrá 3 prototipos con los aglutinantes restantes.

Los 3 prototipos son los siguientes:

- *Submodelo F1*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana sin moler, 40% de mezcla de cemento.
- *Submodelo F2*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana sin moler, 40% de cola de carpintero alifática.
- *Submodelo F3*, este lleva en su conformación 60% de cuesco de fruta de palma africana sin moler, 40% de engrudo.

TABLA 9. Composición de los submodelos del modelo F, en porcentaje.

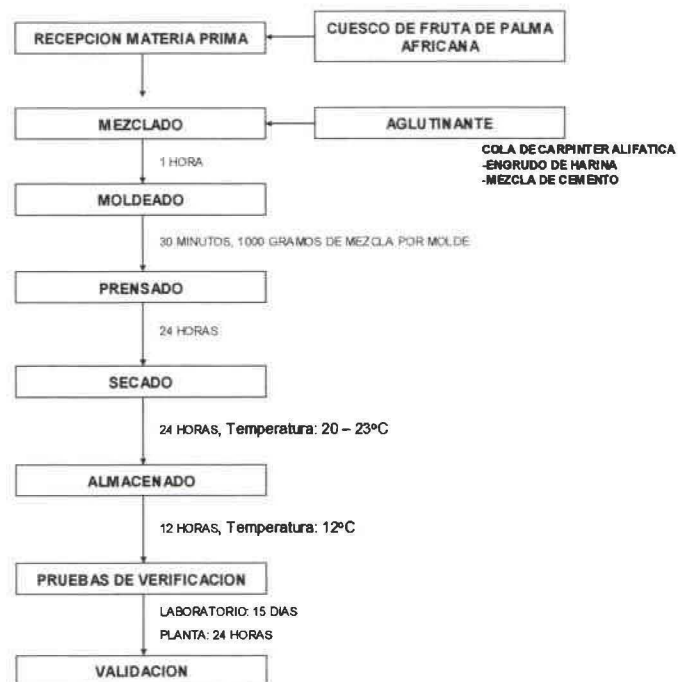
COMPOSICION DE LOS SUBMODELOS DEL MODELO F					
SUBMODELO	CUESCO ENTERO	COLA DE CARPINTERO	ENGRUDO	CEMENTO	AGUA
F1	60			25	15
F2	60	40			
F3	60		40		

(De la Torre, A)

3.1.2.6.1. DIAGRAMA DE FABRICACION DEL "MODELO F"

El diagrama de bloque de este modelo varia en que ya no existe molienda ni tamizado, por ende no hay reproceso de partículas grandes, como en los modelos anteriores, muestra de igual forma las diferentes etapas y procesos con los cuales se llega a obtener el ladrillo del "MODELO F", con sus diferentes tiempos, temperaturas, y otras especificaciones, para su obtención. Igual se procederá a sus respectivas pruebas de verificación para validar si este modelo es apto para su uso, y dar las respectivas recomendaciones respecto a dicho modelo.

DIAGRAMA 10. Diagrama de fabricación del "MODELO F", con sus respectivas especificaciones en cada etapa del proceso.



(De la Torre, A)

3.2. DISEÑO DE LAS MAQUINAS Y EQUIPOS

La maquinaria empleada, para este proyecto piloto es de carácter experimental, los equipos empleados permiten una transformación mecánica de la materia prima para poder fabricar el ladrillo ecológico.

3.2.1. DISEÑO DE LA TRITURADORA DE RODILLOS DE ACERO FRESADO.

Consiste, en un equipo que en la parte superior el molino tiene una tolva donde se coloca el material y luego pasa por entre dos rodillos de acero fresados que por el efecto del movimiento en su propio eje permite moler y reducir el tamaño de la partícula del cuesco. El producto después es recogido en una malla que se encarga de cernir o tamizar las partículas y el material que no pasa por la malla vuelve a reprocesarse.

3.2.2. DISEÑO DE LA MOLDEADORA – PRENSADORA

Tomando como base el principio de las prensas mecánicas de libros antiguos, la moldeadora – prensadora, tiene el mismo funcionamiento son dos placas una fija y la otra móvil, en la placa fija se encuentra los moldes donde se coloca la mezcla además tiene la barra de presión, donde en ingresa la rosca o manija giratoria que permite ejercer la presión al momento de someter a comprimir la mezcla, la placa superior tiene las tapas individuales de cada molde que calzan de una manera perfecta en los moldes generando una presión individual en cada ladrillo.

3.2.3. MOLDES

Son de acero y tienen la forma y dimensiones que se busca obtener en el ladrillo; la tapa, por acción de la prensa, ejerce la presión respectiva para poder comprimir de una manera homogénea el ladrillo.

3.2.4. TANQUE DE MEZCLADO

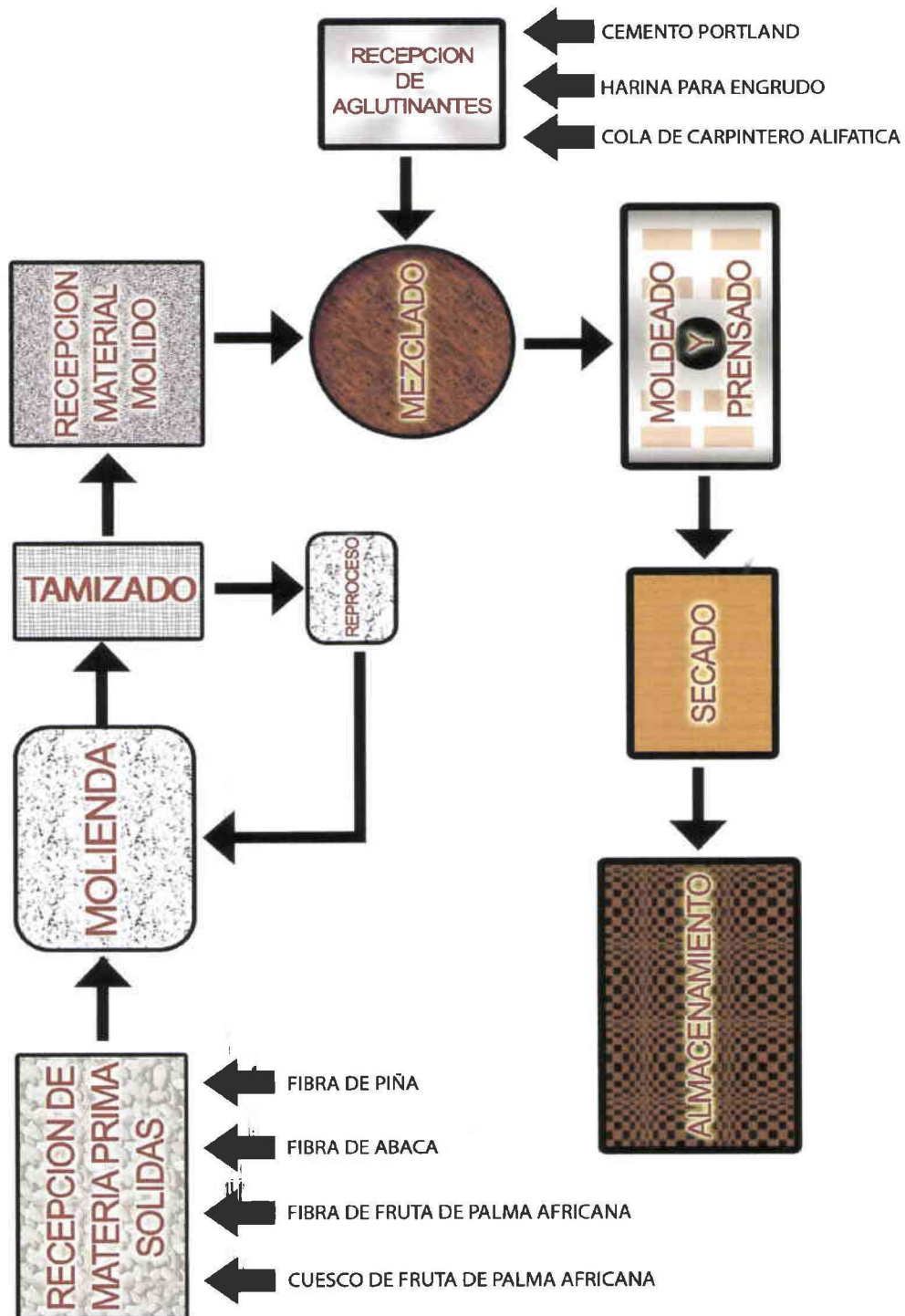
Es un tanque regular de PVC adaptado para mezclar el producto, tiene una paleta de madera que permite que se mezcle homogéneamente las materias primas, para obtener la mezcla que formará el ladrillo.

3.3. DISEÑO DE LA PLANTA PILOTO

La planta piloto es similar a una planta fabricante de bloques o ladrillos, pero por ser piloto es una escala pequeña, para poder obtener los prototipos.

Esta planta consta en sus diferentes etapas del proceso como muestra el siguiente diagrama:

DIAGRAMA 11. Diagrama de la planta piloto.



(De la Torre, A)

CAPITULO 4. MODELAJE Y FABRICACION DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS.

Este capítulo abarca la ejecución práctica del proyecto, para esto se ha dividido el capítulo en dos partes, la primera que es el modelaje, y la segunda la fabricación; aquí se indica si es viable la fabricación de la parte teórica expuesta en capítulos anteriores.

4.1. MODELAJE

Para la realización del modelaje, se tomó como base los diagramas de flujo de cada uno de los modelos y submodelos indicados en el capítulo 3; para lo cual se procedió a seleccionar cada una de las materias primas que formaron parte de los modelos antes mencionados y se procedió al pesado de las cantidades exactas de dichas materias primas.

Una vez seleccionado el material continuó al siguiente paso, que es la fabricación de cada uno de los prototipos, tomando en cuenta los lineamientos y consideraciones para cada uno de los ladrillos.

Las consideraciones que se plantean en el modelaje, es que al fabricar los ladrillos se realizaron en dos grupos.

Primero los ladrillos que emplearon como aglutinante el pegamento de carpintero o engrudo debieron ser fabricados por separado de los ladrillos que en su composición tenían cemento y agua. El motivo es que al momento de ser

prensados los últimos generan un efecto llamado “lechada del cemento”, o un escurrimiento del agua, por acción de la presión que ejerce la prensadora.

En el segundo caso, estos fluidos por escurrimiento tomaron contacto con los ladrillos que llevaron como aglutinante, cola de carpintero o engrudo, y no le permitió tener una compactación homogénea ni mucho menos secarse adecuadamente.

Otra consideración a tener en cuenta es que cada modelo tenía su ficha individual de fabricación, ya que, en futuro puede causar confusión al momento de realizar las pruebas de verificación, debido a que las coloraciones y aspecto físico son similares una vez terminado el producto.

Se procedió al prensado por un lapso de 24 horas y secados los primeros prototipos, se procede a marcar con el código que indica a que modelo pertenece dicho submodelo, para su fácil identificación.

Después del prensado, la primera preselección de los submodelos se efectuó, aquellos que presentaron defectos tales como mala compactación del aglutinante o al no formarse un ladrillo sólido después de ser sacados de la prensa, se descartaron y no pasaron a la siguiente fase del proceso.

Los prototipos que pasaron la primera prueba de preselección, que es la formación de un ladrillo sólido y compacto después del prensado, fueron seleccionados para la siguiente etapa del proceso, que es la fabricación de “ladrillos hermanos”, los mismos que consisten en 10 o 12 unidades con las

mismas características del prototipo aprobado, los mismos que cumplieron las posteriores pruebas de verificación.

Los ladrillos preseleccionados que llevan en su composición cemento fueron enviados a las pruebas de verificación después de 28 días que produjo el "fraguado total", que es cuando alcanza su máxima resistencia. Mientras que los ladrillos de cola de carpintero o engrudo se enviaron a las pruebas de verificación una vez que alcanzaron su máxima dureza esto ocurrió después de 15 días de su fabricación.

La información de campo referente a la fabricación de cada prototipo se muestra en el anexo No. 1. *"TABLA DE MODELAJE Y FABRICACION DE LOS DIFERENTES MODELOS DE LADRILLOS ECOLOGICOS"*.

Una vez fabricados cada uno de los prototipos se procedió a la calificación que va en una escala de 0 a 10, siendo 0 lo peor y 10 lo mejor. Aquellos modelos que obtuvieron una calificación sobre el 8 son finalmente los seleccionados para las pruebas de laboratorio y otras pruebas de campo. Los datos se muestran en el anexo No. 2. *"CALIFICACION Y PRESELECCION DE LOS MODELOS DE LADRILLOS ECOLOGICOS"*.

Como resultado se obtuvo que 7 de los 24 prototipos fueron preaprobados, entre los que se encontraban los submodelos A2, A4, B2, B4, C2, F1, F2.

4.2. FABRICACION

La fabricación, como ya se mencionó antes es la aplicación práctica del diseño tomando en cuenta las consideraciones mencionadas en el modelaje.

Cada prototipo tiene su forma particular de fabricación y sus respectivas características, que adquieren por efecto de los materiales. Pero en la mayoría de los prototipos existió procesos similares que son el eje general de la fabricación de dichos modelos; las principales etapas que comparten todos los modelos y submodelos son la molienda del cuesco, en los casos que se requiere, el mezclado de las materias primas, el moldeado, el prensado, el secado y por ultimo su identificación.

FIGURA 19. (1) Molienda, (2) Moldeado, (3) Prensado, (4) Secado.



(De la Torre, A)

A continuación se describe, la fabricación de cada uno de estos modelos y submodelos.

4.2.1. FABRICACION DEL MODELO A

En la fabricación del "*Modelo A*" como se indicó en el diseño de dicho modelo, su principal característica es que la única materia prima a emplear en sus cuatro submodelos es el cuesco de palma molido. A esto se añade los diferentes aglutinantes que llevan cada uno de los submodelos.

4.2.1.1. FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A1

Para la fabricación del "*Submodelo A1*", se empleó como materia prima el cuesco de palma, el mismo que fue reducido a una partícula aproximada de 1 milímetro diámetro, este tamaño de partícula es el más pequeño que reduce la máquina de moler.

La mezcla que conforma este prototipo tiene una relación de 80-20 que equivale a 80% de cuesco de palma africana molido que equivale a 800.00 gramos, y el sobrante 20% equivalente a 200.00 gramos de agua, la misma que cumple la función de aglutinante.

Una vez pesado en las proporciones indicadas se procede a mezclar el material como se indica en la Figura 20, con lo que se consigue tener una mezcla uniforme.

Posteriormente se coloca la mezcla en el molde, y se procede a prensar y dejar el prototipo prensado durante 24 horas, para obtener una compactación homogénea y observar si al término de dicho tiempo el ladrillo se compactó.

Al término de las 24 horas posteriores al prensado, se procede a retirar los moldes, para ser expuestos al secado, pero se observa que al momento de estar prensado el ladrillo adquiere la forma requerida, pero al momento de retirar el ladrillo del molde no existe aglutinación y se genera un desmoronamiento total del prototipo, por ende no hay la formación del ladrillo esperada, por lo cual el primer ladrillo es desechado, por no cumplir con las condiciones requeridas en la formación del ladrillo.

Al ser rechazado el modelo en la preselección, termina aquí la investigación con respecto a dicho modelo.

FIGURA 20. Mezcla del modelo A, Submodelo A1.



(De la Torre, A)

La información respecto a las características del submodelo A1 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 3. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A1".

FIGURA 21. Submodelo A1, después del desmontaje del molde.



(De la Torre, A)

4.2.1.2. FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A2

Al proceder en la fabricación del "Submodelo A2" , igual que todos los submodelos del modelo A, se utiliza como materia prima el cuesco de palma molida, en este submodelo las partículas de cuesco molido tienen una dimensión que se encuentra entre los 3 a 6 milímetros de diámetro, este tamaño se obtiene en la primera molienda y una posterior tamizada.

La razón que se emplea este tamaño de partícula se debe a que al momento de mezclar con el aglutinante en este caso la cola de carpintero, tuvo correcta adherencia entre partículas, y a su vez requiere menor cantidad de aglutinante que si se empleara una partícula similar a la del submodelo A1.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 80-20 que equivale a 80% de cuesco de palma africana molida y esto equivale a 891.99 gramos de la materia prima mencionada; a esto se le añade 222.99 gramos de cola de carpintero blanca, que equivale al 20% de la mezcla.

Una vez pesadas las materias primas en las proporciones establecidas, se procedió a mezclar el material como se indica en la Figura 22, obteniendo una mezcla homogénea a manera de una masa.

Se coloca la mezcla en el respectivo molde, y se procede a prensar dejándola al igual que todos los prototipos durante 24 horas, para obtener la máxima compactación.

Al termino de las 24 horas del prensado, se procede a retirar los moldes y se observa que si hubo la formación de un ladrillo sólido pero aún blando, ya que requiere pasar al siguiente proceso que es el secado al medio ambiente, este se lo realizó por 3 días, por lo cual este submodelo es preseleccionado para la siguiente etapa que es la fabricación de los "ladrillos hermanos", submodelo A2.

La información respecto a las características del submodelo A2 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 4. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A2".

FIGURA 22. Mezcla del modelo A, submodelo A2.



(De la Torre, A)

FIGURA 23. Submodelo A2, después del desmontaje del molde.



(De la Torre, A)

4.2.1.3. FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A3

En la fabricación del "*Submodelo A3*", se emplea cuesco de palma molida, con una dimensión que se encuentra entre los 3 a 6 milímetros de diámetro y engrudo a base de harina de castilla.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 80-20, de los cuales el 80% es cuesco molido de palma africana y 20% de engrudo de harina de castilla, cabe indicar que el engrudo se obtuvo diluyendo la harina de trigo con agua caliente, las cantidades van en una relación de 2:1 (Harina de castilla : agua), se mezcló hasta obtener una consistencia semilíquida, homogénea, y sin grumos, se dejó reposar por el lapso de 15 minutos, y se procedió a mezclar las cantidades requeridas en el prototipo.

El 80% de cuesco molido de palma africana en peso equivale a 960.00 gramos, y el 20% de engrudo equivale a 240.00 gramos del mismo.

Posteriormente se mezcló las materias primas mencionadas, obteniendo una mezcla no muy compacta y húmeda, como se indica en la Figura 24, cabe indicar que las partículas entre si no tienen una suficiente adherencia como sucedió en el submodelo A2, la consistencia en este submodelo es casi como si solo se hubiese humedecido con agua el cuesco de palma.

Obtenido la mezcla, se procedió al siguiente paso que es la colocación de dicha mezcla en los moldes y someter a la prensada respectiva por un lapso de 24 horas.

Cuando se retiró el molde para proceder al secado del prototipo, se observó que no existe una consistencia sólida del ladrillo, razón por la cual ocurrió un desmoronamiento general del mismo por efecto de su propio peso, este desmoronamiento generó una caída total del ladrillo, ya que, el aglutinante (engrudo), no cumplió la función requerida, que era el pegado de las partículas; otro problema encontrado fue que por acción de la presión ejercida al momento del prensado, todo el engrudo tendió a irse al fondo del molde, y el aglutinante se acentó en la base del ladrillo, esto ocasionó que la parte inferior del prototipo esté húmeda y sin ningún tipo de compactación o adherencia entre partículas o el ladrillo en si.

Este prototipo es desechado, por no pasar la primera preselección, que era la formación del ladrillo.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo A3 se encuentra en el anexo No. 5. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A3".

FIGURA 24. Mezcla del modelo A, submodelo A3.



(De la Torre, A)

FIGURA 25. *Submodelo A3, después del desmontaje del molde.*



(De la Torre, A)

4.2.1.4. FABRICACION DEL MODELO A – SUBMODELO A4

Para la fabricación del “*Submodelo A4*”, las materias primas básicas fueron, cuesco de palma molida en sus dos tamaños de partículas de 1mm y 6mm, mezclado, ya que, la partícula pequeña cumple la función de arena y la grande cumple la función de cascajo, que sería en un bloque convencional.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 70-30, de lo cual el 70% es cuesco molido de palma africana en sus dos tamaños y el 30% esta conformado por una mezcla de cemento (mortero); el 70% de la mezcla equivale a 1393.00 gramos, y el 30% equivale a 597.00 gramos, respectivamente.

Realizada la mezcla de los componentes de este prototipo como indica la Figura 26, se procedió a colocar en los moldes para someter al prensado.

La mezcla reposó en molde por 24 horas, al pasar este periodo de tiempo se procedió a retirar el ladrillo con cuidado ya que este aun muestra fragilidad y al mínimo contacto pudo fragmentarse, el color adquirido fue grisáceo similar a un bloque o adoquín, en este punto se procedió a secar durante 2 días, se sumergió en agua los ladrillos para que alcance su fraguado por un lapso de 3 días, después se deja secar hasta que cumplan 28 días que ya están listos para la siguientes pruebas.

El cuesco molido y la mezcla de cemento, formaron un compuesto similar al que se genera cuando se realiza bloques con arena, cascajo y cemento, por lo que el ladrillo adquirió una forma concisa, por esta razón el submodelo es preaprobado para las siguientes etapas del estudio.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo A4 se encuentra en el anexo No. 6. *"TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A4"*.

FIGURA 26. Mezcla del modelo A, submodelo A4.



(De la Torre, A)

FIGURA 27. Submodelo A4, después del desmontaje del molde.



(De la Torre, A)

4.2.2. FABRICACION DEL MODELO B

Para la fabricación del “*modelo B*” como se indica en el diseño de dicho modelo, su principal característica es que emplea como materias primas el cuesco molido de palma africana y la fibra de palma africana molida, la función de dicha fibra es darle una mayor adherencia entre el cuesco y el aglutinante que se emplee en cada submodelo.

4.2.2.1. FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B1

El “*Submodelo B1*”, tiene en su composición cuesco de palma africana molido que tiene un diámetro aproximado de 1 milímetro; además tiene fibra de palma africana molida la misma que tiene un tamaño final de alrededor de 2 a 3 milímetros de longitud y como aglutinante se empleó agua.

La mezcla que conforma este prototipo tiene una relación de 60-20-20 que equivale a 20% de cuesco de palma africana molido equivalente a 829.08 gramos, un 20% equivalente a 276.36 gramos de fibra de palma molida y el restante 20% es el aglutinante en este caso el agua con un peso de 276.36 gramos respectivamente.

Pesado en las proporciones indicadas se procede a mezclar el material como se indica en la Figura 28, cabe indicar que se procedió a realizar todas las operaciones similares al submodelo A1.

Colocado en el molde y ser prensado el submodelo fue retirado de los moldes y se obtuvo el mismo resultado que el submodelo A1, que no hubo formación de

ladrillo ni compactación, por lo que este submodelo fue rechazado, para pasar a la siguiente etapa.

La información respecto a las características del submodelo B1 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 7. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B1".

FIGURA 28. Mezcla del modelo B, Submodelo B1.



(De la Torre, A)

FIGURA 29. *Submodelo B1, después del desmontaje del molde.*



(De la Torre, A)

4.2.2.2. FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B2

Al proceder en la fabricación del “*Submodelo B2*”, se emplearon las siguientes materias primas, **cuesco de palma africana molido**, de 1 milímetro de diámetro aproximado por partícula. La **fibra de palma africana molido** es su segundo componente principal, esta tiene un tamaño que oscila entre los 2 a 3 milímetros de longitud. A estas materias primas se le añadió como aglutinante la **cola de carpintero blanca**.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 50-20-30 que equivale a 50% de **cuesco de palma africana molido** y esto equivale a 765.75 gramos, el otro 20% equivale a **fibra de palma africana** que en peso representa

306.30 gramos y por ultimo el 30% equivale a 459.45 gramos de cola de carpintero blanca.

Pesado las materias primas en las proporciones establecidas se procedió a mezclar el material como se indica en la Figura 30, obteniendo una mezcla homogénea de color café.

Realizada la mezcla se colocó de igual forma que en los casos anteriores en el molde, y se procede a prensar dejándola al igual que todos los prototipos durante 24 horas, para obtener la máxima compactación.

Pasada las 24 horas de prensado, se procedió a retirar los moldes y se observó la formación de un ladrillo sólido pero con muestras de que la cola de carpintero aún esta fresca, esto indica que se debe pasar al secado y se lo realizó por un lapso de 7 días en donde adquirió una dureza y firmeza homogénea, por lo cual este submodelo fue preseleccionado para la siguiente etapa que es la fabricación de los "ladrillos hermanos", submodelo B2.

La información respecto a las características del submodelo B2 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 8. *"TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B2"*.

FIGURA 30. Mezcla del modelo B, Submodelo B2.



(De la Torre, A)

FIGURA 31(a). Submodelo B2, después del desmontaje del molde.



(De la Torre, A)

FIGURA 31(b). *Submodelo B2, después del desmontaje del molde.*



(De la Torre, A)

4.2.2.3. FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B3

En la fabricación del “*Submodelo B3*”, se empleó cuesco de palma molida, con una dimensión que se encuentra entre los 3 a 6 milímetros de diámetro, y fibra de palma molida de 2 a 3 milímetros de longitud, como aglutinante, engrudo a base de harina de castilla.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 50-20-30, de los cuales el 50% es cuesco molido de palma africana y 20% de fibra de palma africana, y el restante 30% es engrudo de harina de castilla, cabe indicar que el engrudo se obtuvo diluyendo la harina de trigo con agua caliente, las cantidades van en una relación de 2:1 (harina de castilla : agua), se mezcló hasta obtener una consistencia semilíquida, homogénea, y sin grumos, se dejó reposar por el

lapso de 15 minutos, y se procedió a mezclar las cantidades requeridas en el prototipo.

El 50% de cuesco molido de palma africana en peso equivale a 737.25 gramos, y el 20% de fibra de palma africana equivale a un peso de 294.90 gramos y el 30% de engrudo equivale a 442.35 gramos del mismo.

Se procede a mezclar los componentes, obteniendo una mezcla húmeda y similar al submodelo A3, sin mucha consistencia pero con mayor compactación que el submodelo antes mencionado, como se indica en la Figura 32, se observa que las partículas no tienen adherencia necesaria para la formación del ladrillo.

Se procedió al siguiente paso que es la colocación de dicha mezcla en los moldes y se procedió al prensado respectivo por 24 horas.

Cumplido el prensado se retiró los moldes y se observó el mismo fenómeno ocurrido en el modelo A3, pero en menor proporción ya que el ladrillo no tiene una consistencia sólida ni dura como en otros prototipos pero el asentamiento del engrudo es menor que el modelo A3, y hay formación de pequeños pedazos de ladrillo que de igual forma al menor roce o golpe se desarmen, por lo que este prototipo se desechó, por no pasar la primera preselección, que era la formación del ladrillo.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo B3 se encuentra en el anexo No. 9. *"TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B3"*.

FIGURA 32. Mezcla del modelo B, Submodelo B3.



(De la Torre, A)

FIGURA 33. Submodelo B3, después del desmontaje del molde.



(De la Torre, A)

4.2.2.4. FABRICACION DEL MODELO B – SUBMODELO B4

El “*Submodelo B4*”, empleó como materias primas básicas el cuesco de palma molida en sus dos tamaños de partículas de 1mm y 6mm, mezclado, fibra de palma africana molida con una longitud aproximada de 3 milímetros, en donde la partícula pequeña del cuesco de palma cumple la función de arena y la grande cumple la función de cascajo, a esto se suma la fibra de palma que ayuda en la cohesión entre partículas, y por ultimo la mezcla de cemento con agua que cumple la función del aglutinante.

La proporción de los ingredientes de este prototipo fue de 50-20-40, de lo cual el 50% es cuesco molido de palma africana en sus dos tamaños, equivalente a un peso de 1005 gramos, el 20% está conformado por fibra de palma africana molida, que equivale a un peso de 402 gramos, y un 40% conformado por una mezcla de cemento (mortero), equivalente a 804 gramos en peso.

Obtenido la mezcla se coloca en el molde dejando el ladrillo por 24 horas, pasado este tiempo el ladrillo aún está frágil al mínimo contacto y puede fragmentarse, el mismo que tiene un color grisáceo similar a un bloque o adoquín, en este punto se procedió a secar durante 2 días posteriormente se sumergió en agua los ladrillos para que alcance su fraguado por un lapso de 3 días, después se dejó secar hasta que cumplan 28 días de edad.

Los componentes de este submodelo, formaron una mezcla similar a la que se genera cuando se realiza una mezcla de arena, cascajo y cemento, por lo que el ladrillo pasó a la siguiente fase de la investigación.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo B4 se encuentra en el anexo No. 10. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B4".

FIGURA 34. Modelo B, Submodelo B4.



(De la Torre, A)

4.2.3. FABRICACION DEL MODELO C

En la fabricación del "modelo C", la principal característica es que aparte de emplear el cuesco de palma molido, se añade en este modelo la fibra de abacá. A estos componentes se añade los aglutinantes que llevan cada uno de los submodelos.

4.2.3.1. FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C1

El “*Submodelo C1*”, tiene en su composición cuesco de palma africana molido con un diámetro aproximado de 3 a 6 milímetros; y fibra de abacá africana molida con un tamaño aproximado de 1 a 2 centímetros de longitud, el aglutinante a emplear es agua.

La mezcla que conforma este prototipo tiene una relación de 60-20-20 que equivale a 20% de cuesco de palma africana molido equivalente a 829.08 gramos, un 20% equivalente a 276.36 gramos de fibra de palma molida y el restante 20% es el aglutinante en este caso el agua con un peso de 276.36 gramos respectivamente.

Obtenida la mezcla como indica la Figura 33, se procedió al moldeado, como en los casos anteriores; un vez colocado en el respectivo molde y ser prensado el submodelo fue retirado de los moldes al cabo de 24 horas, se observó que no se formó el ladrillo por que no existió adherencia entre partículas y fibra, el agua no ejerce una acción aglutinante como ocurre en un ladrillo convencional, por lo que el submodelo C1, es rechazado en la investigación.

La información respecto a las características del submodelo C1 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 11. “*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C1*”.

FIGURA 35. Mezcla de modelo C, Submodelo C1.



(De la Torre, A)

4.2.3.2. FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C2

El "Submodelo C2", lleva como materias primas, cuesco de palma africana molido, de 3 a 6 milímetros de diámetro aproximado por partícula, y fibra de abacá con una longitud aproximada de 1 a 2 centímetros por fibrilla. A estas materias primas se le añade como aglutinante la cola de carpintero blanca.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 60-10-30 que equivale a 60% de cuesco de palma africana molida y esto equivale a 723 gramos, el otro 10% equivale a fibra de abacá que en peso representa 120.50

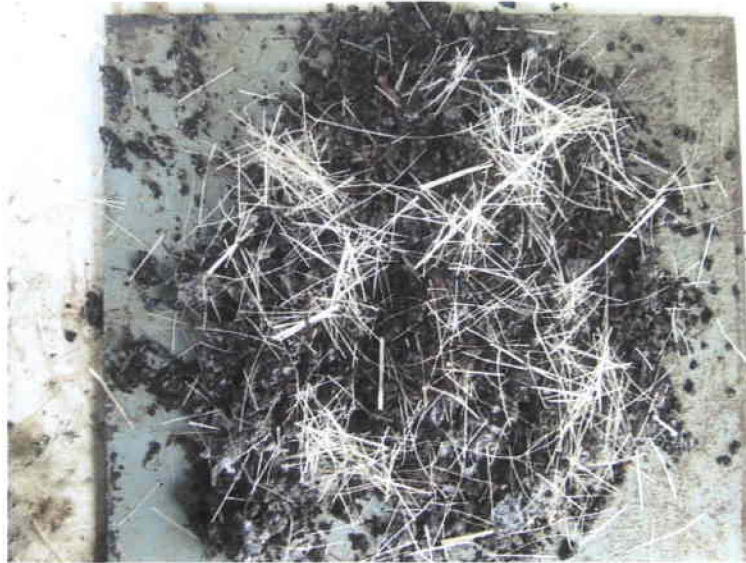
gramos y por último el 30% equivale a 361.50 gramos de cola de carpintero blanca.

Cuando se obtuvo la mezcla como se muestra en la Figura 34, se procede al moldeado y prensado de los ladrillos.

Como en los prototipos anteriores pasadas las 24 horas de prensado, se procede a retirar los moldes y se observa la formación de un ladrillo sólido, de coloración café con blanco dando un efecto particular por acción de la fibra de abacá, pero aun un poco blando y con fibras de abacá que por no estar bien pegadas dentro del ladrillo existe un desprendimiento y en otros casos dejando "barbas", que es las fibras en forma de puntas fuera del ladrillo, esto indica que el ladrillo debe pasar al secado, el mismo que durara entre 5 o 7 días dependiendo de las condiciones climáticas, en este tiempo ya adquiere una dureza y firmeza homogénea, y se procede al "desbarbado" del ladrillo. Debido a que se obtuvo un ladrillo en este submodelo éste continúa con la siguiente etapa de la investigación, que es la fabricación de los "ladrillos hermanos", del modelo C, submodelo C2.

La información respecto a las características del submodelo C2 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 12. *"TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C2"*.

FIGURA 36. Mezcla del modelo C, Submodelo C2.



(De la Torre, A)

FIGURA 37. Modelo C, Submodelo C2.



(De la Torre, A)

4.2.3.3. FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C3

El "*Submodelo C3*", empleó como materias primas cuesco de palma molida, con una dimensión que se encuentra entre los 3 a 6 milímetros de diámetro, y fibra de abacá de 1 a 2 centímetros de longitud, y como aglutinante engrudo a base de harina de castilla.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 60-10-30, de los cuales el 60% es cuesco molido de palma africana, un 10% de fibra de abacá, y el restante 30% es engrudo de harina de castilla, el engrudo esta conformado por harina de trigo diluido en agua caliente, las cantidades van en una relación de 2 a 1 (Harina de castilla : agua), se mezcla hasta obtener una consistencia semilíquida, homogénea, y sin grumos, dejando reposar dicha mezcla por el lapso de 15 minutos, y esta listo para mezclar con las materias primas empleadas en este submodelo.

El 60% de cuesco molido de palma africana en peso equivale a 723.00 gramos, el 10% de fibra de abacá equivale a un peso de 120.50 gramos y el 30% de engrudo equivale a 361.50 gramos.

Se procedió a la mezcla respectiva de los componentes, obteniendo el mismo efecto de los submodelos A3 y B3, las partículas y el aglutinante no produjeron adherencia necesaria para la formación del ladrillo.

Evidenciando el efecto antes mencionado y viendo los resultados con los submodelos anteriores que llevan en su conformación este aglutinante (engrudo), de todas maneras se procedió al siguiente paso que es la colocación de dicha mezcla en los moldes y se procedió al prensado respectivo por 24 horas.

Al cabo de las 24 horas de prensado se retiró los moldes y se observó el mismo fenómeno ocurrido en el modelo A3 y B3, existe una formación de un montículo que al menor toque o roce se derrumba, con lo que el submodelo igual es rechazado.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo C3 se encuentra en el anexo No. 13. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C3".

FIGURA 38. Mezcla del modelo C, Submodelo C3.



(De la Torre, A)

FIGURA 39. *Modelo C, Submodelo C3.*



(De la Torre, A)

4.2.3.4. FABRICACION DEL MODELO C – SUBMODELO C4

En el “*Submodelo C4*”, como materias primas se empleó, cuesco de palma molida en sus dos tamaños de partículas de 1mm (función de arena) y 6mm, (función de casajo), fibra de abacá molida con una longitud aproximada de 1 a 2 centímetros y mezcla de cemento con agua que cumple la función del aglutinante.

La mezcla en este prototipo tiene una relación de 60-10-30, de lo cual el 60% es cuesco molido de palma africana en sus dos tamaños, equivalente a un peso de 1230.00 gramos, el 10% está conformado por fibra de abacá molida, que equivale

a un peso de 205.00 gramos, y un 30% conformado por una mezcla de cemento (mortero), equivalente a 615.00 gramos en peso.

Al cabo de las 24 horas que pasó la mezcla en el molde, existe la formación de un ladrillo de color grisáceo y fibroso a manera de un adobe de chocoto, el mismo que es puesto a secar por 2 días, al cabo de este tiempo empieza a existir un desgranamiento de los bordes del ladrillo por que la fibra de abacá empieza a desprenderse al contacto o por acción del viento y agua, este efecto no permitió tener un ladrillo homogéneo ya que cada día existe más desprendimiento de los bordes conforme se va secando dicho ladrillo, por lo que es desechado este submodelo.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo C4 se encuentra en el anexo No. 14. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C4".

FIGURA 40. Mezcla del modelo C, Submodelo C4.



(De la Torre, A)

FIGURA 41. *Modelo C, Submodelo C4.*



(De la Torre, A.)

4.2.4. FABRICACION DEL MODELO D

Para la fabricación del “*modelo D*”, la principal característica es que aparte de emplear el cuesco de palma molido, se incorpora otra fibra vegetal, en este caso la fibra o rastrojo de piña, como es característica general se emplea los diferentes aglutinantes empleados en la investigación en cada uno de los submodelos.

Una característica particular de este modelo es que la fibra o rastrojo de piña no fue molido en maquina, ya que, su estructura no lo permitió, por lo cual una vez secado este rastrojo, se procedió a cortar en pedazos pequeños y después molerlo en un molino manual de casa para que adquiriera una estructura homogénea en tamaño.

4.2.4.1. FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D1

En el “*Submodelo D1*”, se empleó en su composición los siguientes materiales cuesco de palma africana molido con un diámetro aproximado de 3 a 6 milímetros; y fibra o rastrojo de pina con un tamaño variable que esta entre los 2 a 5 cm, y como aglutinante se empleó agua.

La mezcla que conforma este prototipo tiene una relación de 60-20-20 que equivale a 20% de cuesco de palma africana molido equivalente a 829.08 gramos, un 20% equivalente a 276.36 gramos de fibra de palma molida y el restante 20% es el aglutinante en este caso el agua con un peso de 276.36 gramos respectivamente.

Obtenida la mezcla como indica la Figura 40, se procede al moldeado, como en los casos anteriores una vez colocado en el respectivo molde y ser prensado el submodelo fue retirado de los moldes al cabo de 24 horas y no se obtuvo un ladrillo, por no existir adherencia entre el cuesco de palma molido y el rastrojo o fibra de piña, debido a que el agua, no ejerce una acción aglutinante, por lo que el submodelo D1, es desechado.

La información respecto a las características del submodelo D1 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 15. “*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D1*”.

FIGURA 42. Mezcla del modelo D, Submodelo D1.



(De la Torre, A)

4.2.4.2. FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D2

La fabricación del “*Submodelo D2*”, llevó como materias primas, cuesco de palma africana molido, de 3 a 6 milímetros de diámetro aproximado por partícula, y fibra o rastrojo de piña con un tamaño variable que va entre los 2 a 5 centímetros, y en conjunto se mezcla con la cola de carpintero blanca.

La mezcla empleada en este prototipo tiene una relación de 60-10-30 que equivale a 60% de cuesco de palma africana molida equivalente a 723.00 gramos, un 10% equivale a fibra o rastrojo de piña con 120.50 gramos y el 30% restante equivale a 361.50 gramos de cola de carpintero blanca.

Cuando ya se obtiene la mezcla como indica la Figura 41, se procedió al moldeado y prensado, respectivo por un lapso de 24 horas.

Como en los prototipos anteriores pasadas las 24 horas de prensado, se procedió a retirar los moldes y se observó la formación de un ladrillo sólido, de coloración café con tonos amarillentos por acción de la fibra de piña, al cabo de este tiempo se formó una especie de ladrillo pero aun un poco blando y existió un desprendimiento de los rastrojos de piña por tener formas semicirculares o de pequeñas bolitas y no ser partículas del mismo tamaño que las de cuesco de palma, pero el ladrillo pasa a de todas formas a la siguiente etapa del secado, durante un tiempo de 5 a 7 días dependiendo del clima las condiciones climáticas.

A los 5 días de secado se realizó una inspección y se encontró desprendimiento de más rastrojo de piña y la formación de hongos en los sectores donde se encontraba la fibra de piña, por lo que se desecha el ladrillo por tener dos inconvenientes al mismo tiempo, formación de hongos y desprendimiento de partículas.

La información respecto a las características del submodelo D2 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 16. *"TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D2"*.

FIGURA 43. Mezcla del modelo D, Submodelo D2.



(De la Torre, A)

FIGURA 44. Formación de hongos y desprendimiento de partículas en el modelo D, Submodelo D2.



(De la Torre, A)

4.2.4.3. FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D3

Al fabricar el “*Submodelo D3*”, se empleó como materias primas cuesco de palma molida, con una dimensión de partícula de 3 a 6 milímetros de diámetro, y fibra o rastrojo de piña de tamaño variable que se encuentra entre los 2 a 5 centímetros, y como aglutinante engrudo a base de harina de castilla, como en los casos anteriores.

La mezcla que emplea este prototipo tiene una relación de 60-10-30, de los cuales el 60% es cuesco molido de palma africana, un 10% de fibra de abacá, y 30% de engrudo de harina de castilla, el engrudo está conformado por harina de trigo diluido en agua caliente, las cantidades van en una relación de 2:1 (Harina de castilla : agua), se mezcló hasta obtener una consistencia semilíquida, homogénea, y sin grumos, dejando reposar dicha mezcla por el lapso de 15 minutos, momento en el que esta listo para mezclar con las materias primas empleadas en el submodelo, el mismo procedimiento se efectuó para sus homólogos A3, B3 y C3.

El 60% de cuesco molido de palma africana tiene un peso 723.00 gramos, el 10% de fibra o rastrojo de piña con un peso de 120.50 gramos y el restante 30% de engrudo equivale a 361.50 gramos.

Se procedió a la mezcla respectiva de los componentes, obteniendo el mismo efecto de los submodelos A3, B3, C3 las partículas y el aglutinante no tienen la adherencia necesaria para la formación del ladrillo.

Al cabo de las 24 horas de prensado se retiró los moldes y se observó el mismo fenómeno ocurrido en el modelo A3, B3 y C3, existió una formación de un

montículo que al menor toque o roce se derrumba, con lo que el submodelo igual es rechazado, como en el caso de los submodelos anteriores, cabe indicar que este problema se dio por el aglutinante, efecto ocurrido en los submodelos similares.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo D3 se encuentra en el anexo No. 17. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D3".

FIGURA 45. Mezcla del modelo D, Submodelo D3.



(De la Torre, A)

FIGURA 46. *Modelo D, Submodelo D3.*



(De la Torre, A)

4.2.4.4. FABRICACION DEL MODELO D – SUBMODELO D4

En la fabricación del “*Submodelo D4*”, se empleó cuesco de palma molida en sus dos tamaños de partículas de 1mm (función de arena) y 6mm, (función de cascajo), fibra o rastrojo de piña de tamaño variable, se añadió en la combinación, la mezcla de cemento con agua cumpliendo la función del aglutinante.

La mezcla en este prototipo tiene una relación de 60-10-30, de lo cual el 60% es cuesco molido de palma africana en sus dos tamaños, equivalente a un peso de 1230.00 gramos, el 10% esta conformado por fibra o rastrojo de piña, que

equivale a un peso de 205.00 gramos, y un 30% conformado por una mezcla de cemento (mortero), equivalente a 615.00 gramos en peso.

Al cabo de las 24 horas que pasó la mezcla en el molde, existió la formación de un ladrillo de color grisáceo este fue puesto a secar por 2 días y al cabo de este tiempo empezó a existir un desgranamiento de las partes que esta en contacto con la fibra de piña ya que no existe una adherencia de la misma en la mezcla, este efecto no permitió tener un ladrillo homogéneo, al paso cada día existió más desprendimiento de la fibra de piña, por lo que es desechado este submodelo.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo D4 se encuentra en el anexo No. 18. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D4".

FIGURA 47. Modelo D, Submodelo D4.



(De la Torre, A)

4.2.5. FABRICACION DEL MODELO E

La fabricación del “*modelo E*”, no se materializó, debido a los resultados arrojados en los submodelos que le precedieron, ya que este modelo tuvo como característica el empleo de todas las materias primas en conjunto, como es el cuesco de la palma molido, fibra de palma africana molida, fibra de abacá, y fibra o rastrojo de piña, en combinación con los 4 diferentes aglutinantes que se emplean como es el agua, cola de carpintero blanca, engrudo y mezcla de cemento.

como se obtuvo en los casos anteriores, la piña por ser el principal componente limitante debido a las malas características que presenta las cuales son la mala adherencia entre partículas con los diferente aglutinante y la formación de hongos; otra limitante fue que en algunos casos el abacá generó, problemas en la formación de un ladrillo; además de saber que el agua y engrudo, no generaron adherencia entre las partículas, por estas razones se determino a no realizar la fabricación de estos prototipos por saber de antemano el resultado y problemas que presentarían al momento de su fabricación, por lo que impidió la continuidad en la fabricación de los cuatro submodelos.

No se realizan fichas técnicas de este modelo y sus respectivos submodelos, debido a que no habría formación de un ladrillo debido a los acontecimientos antes mencionados.

4.2.6. FABRICACION DEL MODELO F

El “*modelo F*”, es un modelo diferente a los antes realizados la característica que aquí impera fue el empleo el cuesco de palma africana sin moler, se lo utilizó

como viene de las extractoras, y solo se realizaron tres submodelos empleando solo 3 aglutinantes, mezcla de cemento, cola de carpintero y engrudo.

4.2.6.1. FABRICACION DEL MODELO F – SUBMODELO F1

Para fabricar del “*Submodelo F1*”, se empleó cuesco de palma sin moler y como aglutinante, la mezcla de cemento con agua.

En este prototipo la relación de los componentes fue 60-40, de lo cual el 60% es cuesco de palma sin moler, equivalente a un peso de 1194.90 gramos, el 40% esta conformado por una mezcla de cemento (mortero), equivalente a 796.60 gramos en peso.

Al cabo de las 24 horas que pasó la mezcla en el molde, hubo formación del ladrillo esperado, este fue de color grisáceo y de textura gruesa y no liso, se lo puso a secar por 2 días y luego se sometió a remojo por 10 días y se lo dejó que fragüe hasta cumplir los 28 días, tiempo en que se puede determinar su dureza y resistencia final.

Cuando se puso a secar el ladrillo, se observó que el prototipo si tiene características que son apreciables como la dureza y formación de un compuesto compacto, pero se detecto que hubo desprendimiento de polvo de cemento por efecto de no tener en su estructura un elemento que cumpla la función de la arena, que ayuda a la compactación y adherencia de las partículas de cemento y sus demás componentes, pero de todas maneras el submodelo fue seleccionado para las siguientes pruebas que se realizo.

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo F1 se encuentra en el anexo No. 19. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F1".

FIGURA 48. Mezcla del modelo F, Submodelo F1.



(De la Torre, A)

FIGURA 49. Modelo F, Submodelo F1.



(De la Torre, A)

4.2.6.2. FABRICACION DEL MODELO F – SUBMODELO F2

El “*Submodelo F2*”, en su composición lleva cuesco de palma sin moler, y como aglutinante lleva cola de carpintero blanca.

Los porcentajes como es característico en todo el modelo “F”, es una relación de 60-40, de lo cual el 60% es cuesco de palma sin moler, equivalente a un peso de 649.99 gramos, y un 40% esta conformado por el aglutinante en este caso la cola carpintero, con un peso equivalente a 433.33 gramos en peso.

Una vez pesado las materias primas en las proporciones establecidas se procede a mezclar el material como se indica en la Figura 48, obteniendo una mezcla homogénea de color café con una textura rústica, diferente a los otros prototipos debido a la contextura del cuesco sin moler.

Pasadas las 24 horas de prensado, se procedió a retirar los moldes y se observó la formación de un ladrillo sólido, seco casi en un 95% a diferencia de los otros modelos, el secado en este modelo fue mas rápido que los demás submodelos que llevan el mismo aglutinante, se dejó secar por un lapso de 7 días al ambiente, donde ya adquiere una dureza y firmeza homogénea, por lo cual este submodelo es preseleccionado para la siguiente etapa.

La información respecto a las características del submodelo F2 se encuentra en su respectiva ficha técnica individual anexo No. 20. “*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F2*”.

FIGURA 50. Mezcla del modelo F, Submodelo F2.



(De la Torre, A)

FIGURA 51. Modelo F, Submodelo F2.



(De la Torre, A)

4.2.6.3. FABRICACION DEL MODELO F – SUBMODELO F3

Para fabricar del “*Submodelo F3*”, se emplea cuesco de palma sin moler, y se añadió, la mezcla de cemento con agua que cumple la función del aglutinante.

La mezcla en este prototipo tiene igual a los demás de su grupo una relación de 60-40, de lo cual el 60% es cuesco de palma sin moler, equivalente a un peso de 1021.00 gramos, el 40% está conformado por engrudo a base de harina de castilla, equivalente a 408.50 gramos en peso.

Al mezclar los componentes de este submodelo, se obtuvo el mismo efecto de los submodelos A3, B3, C3, D3, las partículas y el aglutinante no tienen la adherencia necesaria para la formación del ladrillo.

Al cabo de las 24 horas de prensado se retiró los moldes no existe ningún tipo de aglutinación ya que a diferencia de los submodelos anteriores que llevan el mismo aglutinante, aquí no hubo formación de un ladrillo y la mezcla permanece similar a la que fue colocada, no hubo formación de ladrillo ni pequeñas aglomeraciones, por lo que este submodelo se rechazó,

La ficha técnica con las respectivas características del submodelo F3 se encuentra en el anexo No. 21. “*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F3*”.

FIGURA 52. Mezcla del modelo F, Submodelo F3.



(De la Torre, A)

En la siguiente tabla vemos un resumen de lo ocurrido en cada submodelo e indica los submodelos preaprobados listos para la fabricación de los ladrillos hermanos, además muestra los submodelos rechazados y sus causas.

TABLA 10. Resumen de la fabricación de los submodelos de ladrillos ecológicos.

RESUMEN DE LA FABRICACIÓN DE LOS SUBMODELOS DE LADRILLOS ECOLÓGICOS					
Submodelo	Preaprovación	Formación de ladrillo	Causa #1	Causa #2	Causa #3
A2	Aceptado	si	ladrillo homogéneo	textura granular	
A4	Aceptado	si	ladrillo homogéneo	textura granular	
B2	Aceptado	si	ladrillo homogéneo	textura liza	
B4	Aceptado	si	ladrillo homogéneo	textura liza	
C2	Aceptado	si	ladrillo homogéneo	formación de barbas, textura granular	
F1	Aceptado	si	ladrillo homogéneo	textura abierta entre partículas	
F2	Aceptado	si	ladrillo homogéneo	textura abierta entre partículas	
A1	Rechazado	no	no hubo compactación		
A3	Rechazado	no	parcial compactación	no hubo secado del aglutinante	
B1	Rechazado	no	no hubo compactación		
B3	Rechazado	no	parcial compactación	no hubo secado del aglutinante	
C1	Rechazado	no	no hubo compactación		
C3	Rechazado	no	parcial compactación	no hubo secado del aglutinante	
C4	Rechazado	no	ladrillo homogéneo	desprendimiento de partículas de cemento	no hubo adherencia correcta cemento - abacá
D1	Rechazado	no	no hubo compactación	generación de hongos	
D2	Rechazado	no	parcial compactación	generación de hongos	desprendimiento de partículas de piña
D3	Rechazado	no	parcial compactación	no hubo adherencia entre partículas	generación de hongos
D4	Rechazado	no	ladrillo homogéneo	desprendimiento de partículas de piña	
E1	Rechazado	no	no se fabrico por tener piña		
E2	Rechazado	no	no se fabrico por tener piña		
E3	Rechazado	no	no se fabrico por tener piña		no se fabrico por tener engrudo
E4	Rechazado	no	no se fabrico por tener piña	no se fabrico por tener fibras de abacá	
F3	Rechazado	no	no hubo compactación	no hubo secado del aglutinante	

(De la Torre, A)

4.3. FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS PARA LAS PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO

Seleccionados los modelos que se preseleccionaron, debido a que hubo formación de un ladrillo y al final del secado o fraguado, no presentaron ningún problema, se procedió a fabricar los ladrillos hermanos de cada submodelo, estos consistieron en series de 10 ladrillos por cada submodelo preaprobado para ser sometidos a las pruebas respectivas de campo y laboratorio.

Para la fabricación de los ladrillos hermanos, se requirió cumplir los requerimientos específicos, que fue realizar mezcla para 10 ladrillos en las proporciones que indica cada submodelo, y la fabricación tenía que ser realizada al mismo tiempo, para que todos los ladrillos tuvieran la misma edad, de esta manera las pruebas posteriores de verificación que se realicen a los ladrillos serán lo más exactas posibles.

Estos ladrillos fueron sometidos a las pruebas de campo que son de resistencia a altas y bajas temperaturas, e impermeabilidad, estas pruebas se las realizaron a nivel de campo porque se quiso ver como reaccionaria en condiciones normales.

Los modelos que fueron seleccionados para estas pruebas fueron los Submodelos, A2, B2, C2, F2, A4, B4, F1, de estos se fabricaron un total de 10 por cada submodelo y en total 70 ladrillos que se someterán a las pruebas.

Los submodelos A4, B4, F1, se fabricaron y puestos a fraguar por 28 días, y los submodelos A2, B2, C2, F2, se fabricaron y secados en un periodo de 7 días.

TABLA 10. Resumen de la fabricación de los submodelos de ladrillos ecológicos.

CARACTERÍSTICAS DE LOS LADRILLOS HERMANOS DE LOS SUBMODELOS SELECCIONADOS													
Submodelo	Material 1 (%)		Material 2 (%)		Aglutinante (%)		Característica 1	Característica 2	Característica 3				
A2	cuesco molido	80			pegamento blanco	20	textura granular	homogeneo, liviano y duro	color café				
A4	cuesco molido	70			mezcla de cemento	30	textura granular	homogeneo, pesado y duro	color grisaceo				
B2	cuesco molido	50	fibra de palma	20	pegamento blanco	30	textura liza	homogeneo, ligeramente pesado, duro	color café, fibras anaranjadas				
B4	cuesco molido	40	fibra de palma	20	mezcla de cemento	40	textura liza	homogeneo, pesado y duro	color grisaceo				
C2	cuesco molido	60	fibra de abaca	10	pegamento blanco	30	textura granular fibroso	homogeneo, presencia de barbas de abaca, liviano, ligeramente duro	color café, fibras blancas				
F1	cuesco sin moles	60			mezcla de cemento	40	textura granular de gran abertura entre particulas	homogeneo, apariencia rustica, ligeramente duro, pesado	color grisaceo				
F2	cuesco sin moles	60			pegamento blanco	40	textura granular de gran abertura entre particulas	homogeneo, liviano, ligeramente duro	color café				
<table border="1"> <tr> <td>Homogeneo</td> <td>forma similar, sin daños en la estructura</td> </tr> <tr> <td>Liviano y duro</td> <td>peso y resistencia medida a la mano</td> </tr> </table>										Homogeneo	forma similar, sin daños en la estructura	Liviano y duro	peso y resistencia medida a la mano
Homogeneo	forma similar, sin daños en la estructura												
Liviano y duro	peso y resistencia medida a la mano												

(De la Torre, A)

Las 10 unidades de cada submodelo se fabricó en el mismo día y cada submodelo se realizó en un intervalo de 24 horas, por lo que se procedió a fabricar de dos formas, los ladrillos que llevan cemento se moldearon y se retiraron del molde después de 2 horas con lo que se puede lograr obtener las 10 unidades hermanas al mismo tiempo, ya que la moldeadora – prensadora aloja

solo 4 ladrillos a la vez. Los ladrillos que son de pega de carpintero blanca, se los dejó en el molde en un intervalo de 30 minutos después del prensado.

No existió ningún problema al desmoldar los ladrillos en los tiempos que se señaló, por lo que al momento del post moldeado, no hubo ruptura, ni fragmentación de los mismos, de igual al momento del post secado no hubo ningún problema o diferencias con los prototipos que se realizaron en la preselección.

FIGURA 53. Ladrillos hermanos Submodelo A2.



(De la Torre, A)

FIGURA 54. Ladrillos hermanos Submodelo B2.



(De la Torre, A)

FIGURA 55. Ladrillos hermanos Submodelo C2.



(De la Torre, A)

FIGURA 56. Ladrillos hermanos Submodelo F2.



(De la Torre, A)

FIGURA 57. Ladrillos hermanos Submodelo A4.



(De la Torre, A)

FIGURA 58. Ladrillos hermanos Submodelo B4.



(De la Torre, A)

FIGURA 59. Ladrillos hermanos Submodelo F1.



(De la Torre, A)

CAPITULO 5. VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS MODELOS DE LADRILLOS ECOLOGICOS SELECCIONADOS.

Una vez que se realizaron los ladrillos hermanos de los submodelos seleccionados se procedió a realizar las pruebas respectivas en laboratorio y en campo; los resultados obtenidos son compilados en las respectivas fichas, individuales de cada submodelo y en el informe que presenta el laboratorio (ver anexos).

5.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO A2.

5.1.1. RESULTADOS A LAS PRUEBAS DE VERIFICACION DEL SUBMODELO A2.

En las diferentes pruebas elaboradas a los ladrillos hermanos de este submodelo, se encontró los siguientes datos que están recopilados en la ficha técnica del submodelo, anexo No. 4. "*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A2*" y en el informe del ensayo de materiales, Muestra A2, ver anexos.

Los resultados indican que el ladrillo tiene una mala resistencia a la compresión con solo $1,7 \text{ pc/cm}^2$, y la norma indica que mínimo tiene que ser de 3 pc/cm^2 , para el uso de mampostería en viviendas y mínimo 25 pc/cm^2 , para soportar peso de lozas, este submodelo puede recibir una carga máxima de 46,72 KN.

La densidad de este submodelo fue 0.6 g/cm^3 , inferior a la del agua, por lo que le hace muy liviano, lo cual es una característica muy importante para realizar construcciones.

Otras pruebas fueron las de temperatura el submodelo A2, fue expuesto por 24 horas a una temperatura constante de -15°C , y no se encontró ningún problema, ruptura o alteración, con lo que observamos que si es resistente a bajas temperaturas, otro ladrillo fue sometido a una temperatura constante de 300°C ., por un lapso de 2 horas y al cabo de este tiempo se incinera el ladrillo.

El submodelo al ser sometido al agua duró menos de 5 minutos en perder su forma y el aglutinante en diluirse, rompiendo la unión entre las partículas sólidas y aglutinante, debido a que el aglutinante se disuelve fácilmente con el agua.

De acuerdo con la Norma INEN 297, este ladrillo, por su baja resistencia no es apto para la construcción de viviendas, este submodelo, para poder ser apto para la construcción, tiene que mejorar la resistencia a la compresión y permitir ser impermeable, para su uso tanto interno como externo en las edificaciones, esto se logrará empleando aglutinantes que le den dureza e insolubilidad en el agua.

5.1.2. CARACTERISTICAS FINALES DEL SUBMODELO A2.

Las características finales del submodelo A2, después de todo el proceso se encontró, que lo más relevante que tiene el ladrillo es su estructura de forma cúbica, sus dimensiones son en promedio de $24\text{cm} \times 11.5\text{cm} \times 6\text{cm}$, con un peso final promedio de 1084.70 gramos, equivalente a un volumen de $0,0015449 \text{ m}^3$, con una coloración, café oscuro, con textura abierta, en forma de gránulos, las aberturas entre partículas es la causa principal para que no exista una

compactación total y por ende no haya una buena resistencia, es un ladrillo liviano, la apariencia externa es muy agradable a la vista, de baja densidad.

Este submodelo es ideal por su peso para construir pequeñas edificaciones como galpones de aves, corrales de animales pequeños, cabañas pequeñas y pequeñas viviendas, estas últimas siempre y cuando se ayuden en columnas de hormigón o columnas de madera, pero se limita al uso de interiores y no exteriores debido a su nula resistencia a la humedad, esto puede cambiar con el uso de diferente aglutinante que sea resistente a la humedad; otra aplicación importante que cabe recalcar es el uso de la mezcla de este submodelo en la fabricación de aglomerados, ya que la resistencia y el peso que tiene es suficiente en la aplicación de estos productos, por lo que le hace una buena opción de empleo, otra aplicación es como ladrillos decorativos, siempre y cuando se encuentre una manera de hacerlos resistentes al agua.

5.2. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO A4.

5.2.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION DEL SUBMODELO A4.

En las diferentes pruebas elaboradas a los ladrillos hermanos de este submodelo, se encontró los siguientes datos que se encuentran recopilados en la ficha técnica individual, anexo No. 6. "*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A4*" y en el informe del ensayo de materiales, Muestra A4, ver anexos.

El ladrillo obtuvo una resistencia a la compresión de $2,5 \text{ pc/cm}^2$ en promedio, acercándose a la norma que indica como mínimo 3 pc/cm^2 , para el uso de mampostería, puede recibir una carga máxima de 73, 30 KN.

La densidad de este submodelo fue de 0.9 g/cm^3 , inferior a la del agua, esta densidad es una característica muy importante para realizar construcciones, además de esta característica, el ladrillo soporta temperaturas de congelación de $-15 \text{ }^\circ\text{C}$, en la prueba se sometió el ladrillo en un tiempo de 24 horas, a temperatura constante de $-15 \text{ }^\circ\text{C}$. La prueba de resistencia al fuego fue durante 24 horas a 300°C , lo único que se encontró fue negreamiento del ladrillo y una muestra de quemazón en las partículas de cuesco de palma que se encontraban en los bordes.

EL modelo al ser expuesto en el interior del agua por 24 horas absorbió la misma en un 15%, en referencia al total del grueso del ladrillo, esto se constató al momento de cortar el ladrillo y ver su interior.

De acuerdo con la Norma INEN 297, la resistencia a la compresión de este submodelo no entra en la clasificación de la misma, no está apto para la construcción de viviendas, para poder ser aprobado en el uso en construcciones se necesita aumentar la resistencia a la compresión del ladrillo por lo que es aconsejable mejorar la composición de la mezcla, esto aumentaría en una manera notable la resistencia.

5.2.2. CARACTERISTICAS FINALES DEL SUBMODELO A4

Las características finales del submodelo A4, indican que es un ladrillo con forma cúbica, de dimensiones 24cmx11.5cmx6cm, en promedio, un volumen de 0,001192686 mts³, con un peso final promedio de 1736.80 gramos, el peso del submodelo es moderado pero sigue siendo inferior al peso de un ladrillo convencional, lo que le hace atractivo para el alivianamiento en las construcciones.

La coloración, es gris, con textura granular, por tener esta textura se genera un ligero desmoronamiento de los bordes del ladrillo, además esta textura le permite tener aberturas entre partículas debido al tamaño de las mismas, al mismo tiempo el tenerse este tipo de textura le permite dar un buen enlucido final en la construcción; la apariencia externa y su color es similar a un bloque de cemento.

Para poder ejecutar las características del submodelo es importante aumentar la resistencia a la compresión mejorando la mezcla del mortero, con lo que permitirá construir mampostería o paredes de soporte, estas últimas siempre y cuando se ayuden en columnas de hormigón o columnas de madera, su uso puede ser aplicado al uso de interiores y exteriores.

5.3. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISITCAS DEL SUBMODELO B2.

5.3.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION DEL SUBMODELO B2.

En las diferentes pruebas realizadas a los ladrillos hermanos de este submodelo, se encontró los siguientes datos que están recopilados en la ficha técnica del submodelo, anexo No. 8. "*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B2*" y en el informe del ensayo de materiales, Muestra B2, ver anexos.

Los resultados indican que el ladrillo tiene una baja resistencia a la compresión con solo $1,1 \text{ pc/cm}^2$, no llegando a los mínimos valores que se indica la norma de 3 pc/cm^2 , el ladrillo puede recibir una carga máxima de 32,13 KN.

La densidad de este submodelo 0.62 g/cm^3 , fue inferior a la del agua, por lo que le hace muy liviano, esta característica es importante para realizar edificaciones.

Otra prueba realizada fue la de temperatura, el submodelo B2, fue expuesto por 24 horas a una temperatura constante de -15°C , sin encontrar ningún problema, ruptura o alteración, en la estructura, lo que indica que si es resistente a bajas temperaturas, otro ladrillo fue sometido a una temperatura constante de 300°C , por un lapso de 1.5 horas, al cabo de ese tiempo el ladrillo se desintegró, quedando en ceniza.

El submodelo B2 al ser sometido al agua duró menos de 5 minutos en perder su forma, y el aglutinante en diluirse, rompiendo la unión entre las partículas sólidas y aglutinante, debido a que el aglutinante se disuelve fácilmente con el agua.

De acuerdo con la Norma INEN 297, este ladrillo, por su baja resistencia no es apto para la construcción de viviendas, este submodelo, para estar apto en la construcción, tiene que mejorar la resistencia a la compresión ya que es muy baja, y el aglutinante debe permitir ser impermeable, para su uso tanto interior como exterior en las edificaciones, estas mejoras se logrará empleando aglutinantes que le den dureza e insolubilidad en el agua.

5.3.2. CARACTERISTICAS FINALES DEL SUBMODELO B2.

El submodelo B2, presenta una estructura de forma cúbica, sus dimensiones son en promedio de 24cmx11.5cmx6cm, con un peso final promedio de 1121.40 gramos, equivalente a un volumen de 0,00181414 mts³, con una coloración, café oscuro, con fibras de color cremo anaranjadas, con textura liza y compacta, lo que le da una estructura sólida, pero a su vez no le permite ser muy resistente al momento de generar fuerzas de aglutinación entre la materia sólida y el aglutinante, es un ladrillo liviano, de baja densidad, la apariencia externa es muy agradable a la vista.

Este submodelo es ideal por su peso para construir aglomerados, porque le da una buena compactación y al mismo tiempo no son muy pesados, otro uso es como ladrillos decorativos, muebles ,puertas, entre otros; si mejora su capacidad a resistir la compresión, sería de gran utilidad en construcciones livianas, siempre y cuando se ayuden en columnas de hormigón o columnas de madera, en el momento su uso se limita a interiores y decoraciones, por lo que no es aplicable

en exteriores, esto puede cambiar empleando diferentes aglutinantes, que sean resistentes a la humedad.

5.4. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO B4.

5.4.1. RESULTADO DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION DEL SUBMODELO B4.

En las diferentes pruebas elaboradas a los ladrillos hermanos del submodelo B4, se obtuvieron datos que se encuentran detallados en la ficha técnica individual, anexo No. 10. "*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B4*" y en el informe del ensayo de materiales, Muestra B4, ver anexos.

Sin duda el ladrillo que adquirió la mejor resistencia en comparación con los demás submodelos analizados la resistencia a la compresión fue de $4,23 \text{ pc/cm}^2$ en promedio, encontrándose dentro de los parámetros que indica la norma que indica como mínimo 3 pc/cm^2 , para el uso de mampostería; el ladrillo puede recibir una carga máxima de 119.38 KN.

La densidad de este submodelo fue 0.96 g/cm^3 , inferior a la del agua, esta densidad es una característica muy importante para realizar construcciones.

El ladrillo soporta temperaturas de congelación, en la prueba se sometió a un periodo de 24 horas a temperatura constante de $-15 \text{ }^\circ\text{C}$, Se hizo otra prueba de

resistencia al fuego, durante un lapso de 24 horas a 300°C, lo único que se encontró fue negreamiento del ladrillo y sin muestras de quemazón, de las partículas de cuesco de palma africana.

EL submodelo al ser sometido a una prueba de resistencia al agua por 24 horas, absorbió agua en su interior en un 5% en referencia al total del grueso del ladrillo, esto se constato al momento de cortar el ladrillo y ver su interior.

De acuerdo con la Norma INEN 297, este ladrillo, por su resistencia a la compresión entra en la clasificación de dicha norma, como ladrillo para mampostería, no obstante con un afinamiento en la mezcla del mortero, permitirá al modelo alcanzar grados mayores de resistencia con lo que podrá adquirir usos en trabajos de mayor exigencia.

5.4.2. CARACTERISTICAS FINALES DEL SUBMODELO B4.

En las características finales del submodelo B4, se determinó que es un ladrillo con forma cúbica, de dimensiones 24cmx11.5cmx6cm, en promedio, con un volumen de 0,00186035 mts³, con un peso final promedio de 1786.30 gramos, el peso del submodelo es moderado, pero es inferior al peso de un ladrillo convencional, lo que le hace atractivo para el alivianamiento en las construcciones, y competitivo frente al tradicional.

La coloración, es gris, con textura liza compacta, sin muestra de aberturas lo que genera una mejor compactación y aumento en la resistencia, por tener esta textura no existe un desgranamiento de la composición del ladrillo le da una apariencia de un hormigón duro, además esta textura de igual manera al A2, le

permite dar un buen enlucido final en la construcción; la apariencia externa y su color es similar a un bloque de cemento.

Este ladrillo en estas condiciones ya permite construir mampostería, paredes de ligero soporte, galpones, bodegas, viviendas ligeras y entre otros tipos de construcciones, todas con apoyo de columnas de hormigón o columnas de madera, su uso puede ser aplicado tanto en interiores y exteriores; este fue el mejor submodelo en cuanto a sus propiedades, las mismas que pueden mejorarse con afinamientos en la mezcla.

5.5. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO C2.

5.5.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION DEL SUBMODELO C2.

Una vez realizadas las pruebas a los ladrillos hermanos de este submodelo, se obtuvieron datos que se encuentran registrados en la ficha técnica del submodelo, anexo No. 12. "*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C2*" y en el informe del ensayo de materiales, Muestra C2, ver anexos.

Los resultados indican que este ladrillo tuvo la más baja resistencia de todos los submodelos analizados, la resistencia compresión llegó a $0,9 \text{ pc/cm}^2$, no llegando a los mínimos valores de la norma 3 pc/cm^2 , el ladrillo puede recibir una carga máxima de 26.17 KN.

La densidad de este submodelo fue 0.58 g/cm^3 , inferior a la del agua, por lo que lo hace muy liviano.

Otras prueba a la que fue expuesto es la de temperatura, el submodelo C2, fue expuesto por 24 horas a una temperatura constante de $-15 \text{ }^\circ\text{C}$, sin encontrar ningún problema, ruptura o alteración, en la estructura, lo que indica que si es resistente a bajas temperaturas, otro ladrillo del mismo submodelo fue sometido a una temperatura constante de 300°C , por un lapso de 1.3 horas y al cabo de ese tiempo el ladrillo se desintegro, quedando en ceniza, pero las fibras de abacá se queman mucho más rápido que el cuesco de palma lo que ayuda a que la estructura se desarme más rápido que los submodelos similares.

El submodelo C2 al ser sometido a una prueba de agua duró menos de 5 minutos en perder su forma al igual que todos los submodelos que llevan el mismo aglutinante, presenta una ruptura de la unión de las partículas sólidas y el aglutinante, debido a que el aglutinante se disuelve fácilmente con el agua.

De acuerdo con la Norma INEN 297, este ladrillo, no es apto para su uso en construcción.

5.5.2. CARACTERISTICAS FINALES DEL SUBMODELO C2.

Las características finales del submodelo C2, después de la investigación fue un ladrillo con estructura de forma cúbica, sus dimensiones son en promedio de $24\text{cm} \times 11.5\text{cm} \times 6\text{cm}$, con un peso final promedio de 1081.92 gramos, equivalente a un volumen de $0,00184860 \text{ mts}^3$, con una coloración, café obscura con fibras blanquecinas, con textura granulada y fibrosa, con muchos espacios abiertos

formados por el tamaño de la partícula del cuesco de palma y la fibra de abacá, esta unión no fue muy consistente, porque lo que la resistencia no es apropiada por lo que hay muchos espacios desiguales en la conformación interna del ladrillo, es un ladrillo liviano, de baja densidad, la apariencia externa es muy agradable a la vista.

Este submodelo técnicamente no es apropiado para ninguna función ya que son muy altos sus costos y no brinda propiedades óptimas en la construcción, el único uso posible es la decoración de interiores debido a que no es resistente a la compresión ni al agua.

5.6. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO F1.

5.6.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION DEL SUBMODELO F1.

Las diferentes pruebas realizadas a los ladrillos hermanos del submodelo F1, indican los datos que se encuentran detallados en la ficha técnica individual, anexo No. 19. "*TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F1*" en el informe del ensayo de materiales, Muestra F1, ver anexos.

Este ladrillo tiene una resistencia a la compresión promedio de 1.88 pc/cm^2 , lo cual no esta dentro del parámetro mínimo que indica la norma, 3 pc/cm^2 , para el uso de mampostería; dicho submodelo tiene la capacidad de recibir una carga máxima de 54.78 KN.

La densidad de este submodelo fue 0.84 g/cm^3 , inferior a la del agua, esta densidad es ideal en la construcción, al igual que todos los demás ladrillos analizados.

El ladrillo soporta temperaturas de congelación, en la prueba se sometió a un periodo de 24 horas a temperatura constante de -15°C , se hizo otra prueba de resistencia al fuego, durante un lapso de 24 horas a 300°C , observando un negreamiento del ladrillo, existió quemazón en casi todo el ladrillo de las partículas de cuesco de palma, y esto generó un debilitamiento en la estructura externa del ladrillo, después de retirado de la prueba de fuego, se observa que hay desmoronamiento en casi toda la capa exterior del ladrillo con el menor frote, debido a que se quemaron las partículas, como ya se indicó anteriormente.

EL submodelo al ser sometido a una prueba de resistencia al agua por 24 horas, absorbió agua en su interior en un 80% en referencia al total del grueso del ladrillo, esto se constató al momento de cortar el ladrillo y ver su interior.

De acuerdo con la Norma INEN 297, este ladrillo, por su baja resistencia a la compresión no entra en la clasificación de dicha norma, como ladrillo para mampostería, y no es de estructura concisa, y no impide el ingreso de agua.

5.6.2. CARACTERISTICAS FINALES DEL SUBMODELO F1.

En las características finales del submodelo F1, se determinó que es un ladrillo con forma cúbica, de dimensiones $24\text{cm} \times 11.5\text{cm} \times 6\text{cm}$, en promedio, con un volumen de $0,00193931 \text{ mts}^3$, con un peso final promedio de 1623.83 gramos, el peso del submodelo es moderado, y dentro de los submodelos a base de

cemento es el más ligero e inferior al peso de un ladrillo convencional, lo que es bueno para alivianamiento de construcciones.

La coloración, es gris, con textura granular abierta muy espaciada, no es muy recomendable para cualquier tipo de construcción ya que las partículas por ser muy grandes tienden a desmoronarse al menor roce, además no impide el ingreso de agua interior del ladrillo porque no ser de estructura cerrada, además esta estructura es lo que impide que adquiera mayor resistencia. La apariencia externa y su color es similar a un bloque de cemento hecho a base solo de cascajo, totalmente rustico.

En estas condiciones el submodelo no permite construir ningún tipo de estructura sea esta mampostería, paredes de ligero soporte, mucho menos estructuras con mayor esfuerzo. Este submodelo podría servir siempre y cuando se realicen otras mezclas en las que se coloque componentes que permitan cerrar los espacios vacíos dejados por el tamaño de las partículas, esto podría mejorar notablemente la resistencia y evitar el ingreso de agua al interior del ladrillo.

5.7. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL SUBMODELO F2.

5.7.1. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE VERIFICACION DEL SUBMODELO F2.

En las diferentes pruebas realizadas a los ladrillos hermanos del submodelo F2, se encontró los siguientes datos que están recopilados en la ficha técnica del submodelo, anexo No. 20. "TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACION

INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F2" en el informe del ensayo de materiales, Muestra F2, ver anexos.

Los resultados indican que el ladrillo tiene una baja resistencia a la compresión con solo $1,48 \text{ pc/cm}^2$, no llegando a los mínimos valores que indica la norma 3 pc/cm^2 , el ladrillo puede recibir una carga máxima de 42.80 KN.

La densidad de este submodelo fue inferior a la del agua, (0.50 g/cm^3) por lo que le hace el más liviano en comparación con sus similares, lo cual es una característica muy importante para realizar edificaciones.

Otra prueba a la que fue expuesto el ladrillo fue la de temperatura, el submodelo F2, fue expuesto por 24 horas a una temperatura constante de $-15 \text{ }^\circ\text{C}$, sin encontrar ningún problema, ruptura o alteración, en la estructura, demostrando que si es resistente a bajas temperaturas, otro ladrillo fue sometido a una temperatura constante de 300°C , por un lapso de 3.5 horas, para las respectivas pruebas de resistencia al fuego y al cabo de ese tiempo el ladrillo se desintegró, quedando en ceniza.

El submodelo F2 al ser sometido al agua duro menos de 5 minutos en perder su forma, y el aglutinante en diluirse, rompiendo la unión entre las partículas sólidas y aglutinante, debido a que el aglutinante se disuelve fácilmente con el agua.

De acuerdo con la Norma INEN 297, este ladrillo, por su baja resistencia a la compresión y no ser impermeable, no es apto para la construcción de viviendas; se tiene que mejorar la resistencia a la compresión, y que el aglutinante permita

ser impermeable, para su uso tanto en interiores como exteriores, estas mejoras se lograrán empleando aglutinantes que le den dureza e insolubilidad en el agua.

5.7.2. CARACTERISTICAS FINALES DEL SUBMODELO F2.

Las características finales del submodelo F2, después de la investigación tiene un ladrillo con estructura de forma cúbica, sus dimensiones son en promedio de 24cmx11.5cmx6cm, con un peso final promedio de 931.68 gramos, equivalente a un volumen de 0,00187819 mts³, con una coloración, café oscuro, de textura granular, muy abierta y gruesa, lo que le permite ser una estructura muy liviana, pero a su vez no le permite ser muy resistente al momento de generar las fuerzas de aglutinación entre la materia sólida y el aglutinante, por lo que de igual forma disminuye su capacidad a la resistencia de la compresión.

Es el ladrillo más liviano de todos, además la densidad es la más baja de todos los submodelos analizados, estas características le da una propiedad sumamente importante, que tiene que ser analizada en la construcción, por lo que al mejorar su mezcla con aglutinantes de mejor resistencia e impermeables, este ladrillo puede ser muy bien empleado en construcciones en las que se requiera alivianar en gran escala su peso.

La apariencia externa es muy agradable a la vista, su textura gruesa, granular y rustica le da una apariencia muy atractiva.

Este submodelo es ideal por su peso para construir aglomerados, bodegas, casas pequeñas de animales, galpones, y demás construcciones que no reciban un excesivo peso siempre y cuando se apoye en columnas de hormigo o madera.

Otro uso es como ladrillos decorativos, muebles, puertas, entre otros; si mejora su capacidad a resistir la compresión, sería el mejor modelo ya que al combinar bajo peso y resistencia revolucionaría la construcción de edificaciones livianas. En el momento su uso es limitado a interiores y decoraciones, por lo que no es aplicable en exteriores, esto puede cambiar empleando diferente aglutinante, que sea resistente a la humedad.

5.8. ANALISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS RESULTADOS DE LABORATORIO Y CAMPO DE LOS SUBMODELOS PREAPROBADOS

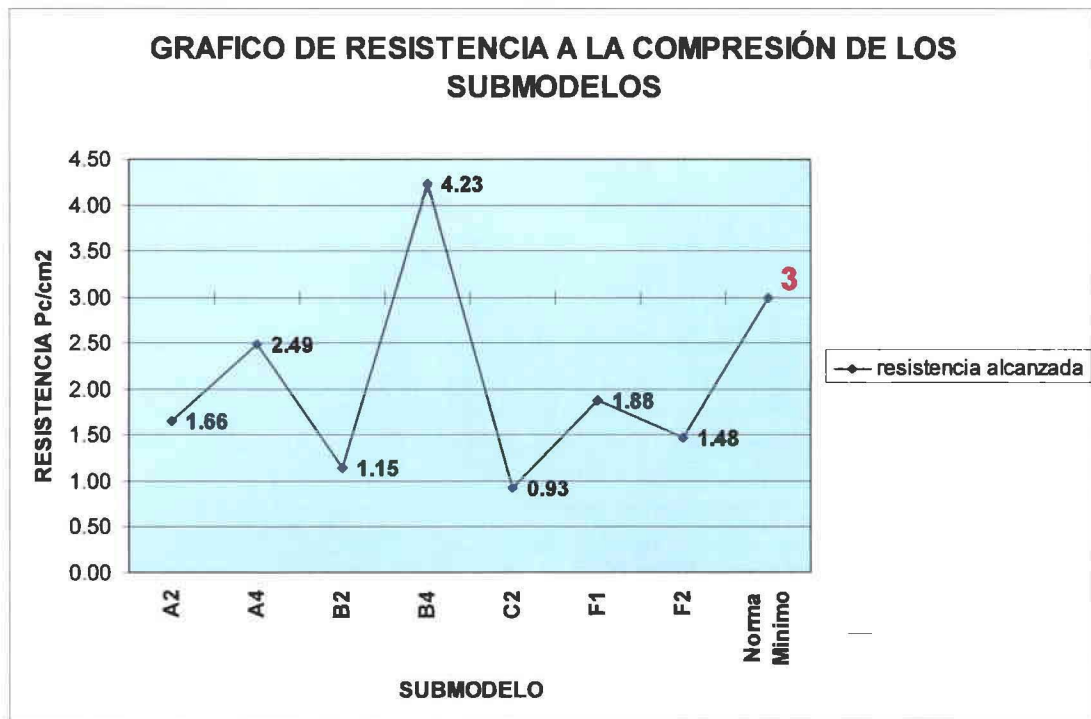
La recopilación de los datos de los ladrillos analizados muestra una serie de variables las mismas que al ser analizadas, nos brindan un escenario de cual ladrillo es el ideal para ser utilizado en la industria y cuales pueden tener un futuro siempre y cuando se corrijan los defectos o inconformidades que presentan.

En el Grafico No.1, vemos la comparación de las diferentes resistencias alcanzadas en los diferentes submodelos analizados, encontrando que solo el submodelo B4, pasa el mínimo que indica la norma de 3 Pc/cm^2 , y el de menor resistencia fue el submodelo C2, de igual forma se aprecia que el modelo A4 es el que más se acerca al valor mínimo que indica la norma, esto permite decir que con algunas correcciones este submodelo puede ser aprobado, mientras que su similar F1 se encuentra más alejado de la norma por lo que lo hace aun mas difícil el mejoramiento de su resistencia.

Los submodelos en base a cola de carpintero como es el A2, B2, F2, no se alcanzaron el valor mínimo establecido por la norma de 3 Pc/cm^2 , lo que indica que se debe cambiar la formulación en cuanto al aglutinante, buscando uno que le de mayor resistencia al momento de la compresión.

La diferencia entre los submodelos de cemento y los de cola de carpintero radica en que dentro de los primeros un submodelo si cumplió con los requerimientos esto indica que si es viable el empleo de estos ladrillos, a diferencia de los ladrillos de cola de carpintero que ningún submodelo pudo ingresar dentro de los parámetros establecidos, por lo que se concluye que el problema es el aglutinante.

GRAFICO 1. Grafico de resistencia a la compresión de los modelos analizados.

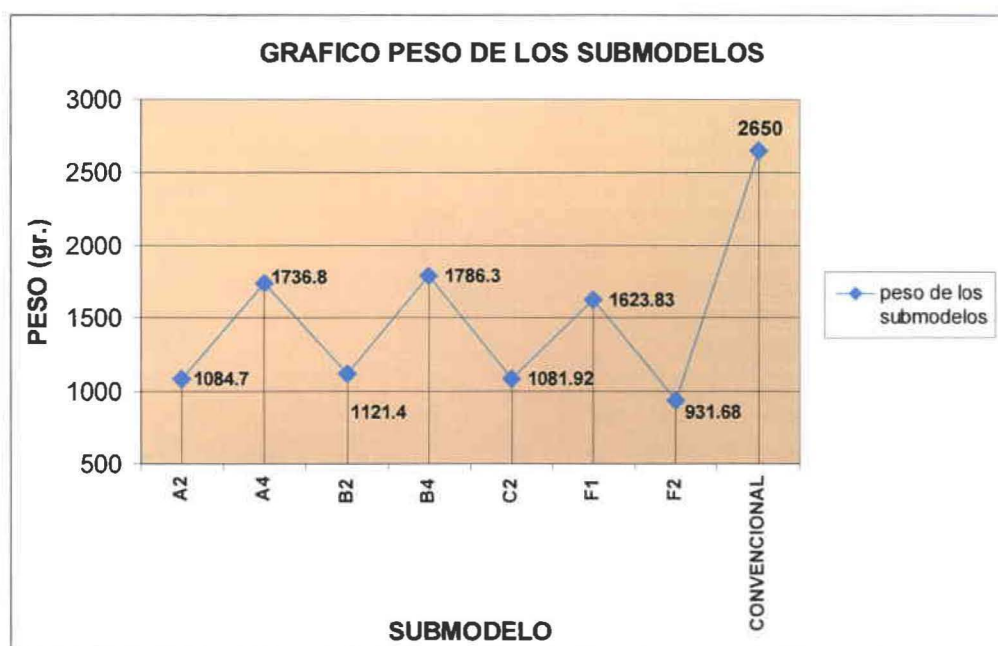


(De la Torre, A)

En el Grafico No.2, se aprecia un gráfico donde se compara los diferentes pesos de los submodelos comparando con un prototipo de fabricación convencional empleando materiales tradicionales (cemento, arena, cascajo), como se puede ver en el Grafico No. 2 todos los submodelos tienen un peso inferior al convencional, en el caso de los submodelos de cemento A4, B4, F1, su peso en relación al convencional es de 33.23% menos, y en el caso de los de aglutinante

de cola de carpintero A2, B2, C2, F2, el peso se reduce en casi un 60,19%, como se observa el convencional tiene un peso de 2650 gramos, mientras que el más representativo de los submodelos de cemento el B4, tiene un peso de 1786.3 gramos existiendo una diferencia de 863.7 gramos, lo cual al momento de construir es ideal ya que se reduce de una manera significativa el peso, de igual manera sucede en el caso de los submodelos de cola de carpintero, el más representativo de estos el B2, tiene una diferencia de peso de 1528.6 gramos, y si comparamos con el más liviano de todos el C2 hay una diferencia de peso de 1718.32 gramos, lo cual es excelente para una construcción.

GRAFICO 2. Grafico de peso de los modelos analizados.

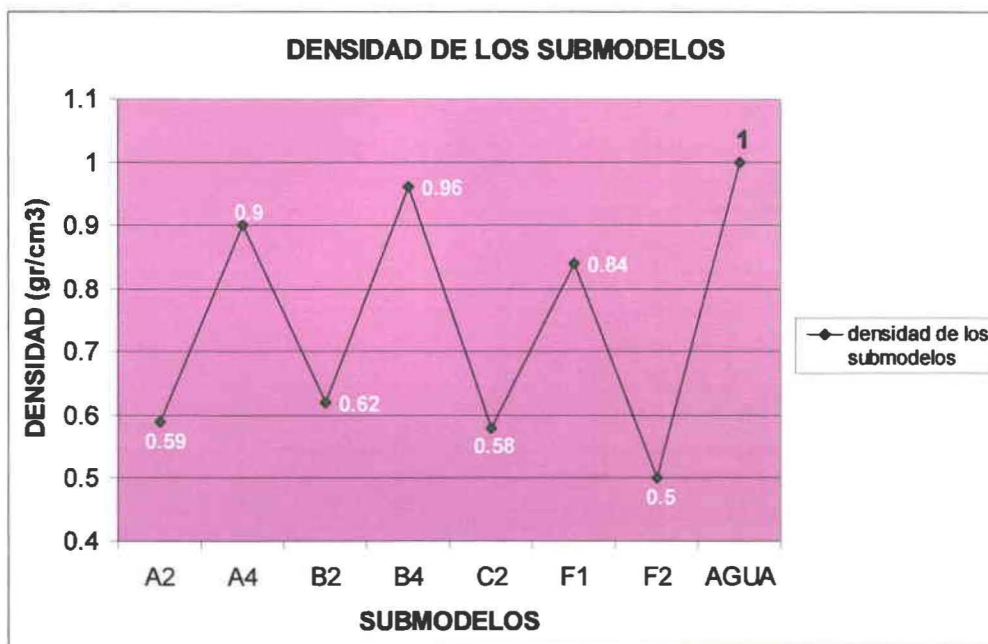


(De la Torre, A)

En el Grafico No.3, se analiza la densidad de los submodelos como todos son inferiores a la densidad del agua lo cual está directamente relacionado con el peso y la resistencia, pero es importante como el submodelo B4, aún que es el más pesado la densidad sigue siendo 0.96 g/cm^3 , menor a la del agua, como se observa en la grafica los submodelos de cemento A4, B4, F1, son los que más se

acercan a la densidad del agua, mientras los de cola de carpintero A2, B2, C2, F2, tienen casi un 42,75% en promedio por debajo de la densidad el agua.

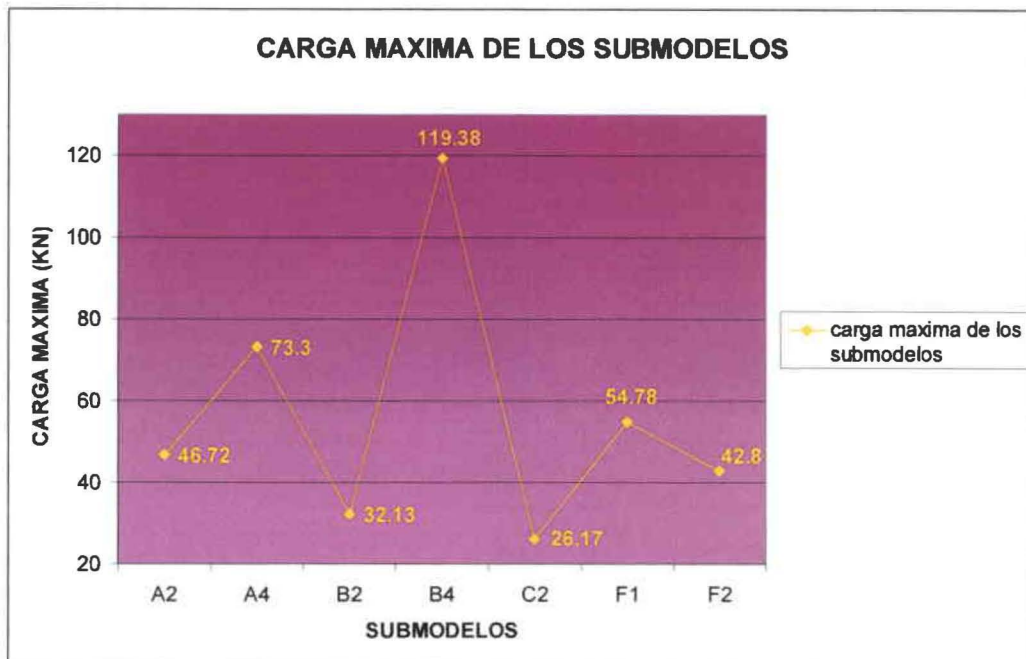
GRAFICO 3. Grafico de densidad de los modelos analizados.



(De la Torre, A)

En el Grafico No.4 se observa la carga máxima que resiste cada submodelo, y lo mas relevante es que el submodelo B4, soporta la mayor carga máxima con un promedio de 119.38, dejándole una larga distancia entre los demás submodelos, mientras que el de menor carga fue el submodelo C2 con 26,17 y adicional los de menor cargo son los de cola de carpintero (A2, B2, C2, F2).

GRAFICO 4. Grafico de carga máxima de los modelos analizados.



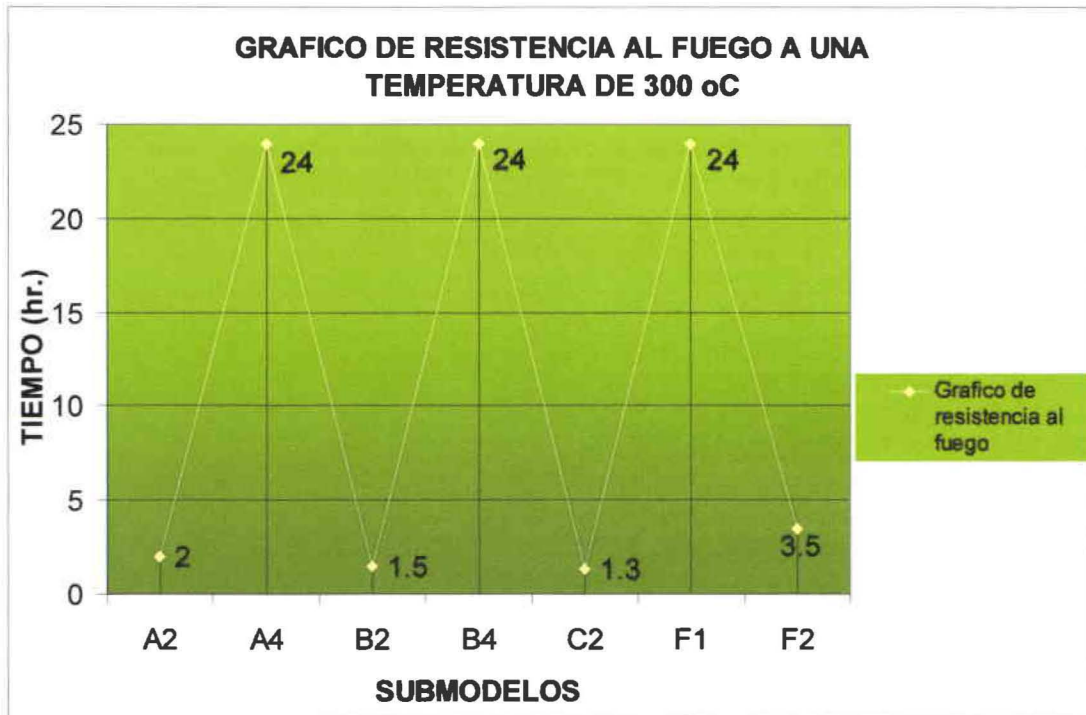
(De la Torre, A)

En cuanto a la resistencia a temperaturas de congelación, se observó que todos los submodelos fueron resistentes a la prueba de sometimiento de -15°C por un tiempo de 24 horas, ninguno presentó alguna novedad o variable a analizar.

En el Grafico No. 5, se observa los diferentes tiempos que se demora en quemarse o consumirse en el fuego cada uno de los modelos, esta prueba se realizó a una temperatura de 300°C , constante el tiempo es la variable en cada uno de los submodelos, por lo cual se observó que los modelos A4, B4, F1, por ser de cemento duraron un tiempo de 24 horas, sin ningún tipo de alteración, en su estructura salvo la coloración que es por acción de la combustión, mientras en el caso de los submodelos A2, B2, C2, F2, los tiempos fueron menores respecto a los modelos de cemento como indica el grafico No. 5, el que menos tiempo duró en consumirse fue el B2, con un tiempo de 1.5 horas mientras que el F2, demoró

3.5 horas en consumirse al fuego, por lo que vemos que los modelos si son medianamente resistentes al fuego.

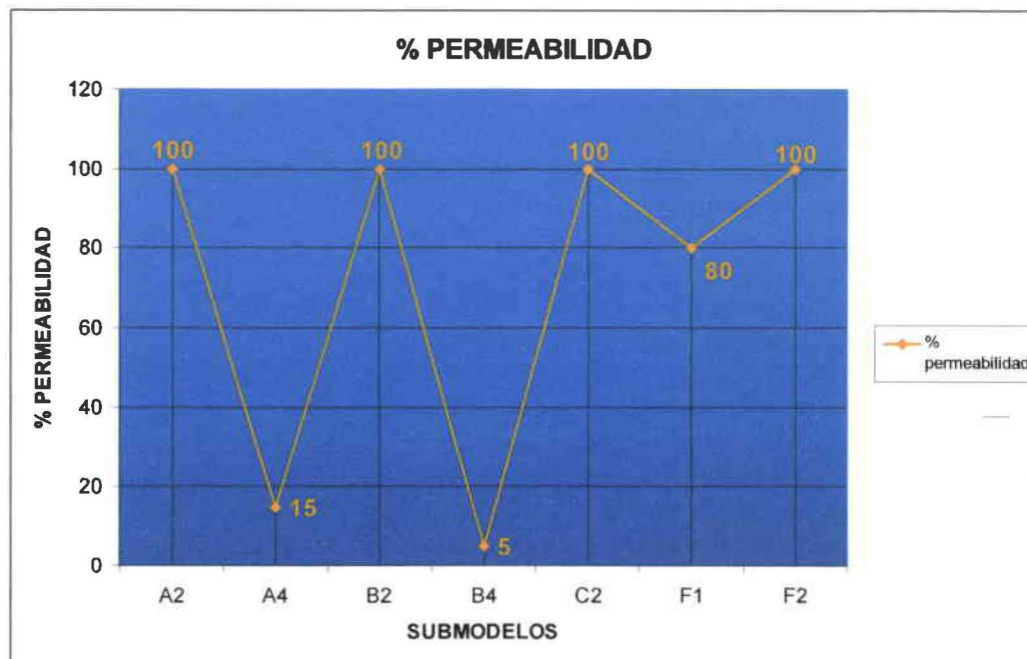
GRAFICO 5. Grafico de resistencia al fuego de los modelos analizados, a una temperatura constante de 300 °C.



(De la Torre, A)

En el Grafico No. 6, se analizó la capacidad de permeabilidad que tienen cada submodelo, encontrando que los más permeables y solubles al contacto con el agua son los submodelos A2, B2, C2, F2, ya que la cola de carpintero se disuelve, mientras que los de cemento solo el submodelo F1, por su excesiva porosidad, tiene un 80% de permeabilidad lo que es una mala característica en un ladrillo de cemento, en cambio sus similares A4 y B4 presentaron una permeabilidad del 15% y 5% respectivamente.

GRAFICO 6. Grafico de permeabilidad en los modelos analizados.



(De la Torre, A)

En cuanto a sus características estéticas y decorativas se encontró, de acuerdo a la opinión personal del investigador, que el mejor ladrillo fue el A2, seguido por el B2, F2, C2, esos tienen una apariencia más natural y novedosa, mientras que los submodelos A4, B4, F1 no tienen una significancia notable, ya que estos modelos tienen una apariencia similar a un bloque convencional por lo que estéticamente no llaman la atención.

En base a este análisis técnico encontramos que el ladrillo aprobado es el submodelo B4, en cambio el A4, podría ser aprobado mejorando sus características, al igual que los submodelos A2, B2, F2, siendo su uso limitado a construcciones pequeñas, en cambio el submodelo C2 y F1, son totalmente descartados.

CAPITULO 6. ANALISIS DE COSTOS DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS

El siguiente análisis consta de 4 partes la primera, el gasto en el desarrollo de la investigación que incluyeron los gastos descritos en el plan operacional. Estos fueron la movilización, obtención de materias primas, desarrollo y fabricación de equipos.

La siguiente parte de este análisis fue la descripción del gasto de cada uno de los prototipos seleccionados; en estos gastos se incluyó el de materias primas, mano de obra, entre otros rubros que competen en su análisis.

La tercera parte fue un análisis en base a la selección de los mejores o el mejor modelo para ser industrializados; y la ultima parte de este capítulo es una proyección en base a un análisis de costo beneficio en la práctica industrial de esta investigación.

6.1. GASTOS EFECTUADOS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.

El gasto de esta investigación engloba todos los gastos en los que se ha incurrido durante el tiempo en que se llevo a cabo la misma.

El gasto de la investigación al cabo de 5 meses, fue de \$5934,94, este valor como muestra el anexo No. 22. "*GASTOS EFECTUADOS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN*", se desgloso en 7 partes.

El primer desglose es por concepto de movilización, el mismo que fue de \$1952,65, esto incluyo transporte, gasolina, peajes, alimentación, estadía, y otros gastos, este es el segundo rubro más alto dentro del total.

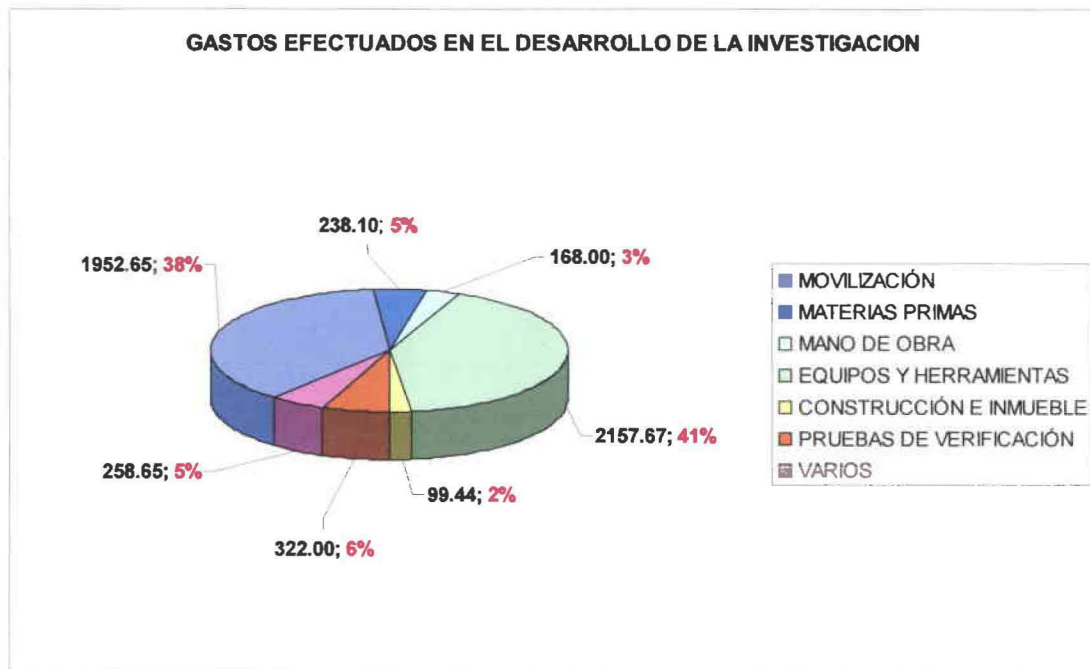
El segundo desglose incurre en gastos referente a materias primas con un valor de \$238.10 este rubro fue aparentemente el menor sin tomar en cuenta el rubro de construcción de la planta piloto y el terreno que fue de \$99,44.

Otro rubro es la mano de obra en la cual se toma en cuenta la presencia del investigador y el ayudante principalmente; este valor fue de \$844,80; El rubro mas caro en la investigación fue la fabricación de los equipos aunque estos equipos fueron prototipos resulto ser lo más caro dentro de la investigación con un gasto de \$2260,41.

Un rubro importante en la investigación fue las pruebas de verificación ya que de los 70 ladrillos enviados a realizar las respectivas pruebas el valor fue de \$322, este rubro por ser directamente proporcional al número de ladrillos que se envíe es importante tomar en cuenta ya que en futuras pruebas este rubro es importante analizarlo ya que es muy caro realizar las pruebas debido a que cada ladrillo tiene un costo de \$5 y \$3 dependiendo la prueba a realizar.

El último rubro que se considero fueron varios gastos incurridos que no son relevantes en la investigación.

GRAFICO 7. Porcentaje de cada rubro dentro del gasto total de la investigación.



(De la Torre, A)

6.2. GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS SUBMODELOS SELECCIONADOS EN LA INVESTIGACION.

En cada submodelo existieron gastos diferentes ya sea por el costo de materia prima, mano de obra, y aglutinante, a continuación se muestra los gastos en la fabricación individual de cada submodelo.

6.2.1. GASTO EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO A2, EN LA INVESTIGACION.

La fabricación del prototipo del submodelo A2, tuvo un gasto total de \$34.04, desglosando este valor se incurrió en un gasto de movilización de \$21.00, por prototipo, por ser un proceso de investigación. Los costos de los materiales fue el

rubro mas barato del total del modelo, ya que el cuesco de palma en si para este modelo fue de medio centavo, lo que le encarece es el rubro de la pega de carpintero, con un valor de 0.54 centavos, que en niveles industriales este rubro tiene que ser menor, otros rubros que se consideraron fueron depreciación de la maquinaria e inmueble, pruebas de verificación, que por ladrillo tiene un valor de \$5.00, y otro rubro es un incrementó de un 10% por varios gastos entre ellos la búsqueda de la formulación para lo cual se gasto material y mano de obra. Por ser este un prototipo los gastos son altos, el desglosé total del costo de este submodelo se encuentra en el anexo No. 23. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO A2"*.

En la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo A2 existió un gasto total de \$267.70, este valor fue en la fabricación de 10 unidades hermanas, dentro de este valor total, existe un rubro que es el costo de la curva de aprendizaje, este valor es un descuento del subtotal ya que conforme se va realizando más unidades se reduce el tiempo, la experiencia en la concepción de cada ladrillo a demás hay la facilidad de colocar 4 ladrillos a la vez por prensada, por lo que la obtención de los 10 ladrillos se obtiene en 2.5 ciclos, este rubro tiene un descuento del 20% en los subvalores que la curva de aprendizaje tiene ingerencia como es la movilización, mano de obra, y los varios; este rubro y los demás rubros que conforman parte en la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo A2, se puede analizar en el anexo No. 24. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO A2"*.

6.2.2. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO A4, EN LA INVESTIGACION.

En la fabricación del prototipo del submodelo A4, se recurrió a un gasto total de \$33.55, este gasto desglosado se refiere a un valor en movilización que es similar en todos los prototipos de \$21.00, el costo de formulación fue realmente pequeño

con un valor de \$0.10, lo que lo hace atractivo para la industrialización, la mezcla de cemento en si tuvo un valor de \$0.092, y el cuesco molido tuvo un valor de \$0.008, los otros rubros que se consideraron fueron depreciación de la maquinaria e inmueble, pruebas de verificación y como en todos los prototipos se incrementó en varios gastos un valor del 10% de los rubros anteriores. Este incremento se lo hace como ya se a indicado anteriormente por la búsqueda de la formulación para lo cual se gasto material y mano de obra. El desglosé total del gasto de este submodelo se encuentra en el anexo No. 25. *“GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO A4”*.

En la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo A4 existió un gasto total de \$263.02, este valor es tomado en cuenta en la fabricación de los 10 hermanos, dentro de este valor total, al igual que en todos los submodelos al fabricar los ladrillos hermanos, obtenemos un rubro que es el costo de la curva de aprendizaje, este valor es un valor a descontar del subtotal ya que conforme se va realizando mas unidades se reduce el tiempo, la experiencia en la concepción de cada ladrillo a demás se facilita la colocación de 4 ladrillos a la vez por prensada por lo que la obtención de los 10 ladrillos se obtiene en 2.5 ciclos, este rubro tiene un descuento del 20% en los subvalores en los cuales la curva de aprendizaje tiene ingerencia como es la movilización, mano de obra, y los varios; este rubro y los demás rubros que conforman parte en la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo A4, se puede analizar en el anexo No. 26. *“GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO A4”*.

6.2.3. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO B2, EN LA INVESTIGACION.

En la fabricación del prototipo del submodelo B2, se recurrió a un gasto total de \$34.97, este gasto desglosado tuvo como gastos similares entre los prototipos

analizados, la movilización, depreciación de maquinarias e inmuebles y pruebas de verificación, lo variable referente a los gastos en este submodelo fue la formulación que tuvo un valor de \$1.12 y mano de obra \$2.08. El desglosé total del gasto de este submodelo se encuentra en el anexo No. 27. *“GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO B2”*.

En la fabricación de los ladrillos hermanos B2, el gasto fue de \$ 274.89, existiendo una diferencia de \$7.48, por ladrillo en referencia al primer prototipo, esta diferencia por ladrillo se debe a la curva de aprendizaje analizada en todos los prototipos, los valores individuales de la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo B2, se encuentra en el anexo No. 28. *“GASTOS- EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B2”*.

6.2.4. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO B4, EN LA INVESTIGACION.

En la fabricación del prototipo del submodelo B4, se recurrió a un gasto total de \$33.65, de lo cual los gastos que tienen el mismo valor en referencia con todos los prototipos anteriores son la movilización, depreciación de maquinarias e inmuebles y pruebas de verificación, mientras que la formulación tuvo un gasto de \$0.13 y la mano de obra \$1.86, cabe indicar que todos los submodelos que llevan en su estructura o conformación fibra de palma africana tiene un gasto de \$0.008. El desglosé total del costo de este submodelo se encuentra en el anexo No. 29. *“GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO B4”*.

En la fabricación de los hermanos B4, el gasto incurrido fue de \$ 263.20, el desglose general de la fabricación de estos ladrillos hermanos se encuentra en el anexo No. 30. *“GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B4”*.

6.2.5. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO C2, EN LA INVESTIGACION.

Para la fabricación del prototipo C2, se recurrió a un gasto total de \$34.45, desglosando tiene como gastos similares entre los prototipos analizados, la movilización, depreciación de maquinarias e inmuebles y pruebas de verificación, Los gastos que varían en este prototipo es el gasto de formulación que en este caso se añade un gasto extra que es la fibra de abacá, con un valor de \$0.12, la mano de obra tuvo un valor de \$1.73. El desglosé total del gasto de éste submodelo se encuentra en el anexo No. 31. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO C2"*.

En la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo C2, el gasto final fue de \$ 272.21, como en los casos anteriores hubo una reducción del gasto obtenido en el subtotal, debido a la curva de aprendizaje, los valores individuales de la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo C2, se encuentra en el anexo No. 32. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO C2"*.

6.2.6. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO F1, EN LA INVESTIGACION.

Para la fabricación del prototipo F1, se recurrió a un gasto total de \$32.78, desglosando tiene como gastos similares a los demás prototipos, la movilización, depreciación de maquinarias e inmuebles y pruebas de verificación, éste sin duda resulta el prototipo mas económico ya que existe un ahorra mayor en mano de obra de \$1.08, lo cual reduce en el gasto total del submodelo. El desglosé total del gasto de este submodelo se encuentra en el anexo No. 33. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO F1"*.

En la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo F1, el gasto fue igual que en el prototipo, el de menor valor con \$260.82, como en los casos anteriores hubo una reducción del gasto obtenido en el subtotal debido a la curva de aprendizaje analizada en todos los prototipos, los valores individuales de la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo F1, se encuentra en el anexo No. 34. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO F1"*.

6.2.7. GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO F2, EN LA INVESTIGACION.

Para la fabricación del prototipo del submodelo F2, se incurrió en un gasto de \$33.59, este valor desglosado se refiere a un gasto de movilización, formulación, mano de obra, este ultimo rubro es bajo, con un valor de \$0.90, ya que, por el echo de no molerlo al igual que el submodelo F1 existe un ahorra en este gasto, otros rubros de depreciación, pruebas de verificación y un gasto extra de 10%. El desglosé total del gasto de este submodelo se encuentra en el anexo No. 35. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO F2"*.

En la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo F2 existió un gasto total de \$269.74, este valor es tomado en cuenta en la fabricación de 10 unidades hermanas, los rubros que forman parte en la fabricación de los ladrillos hermanos del submodelo F2, se puede analizar en el anexo No. 36. *"GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO A2"*.

6.3. ANALISIS Y SELECCION DEL MEJOR O LOS MEJORES PROTOTIPOS PARA LA INDUSTRIALIZACION

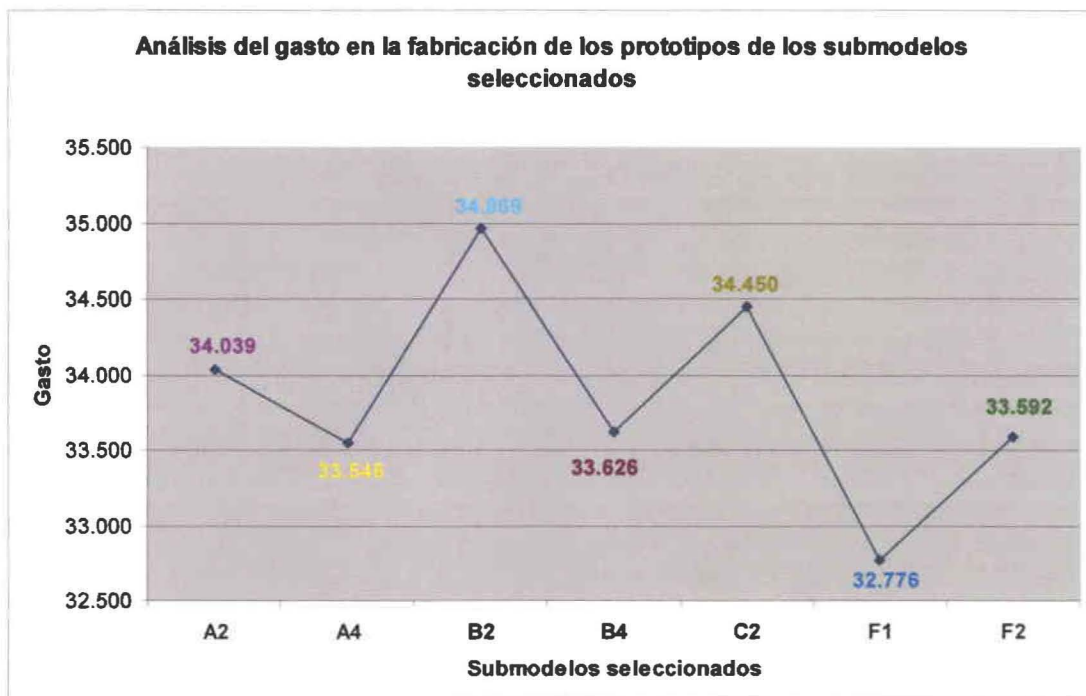
6.3.1. ANALISIS DE LOS GASTOS EN LOS PROTOTIPOS Y LADRILLOS HERMANOS FABRICADOS.

Como indica el Grafico No.8, se realiza un análisis del gasto en la concepción de cada prototipo, con lo cual se observó que submodelo resulto ser el más caro y cual el mas barato en al momento de obtener su primer prototipo.

Como vemos el submodelo F1, resulto ser el más económico de todos el mismo que tuvo un costo de \$32.78 y el mas caro resulto ser el B2 con un costo de 35.00, los otros modelos estuvieron en un rango similar en cuanto a su costo tal es el caso del submodelo A2, A4, B4, C2 y F2. Este análisis no indica cual en si es el mejor desde el punto de vista técnico - económico.

La media que se obtuvo en el costo de todos los prototipos fue de \$33.86, en donde los prototipos de los submodelos A4 y B4, se acercan mas a la misma y los demás submodelos están bien alejados, este análisis no es preocupante para la obtención final de un resultado técnico-variable ya que por ser prototipos existe un encarecimiento alto de varios valores en cada uno de los prototipos realizados.

GRAFICO 8. Análisis del gasto en la fabricación de los prototipos de los submodelos seleccionados.

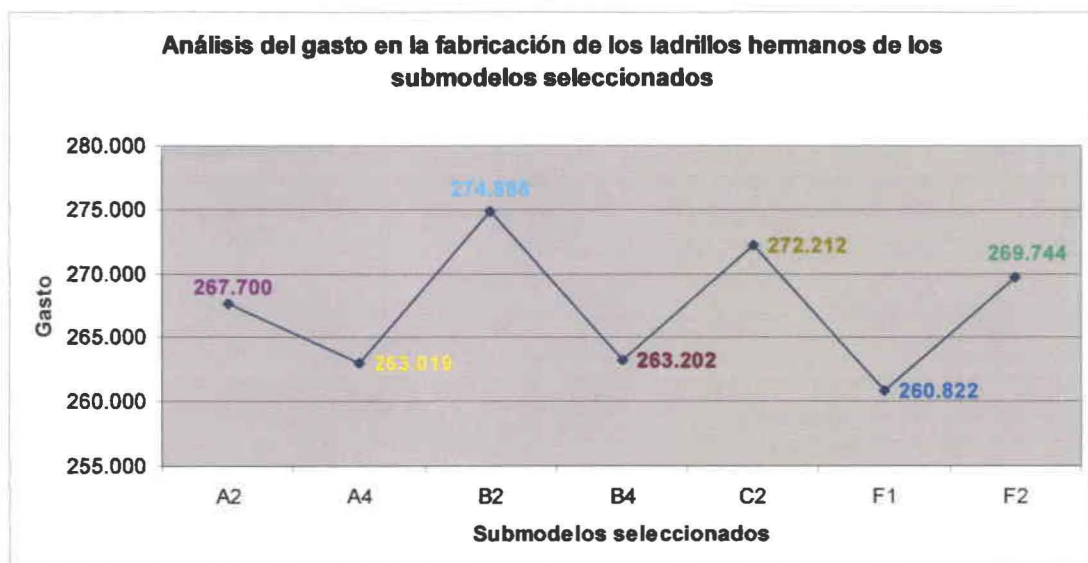


(De la Torre, A)

En cuanto a la fabricación de los ladrillos hermanos se obtuvo un análisis similar al anterior solo con una variación como indica el Grafico No.9, el que mayor gasto en la fabricación del grupo de diez ladrillos fue igual que en la fabricación del prototipo el submodelo B2, y el de menor gasto fue el submodelo F1, aquí se generan dos novedades relevantes la primera es que la curva de gasto se cierra más en consideración al análisis del Grafico No.8, ya que, al obtener una formulación específica, y la aplicación de la curva de aprendizaje adecuada, cada caso permitió que los picos no se mantengan tan distantes de la media, el otro efecto que se observa es que en el caso del submodelo F2, se vuelve mas costosa la fabricación de los 10 ladrillos hermanos, ya que al disminuir el gasto de mano de obra por efecto de la curva de aprendizaje, disminuye el valor a descontar y la formulación no varía por lo que se incrementa el gasto final, pero cabe indicar que ese efecto es corregible al momento de industrializar el submodelo.

La media total del gasto en la fabricación de los ladrillos hermanos fue de \$267.37, por lo cual se observa que los submodelos A4,B4,F1, tienden a estar por debajo de la media, en vista de esto se entiende que los ladrillos que llevan en su composición cemento podrían ser mas baratos en su fabricación al momento de industrializarlos; en cambio los que llevan en su composición cola de carpintero, tiende a encarecerse más, al mismo tiempo se puede ver que la dispersión tiende a cerrarse, conforme aumenta el numero de unidades fabricadas, con lo que indica que si es factible llevarlo a una industrialización en gran escala de los submodelos seleccionados, siempre y cuando coincidan con las indicaciones técnicas.

GRAFICO 9. *Análisis del gasto en la fabricación de los ladrillos hermanos de los submodelos seleccionados.*



(De la Torre, A)

6.3.2. SELECCIÓN DE LOS MEJORES MODELOS PARA LA INDUSTRIALIZACION.

Después de realizadas las pruebas de selección tanto en laboratorio como campo se obtuvo, que el modelo B4 es el único que fue aprobado, desde el punto de vista técnico, sin embargo, otros modelos pueden ser reformulados en otras investigaciones para ver si podrán cumplir con la norma técnica como es el caso del submodelo A4, A2, B2, F2.

Una vez que se determinó en esta investigación cual es el submodelo seleccionado para su industrializar, es necesario analizar la variable técnica con la variable económica para ver si es factible o no dicha industrialización.

A continuación se realiza una calificación técnica – económica para seleccionar y ver si es apropiado la industrialización del modelo aprobado y de los demás submodelos, que podrían ser aprobados en un futuro. El cuadro de análisis de la calificación técnica se encuentra en el Anexo No. 37 *“CALIFICACION Y SELECCIÓN TECNICA – ECONOMICA DE LOS SUBMODELOS”*.

Como se puede observa la Tabla 11. Vemos en orden las mejores opciones para industrializar, el submodelo B4, fue la única opción seleccionada, por tanto en la parte técnica, existe la aprobación, si bien es la mejor opción técnica, en cuanto a costos esta en una situación normal, con costos promedios en relación a los submodelos producidos por lo que facilita aun mas su selección para un proceso industrial.

TABLA 11. Mejores Opciones para industrializar.

Calificación de la mejor opción a industrializar			
Mejor Opción			
Posición	Submodelo	Calificación	Estado
A	B4	44.14	Aprobado
B	F1	42.57	Descartado
C	A4	42.29	Reformular
D	F2	37.14	Reformular
E	A2	32.57	Reformular
F	B2	21.57	Reformular
G	C2	21.57	Descartado

(De la Torre, A)

6.4. COSTO EN LA INDUSTRIALIZACION DE LOS LADRILLOS ECOLOGICOS SELECCIONADOS.

El objetivo de todo proyecto es llevarlo a la práctica, por ende se seleccionó el submodelo B4, partiendo de algunos puntos importantes que son los necesarios para llevar a la practica la fabricación de los ladrillos ecológicos.

Los puntos importantes a tomar en cuenta son 4 básicos; el primero es los costos iniciales, que incluyen, gastos de instalaciones, aquí consta gastos que se incurre para la compra del terreno que tiene que ser ubicado en un sector estratégico, en este caso se seleccionó la ciudad de Santo Domingo, capital de la provincia de Santo Domingo de los Tsachilas, este sector es estratégico tomando en cuenta que es el paso donde se unen varias vías que une a la costa con la sierra ecuatoriana, las materias primas se encuentran en el sector y la distribución de los productos terminados se facilita estando en la ciudad ya mencionada.

Dentro de las instalaciones se necesita recurrir en costos de construcción, tanto de oficinas, planta de fabricación y bodegas, entre los gastos más representativos, dentro de este ítem.

Otro ítem importante en los gastos iniciales es la adquisición de maquinaria, vehículos, muebles y equipos de oficina, estos costos son básicamente el motor de la empresa ya que es necesario tener todos los equipos que se requieren para poder tener una industrialización óptima y que sea rentable.

Por último se encuentran los gastos de permisos de funcionamiento, que es un rubro bajo en comparación de los anteriores, pero necesarios cumplir para poder operar sin ningún problema ante los organismos pertinentes.

El costo total de los gastos finales se encuentra desglosado en el anexo No. 38 *"COSTOS INICIALES PARA LA PRODUCCION INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLOGICOS"*.

A manera de resume se puede decir que los gastos iniciales están en el orden de los \$ 230.474, de los cuales el 55,18% equivale a costos de maquinaria, vehículos, muebles y equipos de oficina, seguido por el 44,25% que son gastos de instalaciones y el restante 0.56% son gastos de permisos entre otros.

Para lo cual se debe recurrir a un préstamo de capital inicial, para cubrir los gastos iniciales, el préstamo sería de \$230.474, que serán pagados en un periodo de 5 años, con un interés del 12% anual, los pagos a realizar son en 4 periodos en el año, en donde cada periodo a pagar es de \$12.466,83, por periodo siendo un total anual de \$49.867,32, excepto el último año que el pago anual es de

\$49.504,21, estos datos se encuentran desglosados en la tabla de amortización. Anexo No.41 *"TABLA DE AMORTIZACION DEL PRESTAMO DE CAPITAL INICIAL"*

El segundo punto importante son los costos de operación que se aplican al momento en que la fabrica empieza a operar, basados en una producción promedió de 150.000 unidades de ladrillos al mes, con un equivalente anual de 1'800.000 unidades.

Los gastos desglosados de operación se muestran en el anexo No. 39 *"COSTOS DE OPERACIÓN EN LA PRODUCCION INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLOGICOS"*; en resumen se indica que los gastos de operación para un periodo de un año es de \$219.669,16, estos gastos incluyen costos de materia primas y materiales, salarios, servicios básicos, impuestos, seguros y un porcentaje que corresponde a varios gastos inesperados que se incurren por efecto de la producción.

El tercer punto a tomar en cuenta es el porcentaje de ganancia que se le debe dar a la producción de ladrillos, el porcentaje de utilidad se a presupuestado con un margen de 45%, lo que nos indica en resumen que las ventas netas en el año es de \$274.298,40; de los cuales equivale a \$81.282,68 como margen bruto quedando una utilidad neta final de \$11.503,19, luego de pagar impuestos, participaciones a trabajadores, pagos de préstamos, siendo una utilidad rentable, tomando en cuenta que al final de los 5 años que dura el periodo del préstamo y depreciación del equipo, las utilidades aumentaran. Los datos desglosados de la utilidad se encuentran en el anexo No. 40, *"ANALISIS DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS"*.

El cuarto punto que prácticamente es el pilar de todo el proyecto, es la comercialización y distribución del producto, para lo cual es importante tener listo un plan de comercialización en la que se tenga ya determinado el nicho.

Las fortaleza, es tener un producto económico con un precio promedio de \$0.15 por ladrillo, el alivianamiento que brinda el ladrillo y sus características ecológicas, ser pioneros en la producción de los mismos; debilidades, por ser pioneros existen detalles que se deben mejorar; oportunidades, el mercado exige novedad de productos con tendencia ecológica, la construcción es uno de los mercados mas grandes a nivel mundial, materias primas a costos prácticamente módicos; Amenazas, la competencia tradicional en la construcción. Una vez desarrollado el plan de comercialización el proyecto tiene un gran potencial, razón por la cual la búsqueda del nicho de distribución del producto permitirá el correcto desempeño del proyecto.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. CONCLUSIONES

Las conclusiones finalizada la investigación son las siguientes:

- 1) El diseño de un ladrillo con características ecológicas a base de residuos de palma africana, en combinación con otras fibras vegetales, si fue factible de una manera parcial, ya que de los 23 submodelos, solo el submodelo B4, fue aprobado. La investigación permitió ver que el ladrillo ecológico B4, a base de cuesco y fibra de palma africana en combinación con cemento en las proporciones indicadas, es factible realizarlo.
- 2) Se definió y clasifíco todos los materiales, que fueron parte en la investigación, en donde se encontró que los residuos de palma africana como es el cuesco y la fibra son aptos para la fabricación de los ladrillos ecológicos, en combinación con el cemento. El uso de fibras como la del abacá y la de los residuos de piña no tuvieron aplicación en la fabricación de los ladrillos ecológicos.
- 3) Si fue factible el diseño de los modelos de ladrillos ecológicos, en donde se logro obtener los prototipos de los ladrillos; la formulación de los modelos y submodelo por tener características y comportamientos diferentes, solo en el caso del submodelo B4 la formulación fue correcta para su uso, en cambio otros submodelos requieren probar otras mezclas y formulaciones, para poder cumplir los requisitos es el caso de los submodelos A2, A4, B2, F2.

- 4) Se realizó sin ningún inconveniente el proceso de fabricación de los ladrillos ya que los planes, diseños y recursos fueron determinados y ejecutados de la manera que se había planificado.
- 5) Gracias a las máquinas experimentales que se diseñaron, se obtuvieron todos los prototipos esperados, que luego fueron transformados a un grupo de ladrillos hermanos, aquellos submodelos que fueron preaprobados, por lo cual la investigación sí obtuvo el producto planificado en cada uno de los capítulos de esta investigación.
- 6) Las pruebas de verificación como ya se menciona antes, fueron las más apropiadas para poder seleccionar que submodelos son viables y cuáles no, y cuáles pueden en un futuro ser tomados en cuenta para procesos de construcción, pero en esta investigación se determinó que solo el B4 pudo pasar las pruebas indicadas, estarían por ser determinados los modelos A2, A4, B2 y F2, en investigaciones futuras.
- 7) Luego de un análisis en cuanto a la parte económica – industrial se concluye que el submodelo B4, por las condiciones ecológicas que presenta y desde el punto de vista económico, el ladrillo tiene un costo inferior en comparación de los convencionales.
- 8) Una última conclusión que se sacó de esta investigación fue que el ladrillo, es una innovación frente a lo que ya se obtiene en el mercado convencional.

7.2. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones finalizada la investigación son:

- 1) La investigación debería continuar en una segunda etapa en la búsqueda del perfeccionamiento de mezclas y formulaciones en cuanto a los submodelos A2, A4, B2, F2, ya que estos submodelos no fueron aprobados por tener algunas condiciones que no les permitían entrar en los parámetros establecidos, pero si hubo formación de ladrillos con lo cual mejorando las mezclas y formulaciones ideales, los submodelos si podrán ser aprobados para su industrialización.
- 2) Investigar que resinas o aglutinantes pueden ser empleados, que no sean solubles en agua y aumenten la resistencia a la compresión y que reduzcan costos y mantengan las características un ladrillo ecológico.
- 3) Realizar una investigación en la que se aplique un proceso de saponificación del cuesco de la palma africana para ver si retirando el aceite que se encuentra adherido en las paredes de las partículas, aumenta mas la adherencia entre las partículas de cuesco, fibra y el aglutinante.
- 4) Seguir buscado nuevos métodos de fabricación que aumenten la calidad, productividad de este nuevo producto ambiental.
- 5) Presentar el proyecto a entidades que brinden ayuda para la concepción industrial del mismo o que aporten en busca de una investigación más exhaustiva para obtener mejores resultados en un futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) CM, DGAV, SERVICIO DE NORMATIVA TECNICA, SUPERVISION Y CONTROL, Normativa de ladrillos y bloques en la comunidad Madrid, Madrid, España, 2004.
- 2) INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, INEN, Norma INEN 297, Requisitos de ladrillos cerámicos, Quito, Ecuador, 1978.

DIRECCIONES EN INTERNET

- 1) FUNDACIÓN WIKIPEDIA Inc., Ladrillo, 2008, Publicado en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Ladrillos>, (25/06/2008).
- 2) Unidad Editorial Internet, S.L., Ladrillos De Cáñamo, El Hermano Verde Del Rey Del Andamio, ELMUNDO.ES, Madrid, España, 2008, Publicado en:
<http://www.elmundo.es/elmundo/2008/03/19/suivienda/1205918776.html>,
(25/06/2008).
- 3) Centro Experimental De La Vivienda, (CEVE/CONICET), Córdoba, Argentina, 2008, Publicado en: <http://www.ceve.org.ar/ladrillos%20ecologicos.htm>,
(25/06/2008).
- 4) CASTRO, C., La Basura Se Transforma En Ladrillos, Clarín.com, Argentina, 2006, Publicado en:
<http://www.clarin.com/suplementos/economico/2006/11/26/n-01401.htm>,
(25/06/2008).
- 5) TOLOZA, C., Construyen Un Edificio Con Ladrillos Ecológicos, Aristotelizar.com, Argentina, 2007, Publicado en:
<http://aristotelizar.com/web/construyen-un-edificio-con-ladrillos-ecologicos/2008/04/15/>, (21/07/08).
- 6) CANALETO, Embajada de Italia en Madrid, Solo Ladrillo Ecológico en friuli Venecia Giulia, www.ambmadrid.esteri.it, Madrid, España, 2006, Publicado en: <http://www.ambmadrid.esteri.it/NR/rdonlyres/DD259E3E-5060-4186-9E8E-70A557975AE3/6427/Canaletton28.pdf>, (21/07/08).
- 7) LEOPARDI, M, Ladrillos Ecológicos, Swebloo, Ecolosfera, 2008, Publicado en: <http://www.ecolosfera.com/2008/06/12/ladrillos-ecologicos>, (25/06/08).
- 8) ARMENDÁRIZ, O, Sectorial palma africana, Súper Intendencia De Bancos Y Seguros, Ecuador, 2002, Publicado en:

http://www.superban.gov.ec/downloads/articulos_financieros/sector%20palma%20africana.pdf (25/06/2008).

- 9) ZUMBADO, M, Composición De Los Subproductos De LA Industrialización De La Palma Africana Utilizados En La Alimentación Animal En Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Escuela de Zootecnia, Centro de Investigación en Nutrición Animal, San José, Costa Rica, 2003, Publicado en: <http://www.allbusiness.com/agriculture-forestry-fishing-hunting/771372-1.html>, (25/06/2008).
- 10) Lowe's Home Centers, Inc, Guia De Pagamentos Y Adhesivos, Estados Unidos, 2001, Publicado en: <http://www.lowes.com/lowes/lkn?action=noNavProcessor&p=spanish/BuyGuide/GlueGuide.html&sec=esp>, (21/07/08).
- 11) QUESADA et al., Utilización De Las Fibras Del Rastrojo De Piña (*Ananas comusus*, variedad *champaka*) Como Material De Refuerzo En Resinas De Poliéster, Revista Iberoamericana de Polímeros, España, 2005, Publicado en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/JUN05/quesada.pdf>, (28/07/08).
- 12) FUNDACIÓN WIKIPEDIA Inc., Cemento, 2008, Publicado en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>, (28/07/08).
- 13) USUARIO GORDON, FUNDACIÓN WIKIPEDIA Inc., Imagen: Ladrillo.JPG, 2007, Publicado en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Ladrillo.JPG>, (14/07/2008).
- 14) ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE LADRILLOS Y TEJAS DE ARCILLA COCIDA HISPALYT, Imagen: lperfnovisto.jpg, Madrid, España, 2008, Publicado en: <http://www.paredesdeladrillo.com/Uploads/imgs/productos/lperfnovisto.jpg>, (06/08/2008).
- 15) CERÁMICAS AGUILAR S.A., 2008, Barcelona, España, Imagen: Tocho_mazizo.jpg. Publicado en:

http://www.ceramicasaguiar.com/cast/productos/convencional/img/tocho_mazizo.jpg, (06/08/2008).

- 16) FUNDACIÓN WIKIPEDIA Inc., Imagen: Stapel_bakstenen_-_Pile_of_bricks_2005_Fruggo.jpg, 2005, Publicado en: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Stapel_bakstenen_-_Pile_of_bricks_2005_Fruggo.jpg, (06/08/2008).
- 17) CERÁMICA NTRA. SRA LA OLIVA S.A. 2008, Imagen: Ladrillo%20Hueco%20Doble%20y%20Triple.jpg, <http://usuarios.lycos.es/mceren/Imágenes/CeramicaLaOliva/Ladrillo%20Hueco%20Doble%20y%20Triple.jpg> (06/08/2008).
- 18) Imagen: Media_1884910.jpg, 2008, Publicado en: http://imagenes.solostocks.com/media/0/1/9/media_1884910.jpg (06/08/2008)
- 19) MANFREDINI & ESCHIACHI, 2008, <http://www.manfredinieschianchi.com/301-06-3ES-molinos-rompeterrones.htm>, (06/08/2008).
- 20) FAM FORDERANLANGEN MAGDEBURG, Alemania, 2000, <http://www.fam.de/generator/streamjpeg.php?res=thumb&family=GER/abt08/abt080201b004>, (06/08/2008).

GLOSARIO

Ladrillo.- Es una pieza cerámica, generalmente ortoédrica, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa.

Ladrillo Ecológico.- Es una pieza ortoédrica, compuesta de materiales naturaleza, vegetales, animales, etc.

Tabla.- Es la cara ancha del ladrillo.

Testa.- Cara lateral pequeña del ladrillo lateral.

Canto.- Cara lateral más grande.

Tizón.- Vértice entre testa y tabla

Grueso.- Es el vértice entre testa y canto

Soga.- Es el vértice entre canto y tabla

Dbt.- Término egipcio referente a "ladrillo de barro crudo"

Palma Africana.- Planta oleaginosa, (*E. Guineensis*), productora de la fruta y residuo, (cocopeat).

Cocopeat.- Residuo duro de la extracción del aceite de la fruta de palma africana, y materia prima de la fabricación de ladrillos ecológicos en base a dicho producto, conocido también como cuesco de palma o cascajo de palma.

Coquillo de Palma.- nombre alterno del Cocopeat.

Fibra.- Estructura formada por celulosas que tienen la particularidad de ser empleadas a manera de red o tejido de sostén en la fabricación del ladrillo.

Piña.- Fruta tropical de la cual se obtiene la fibra del mismo nombre para la fabricación del ladrillo.

Abacá.- Planta tropical de la familia de las Musaceas que de su pseudotallo se extra la fibra tropical de su mismo nombre, que se empleara como fibra de sostén en la fabricación del ladrillo ecológico.

Carboximetilcelulosa.- componente químico de la fibra piña.

Cáñamo.- Nombre que reciben las variedades de la planta *Cannabis sativa* del cual se obtiene las fibras que llevan el mismo nombre que se emplean en la fabricación de textiles, ladrillos entre otros usos.

Confort térmico.- Temperatura ideal par habitar un espacio.

Acústica.- Trasmisión de sonido del exterior al interior de un espacio.

Bioclima.- Clima generado en el interior de un espacio.

Arcilla.- Es un tipo de suelo formado por agregados de sillicato de aluminio, componente principal en la fabricación del ladrillo convencional.

Lechada de cemento.- Exceso de agua con partículas de cemento que se escurre por acción del a presión.

Ladrillos hermanos.- Unidades de similares características. Fabricadas al mismo tiempo que sirven para sacar datos estadísticos de un mismo prototipo.

Barbas.- Fibras de abacá que quedan fuera de la forma del ladrillo dando un efecto de puntas en el ladrillo.

Desbarbado.- Cortar o retirar las barbas.

Chocoto.- Expresión empleada al barro formado por arcilla, que se emplea para la construcción de viviendas de barro.

Curva de Aprendizaje.- Es el tiempo en que una persona tarda en adquirir destreza en realizar una actividad.

Mortero.- Es la mezcla que se realiza entre el cemento, agua y partículas que conforman el hormigo o la mezcla final, en la fabricación de los ladrillos.

Alivianamiento.- Es la acción de reducir en lo posible una construcción sea esta una loza, paredes, etc.

Enlucido.- Acción de dejar liso una superficie con una mezcla de mortero de cemento.

ANEXOS

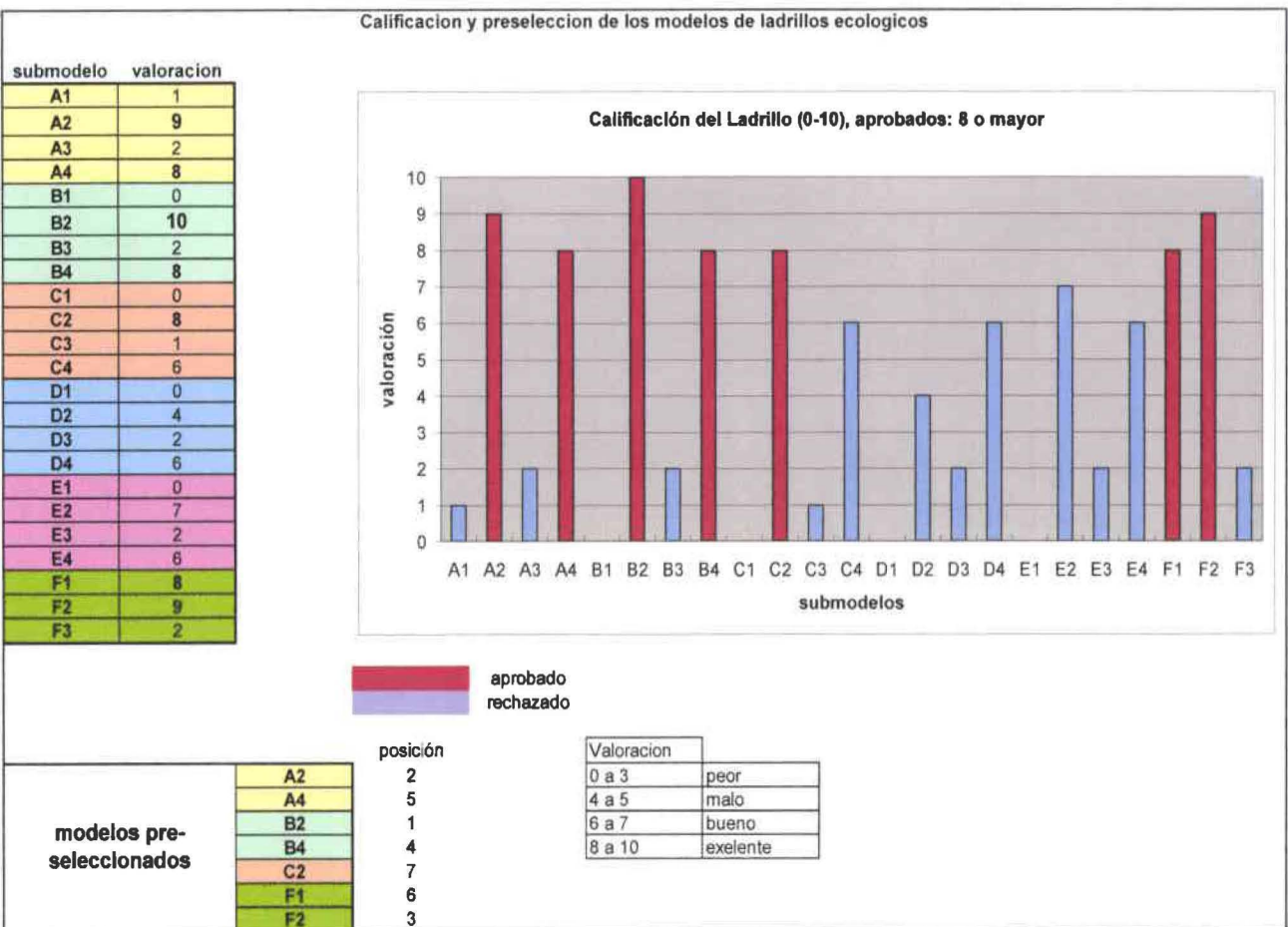
**ANEXO N° 1: TABLA DE MODELAJE Y FABRICACION DE LOS
DIFERENTES MODELOS DE LADRILLOS
ECOLOGICOS.**

TABLA DE MODELAJE Y FABRICACIÓN DE LOS DIFERENTES MODELOS DE LADRILLOS ECOLÓGICOS

MODELO	SUBMODELO	% MATERIA PRIMA VEGETAL				% MATERIA PRIMA AGLUTINANTE				OTROS	NOVEDADES	CALIFICACIÓN COMPACTACIÓN DEL (5 AL 10)		
		CUESCO	FIBRA PALMA	FIBRA ABACÁ	FIBRA PINA	CUESCO ENTERO	COLA DE CARPINTERO	ENGRUDO	CEMENTO				AGUA	
A	A1	80								20		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
	A2	80					20					APROBADO	BUENA AGLUTINACIÓN	7
	A3	80						20				RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-3
	A4	70							20	10		APROBADO	BUENA MEZCLA MORTERO	8
B	B1	60	20							20		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
	B2	50	20				30					APROBADO	BUENA AGLUTINACIÓN	8
	B3	50	20					30				RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-4
	B4	40	20						25	15		APROBADO	BUENA MEZCLA MORTERO	10
C	C1	60		20						20		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
	C2	60		10			30					APROBADO	BUENA AGLUTINACIÓN	6
	C3	60		10				30				RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-3
	C4	60		10					20	10		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-1
D	D1	60			20					20		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
	D2	60			10		30					RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-3
	D3	60			10			30				RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-4
	D4	60			10				20	10		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-1
E	E1	40	10	5	5					40		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
	E2	40	10	5	5		40					RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
	E3	40	10	5	5			40				RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
	E4	40	10	5	5				25	15		RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-5
F	F1					60			25	15		APROBADO	BUENA MEZCLA MORTERO	5
	F2					60	40					APROBADO	BUENA AGLUTINACIÓN	9
	F3					60		40				RECHAZADO	NO HAY COMPACTACIÓN	-3

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 2: CALIFICACION Y PRESELECCION DE LOS
MODELOS DE LADRILLOS ECOLOGICOS.**



(De la Torre, A)

**ANEXO N° 3: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN
INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A1.**

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A1			
Modelo	A		
Submodelo	A1		
Componentes		Porcentaje (%)	
	Cuesco Molido	80	
	Agua	20	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1200	Peso Final Ladrillo (gr.)	1043
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	n/a	
	Temperatura (° C.)	Congelación	
		n/a	
	Quemado		
	n/a		
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café - anaranjado		
Observaciones	Después de la compresión no existe aglutinación, ni adherencia entre partículas, por acción del agua, por ende existe ruptura y no hay formación del ladrillo al momento del desmoldaje.		
Preverificación	Aprobado		
	Rechazado	X	
Verificación Laboratorio	Aprobado	n/a	
	Rechazado	n/a	
Conclusión Final	El agua no ayuda en la formación de un ladrillo, por no tener características de aglutinación ni adherencia, por lo que se rechaza este submodelo.		
Recomendación	No se puede realizar estos submodelos, emplear otro tipo de aglutinantes y emplear otra formulación.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 4: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A2.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A2			
Modelo	A		
Submodelo	A2		
Componentes	Cuesco Molido	Porcentaje (%)	
	Cola de Carpintero	80	
		20	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1114.998	Peso Final Ladrillo (gr.)	1084.7
Volumen (m³)	0.00154487 mts ³	Densidad (g/cm³)	0.59
Resistencia	Compresión (Pc/cm²)	1,7	
	Temperatura (° C.)	Congelación	-15
		Quemado	300
		Tiempo (h)	24
Impermeabilidad	no		Carga Maxima (KN)
			46.72
Coloración	café oscuro		
Observaciones	Después de la compresión existe una buena y dura compactación del prototipo, se observo una adherencia entre partículas adecuada y homogénea, por efecto del aglutinante, existen ligeros desgranamientos en los vértices.		
Preverificación	Aprobado	X	
	Rechazado		
Verificación Laboratorio	Aprobado		
	Rechazado	X	
Conclusión Final	Este modelo por tener una resistencia a la compresión muy baja, en conformidad con las normas basadas, no cumple con los requerimientos para el uso en construcción de viviendas ya que puede deformarse al momento de recibir peso, se descarta de igual manera para su uso en exteriores, por no ser impermeable ya que al contacto con el agua se disuelve, por ende su uso es limitado.		
Recomendación	Emplear una resina o aglutinante que sea resistente al agua, y que le de mas dureza para poder resistir mas la compresión y permitir aumentar su coeficiente de resistencia, esta resina debe ser con características de mayor adherencia entre partículas, mejorando estas características el ladrillo puede tener usos para construcciones pequeñas como galpones de animales. principalmente y usos decorativos en viviendas y construcción de casas pequeñas o Cabanas, la mezcla es apropiada para usar en la fabricación de aglomerados, muebles, entre otros.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 5: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A3.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A3			
Modelo	A		
Submodelo	A3		
Componentes			Porcentaje (%)
	Cuesco de palma molido		80
	Engrudo (Harina de Castilla)		20
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1200	Peso Final Ladrillo (gr.)	1183.46
Volumen (m³)	0.001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)		
	Temperatura (° C.)		Congelación
			n/a
		Quemado	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro		
Observaciones	No se formó un ladrillo debido a que por efectos de la presión o por la consistencia del engrudo no hubo aglutinación ni adherencia entre partículas y todo el aglutinante se precipitó a la base del molde dejándole con aspecto húmedo a todo la base del ladrillo y por ende no hubo un presecado, y se generó un desmoronamiento de un 85% del ladrillo		
Preverificación	Aprobado		
	Rechazado	X	
Verificación Laboratorio	Aprobado		
	Rechazado		
Conclusión Final	Se apreció que el engrudo es muy débil para generar un agregado en conjunto con el cuesco de palma africana, esto se debe a que el engrudo no tiene la fuerza suficiente para adherir partículas, por lo que se descarta este prototipo.		
Recomendación	Probar nuevas formulaciones en porcentajes y probando varios tipos de harinas, emplear un sistema diferente de prensado con ayuda de calor para permitir secar mas rápido el engrudo.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 6: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A4.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO A, SUBMODELO A4			
Modelo	A		
Submodelo	A4		
Componentes	Cuesco Molido	Porcentaje (%)	
	mezcla de cemento	70	
		30	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	1990	Peso Final Ladrillo (gr.)	1736.8
Volumen (m³)	0,00192686 mts ³	Densidad (g/cm³)	0.9
Resistencia	<i>Compresión (Pc/cm².)</i>	2.5	
	<i>Temperatura (° C.)</i>	<i>Congelación</i>	-15
		<i>Quemado</i>	300
		Tiempo (h)	24 horas
Impermeabilidad	si	Carga Maxima (KN)	73.3
Coloración	grisáceo		
Observaciones	El ladrillo no presenta ningún problema apariencia y consistencia y color similar a la de un bloque convencional, ligeros desmoronamientos en los bordes.		
Preverificación	<i>Aprobado</i>	X	
	<i>Rechazado</i>		
Verificación Laboratorio	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>	X	
Conclusión Final	El ladrillo puede ser aprobado en su totalidad siempre y cuando se mejore la formulacion del mortero que ayude a aumentar la resistencia a la compresion del ladrillo y evitar el desmoronamiento de los bordes, ya que si se consiguiola formacion de un ladrillo compacto, el ladrillo por tener en su composición partículas grandes deja espacios abiertos que le reduce la resistencia a la compresión.		
Recomendación	Mejorar el mortero que conforma el ladrillo para darle mejor consistencia y por ende se aumenta considerablemente la resistencia y se disminuirá el desmoronamiento de los bordes y la absorción de agua..		

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 7: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN
INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B1.**

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B1			
Modelo	B		
Submodelo	B1		
Componentes		Porcentaje (%)	
	Cuesco Molido	60	
	Fibra de Palma Africana	20	
	Agua	20	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1381.8	Peso Final Ladrillo (gr.)	1105.44
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	n/a	
	Temperatura (° C.)	Congelación	n/a
		Quemado	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro		
Observaciones	Después de la compresión no existe aglutinación ni adherencia entre partículas, fibra, por acción del agua, por esta razón no hay formación del ladrillo al momento del desmoldaje.		
Preverificación	Aprobado		
	Rechazado	X	
Verificación Laboratorio	Aprobado	n/a	
	Rechazado	n/a	
Conclusión Final	El agua no ayuda en la formación de un ladrillo, por no tener características de aglutinación, ni adherencia, por lo que se rechaza este submodelo.		
Recomendación	No se puede realizar estos submodelos, emplear otro tipo de aglutinantes y formulación.		

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 8: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN
INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B2.**

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B2			
Modelo	B		
Submodelo	B2		
Componentes	Cuesco Molido	Porcentaje (%)	
	Fibra de Palma africana	50	
	Cola de Carpintero	20	
		30	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1531.5	Peso Final Ladrillo (gr.)	1121.4
Volumen (m³)	0.00181414 mts ³	Densidad (g/cm³)	0.62
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	1.1	
	Temperatura (° C.)	Congelación	-15
		Quemado	300
		Tiempo (h)	24
			1.5
Impermeabilidad	no	Carga Maxima (KN)	32.13
Coloración	café oscuro-fibras cremo anaranjadas		
Observaciones	Después de la compresión existe una buena y dura compactación del prototipo, se observo una adherencia entre partículas adecuada y homogénea, por efecto del aglutinante, el ladrillo toma mas tiempo en secarse debido a que tiene mas aglutinante .		
Preverificación	Aprobado	X	
	Rechazado		
Verificación Laboratorio	Aprobado		
	Rechazado	X	
Conclusión Final	Una vez realizadas todas las pruebas el ladrillo no es apto para la construcción debido a que su resistencia a la compresión es muy baja y no brinda las seguridades necesarias al momento de emplearlos en la construcción de un inmueble.		
Recomendación	Emplear una resina o aglutinante que aumente la resistencia a la compresión y que sea resistente al agua para que pueda ser empleado en exterior e interior, por el momento este ladrillo sirve de manera decorativa y su mezcla es apta para realizar material aglomerado para la construcción.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 9: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B3.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B3			
Modelo	B		
Submodelo	B3		
Componentes	Cuesco de Palma Molido	Porcentaje (%)	
	Fibra de Palma Molido	50	
	Engrudo (Harina de Castilla)	20	
		30	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	1474.5	Peso Final Ladrillo (gr.)	1457.13
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	<i>Compresión (Pc/cm².)</i>		
	<i>Temperatura (° C.)</i>	<i>Congelación</i>	n/a
		<i>Quemado</i>	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro		
Observaciones	No se formó un ladrillo debido a que por efectos de la presión o por la consistencia del engrudo no hubo aglutinación ni adherencia entre partículas y parte del aglutinante se precipitó a la base del molde, se formó un pedazos de ladrillo que al momento del mínimo roce o fuerza se desmorona por la mala adherencia del engrudo a las partículas desmoronamiento de un 35% del ladrillo y se formo 3 pedazos que se rompieron posteriormente		
Preverificación	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>	X	
Verificación Laboratorio	<i>Aprobado</i>	n/a	
	<i>Rechazado</i>	n/a	
Conclusión Final	Se apreció que el engrudo es muy débil para generar un agregado en conjunto con el cuesco de palma africana, esto se debe a que el engrudo no tiene la fuerza suficiente para adherir partículas, por lo que se descarta este prototipo.		
Recomendación	Probar nuevas formulaciones en porcentajes y probando varios tipos de harinas, emplear un sistema diferente de prensado con ayuda de calor para permitir secar mas rápido el engrudo, y buscar aditivos o productos que eviten la formación de hongos en el engrudo que se emplee.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 10: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B4.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO B, SUBMODELO B4			
Modelo	B		
Submodelo	B4		
Componentes	Porcentaje (%)		
	Cuesco Molido	50	
	Fibra de Palma Molido	20	
	Mezcla de Cemento	40	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	2010	Peso Final Ladrillo (gr.)	1786.3
Volumen (m³)	0,00186035 mts ³	Densidad (g/cm³)	0.96
Resistencia	Compresión (Pc/cm²)	4.23	
	Temperatura (°C.)	Congelación	-15
		Quemado	300
			Tiempo (h)
			24
			24
Impermeabilidad	si	Carga Maxima (KN)	119.38
Coloración	grisáceo		
Observaciones	El ladrillo no presenta ningún problema, apariencia y consistencia y color similar a la de un bloque convencional.		
Preverificación	Aprobado	X	
	Rechazado		
Verificación Laboratorio	Aprobado	X	
	Rechazado		
Conclusión Final	El mejor de todos los submodelos en todas las características, cumplió las normas y expectativas, aunque su carga máxima es alta ya casi llega a la misma densidad del agua.		
Recomendación	Mejorar la relación agua-cemento para poder obtener una mezcla aun mas eficiente he incrementar mas la resistencia a la compresión.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 11: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C1.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C1			
Modelo	C		
Submodelo	C1		
Componentes		Porcentaje (%)	
	Cuesco Molido	60	
	Fibra de Abacá	20	
	Agua	20	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	1381.8	Peso Final Ladrillo (gr.)	1274.13
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	n/a	
	Temperatura (° C.)	Congelación	n/a
		Quemado	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro-fibras blancas		
Observaciones	Después de la compresión no existe aglutinación ni adherencia entre partículas y fibra, por acción del agua, por esta razón no hay formación del ladrillo al momento del desmoldaje.		
Preverificación	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>	X	
Verificación Laboratorio	<i>Aprobado</i>	n/a	
	<i>Rechazado</i>	n/a	
Conclusión Final	El agua no ayuda en la formación de un ladrillo, por no tener características de aglutinación, ni adherencia, por lo que se rechaza este submodelo.		
Recomendación	No se puede realizar estos submodelos, emplear otro tipo de aglutinantes y formulación.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 12: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C2.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C2			
Modelo	C		
Submodelo	C2		
Componentes			Porcentaje (%)
	Cuesco Molido		60
	Fibra de Abacá		10
	Cola de Carpintero		30
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	1205	Peso Final Ladrillo (gr.)	1081.92
Volumen (m³)	0.00184860 mts ³	Densidad (g/cm³)	0.58
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)		0.93
	Temperatura (° C.)	Congelación	-15
		Quemado	300
		Tiempo (h)	24
Impermeabilidad	no	Carga Maxima (KN)	26.17
Coloración	café oscuro - fibras blancas		
Observaciones	Después del desmoldado hay formación de un ladrillo con ligeros desprendimientos de fibras principalmente y formación de barbas, existe una adherencia homogénea entre las partículas que conforman el ladrillo por efecto del aglutinante, el ladrillo al cabo de las 24 horas esta seco en un 70%.		
Preverificación	<i>Aprobado</i>	X	
	<i>Rechazado</i>		
Verificación Laboratorio	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>	X	
Conclusión Final	El submodelo de los preaprobados de menor resistencia, no cumple con los parámetros no es apropiado para el uso en construcción, otro aspecto que le hace limitado su uso es el costo de abacá ya que es cara esta fibra, por ende el submodelo es muy caro, para las nulas propiedades que brinda.		
Recomendación	Emplear una resina o aglutinante resistente a la acción del agua para poder usar el ladrillo como decorativo si así fuera el gusto, pero es recomendable no emplear este submodelo por lo costos que representa inclusive si es para decoración, es mejor buscar otras alternativas con los submodelos similares a este, y en caso de emplear este submodelo para asuntos netamente estéticos, recortar mas fibras a tamaños pequeños para evitar desgranamientos por acción del exceso de barbas que quedan al momento del desmontado del molde, ya que esto ayudaría a disminuir en parte el costo..		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 13: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C3.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C3			
Modelo	C		
Submodelo	C3		
Componentes			Porcentaje (%)
	Cuesco de Palma Molido		60
	Fibra de Palma Molida		10
	Engrudo (Harina de Castilla)		30
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1205	Peso Final Ladrillo (gr.)	1103
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	n/a	
	Temperatura (° C.)	Congelación	n/a
		Quemado	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro - fibras blancas		
Observaciones	No se formó un ladrillo debido que la presión, el molde o el aglutinante no brindan las condiciones que requiere para la formación del ladrillo, no hay compactación de las partículas y las partículas se mantienen húmedas después del desmoldado, no adherencia entre partículas ni entre fibras, se formo un montículo que al menor toque se derrumba.		
Preverificación	Aprobado		
	Rechazado	X	
Verificación Laboratorio	Aprobado	n/a	
	Rechazado	n/a	
Conclusión Final	Se apreció que el engrudo es muy débil para generar un agregado en conjunto con el cuesco de palma africana y la fibra de abacá, esto se debe a que el engrudo no tiene la fuerza suficiente para adherir partículas, por lo que se descarta este prototipo.		
Recomendación	Probar nuevas formulaciones en porcentajes y probando varios tipos de harinas, emplear un sistema diferente de prensado con ayuda de calor para permitir secar mas rápido el engrudo, y buscar aditivos o productos que eviten la formación de hongos en el engrudo que se emplee.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 14: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C4.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO C, SUBMODELO C4			
Modelo	C		
Submodelo	C4		
Componentes		Porcentaje (%)	
	Cuesco Molido	60	
	Fibra de Abacá	10	
	Mezcla de Cemento	30	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	2050	Peso Final Ladrillo (gr.)	1647
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	n/a	
	Temperatura (° C.)	Congelación	n/a
		Quemado	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	grisáceo		
Observaciones	El ladrillo presenta un problema de apariencia, consistencia, desmoronamiento de los bordes conforme pasan los días de secado y por ende desprendimiento de fibras y mezcla, además de presentar un exceso de barbas al momento del desmolde, color gris similar a la de un bloque convencional.		
Preverificación	Aprobado		
	Rechazado	X	
Verificación Laboratorio	Aprobado	n/a	
	Rechazado	n/a	
Conclusión Final	La fibra de Abacá no le ayuda en el momento de secado, ya que esto ayuda a que se desmorone los bordes y empiece a existir huecos generados por el desprendimiento de las fibras, a demás que la fibra de abacá es muy costosa, no es un buen prototipo, por conformación y costo.		
Recomendación	Emplear fibras de abacá de menor tamaño que no formen barbas y esto puede evitar el desmoronamiento y rompimiento del ladrillo, aunque en costos si se desea emplear este submodelo no es lo más recomendable por el alto costo del abacá.		

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 15: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN
INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D1.**

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D1			
Modelo	D		
Submodelo	D1		
Componentes			Porcentaje (%)
	Cuesco Molido		60
	Fibra o cuesco de piña		20
	Agua		20
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1381.8	Peso Final Ladrillo (gr.)	1314.13
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	n/a	
	Temperatura (° C.)	Congelación	n/a
		Quemado	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro-grumos amarilla		
Observaciones	Después de la compresión no existe aglutinación, ni adherencia entre partículas y rastrojo de piña, por acción del agua, por esta razón no hay formación del ladrillo al momento del desmoldaje.		
Preverificación	Aprobado		
	Rechazado	X	
Verificación Laboratorio	Aprobado	n/a	
	Rechazado	n/a	
Conclusión Final	El agua no ayuda en la formación de un ladrillo, por no tener características de aglutinación, ni adherencia, por lo que se rechaza este submodelo.		
Recomendación	No se puede realizar estos submodelos, emplear otro tipo de aglutinantes y formulación.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 16: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D2.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D2			
Modelo	D		
Submodelo	D2		
Componentes	Cuesco Molido	Porcentaje (%)	
	Fibra o rastrojo de piña	60	
	Cola de Carpintero	10	
		30	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	1205	Peso Final Ladrillo (gr.)	1136,7
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	<i>Compresión (Pc/cm².)</i>	n/a	
	<i>Temperatura (° C.)</i>	<i>Congelación</i>	n/a
		<i>Quemado</i>	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro - tonos amarillas		
Observaciones	Después del desmoldado hay formación de un ladrillo desprendimientos de fibras o rastrojos de piña, existe una buena adherencia pero por diferencia de tamaños hay desprendimiento de los rastrojos de piña, después de 5 días de ser sometido al secado existe presencia de hongos, en el rastrojo de piña.		
Preverificación	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>	X	
Verificación Laboratorio	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>		
Conclusión Final	La piña le causa dos problemas al ladrillo el primero es que la adherencia entre el cuesco de palma y el rastrojo de piña no es bueno por que las fibras de piña son muy grandes y no se adhieren bien entre si, y el otro efecto es la formación de hongos en el rastrojo de piña.		
Recomendación	Emplear una resina o aglutinante que no sea echo en base de agua ya que el agua tiende a disolver el aglutinante en el ladrillo, reducir, homogenizar y dar un tratamiento a la fibra de piña para evitar los inconvenientes que se presentaron.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 17: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D3.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D3			
Modelo	D		
Submodelo	D3		
Componentes			Porcentaje (%)
	Cuesco de Palma Molido		60
	Fibra o rastrojo de piña		10
	Engrudo (Harina de Castilla)		30
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1205	Peso Final Ladrillo (gr.)	1141,23
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	n/a	
	Temperatura (° C.)	Congelación	n/a
		Quemado	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro - amarillento		
Observaciones	No se formó un ladrillo debido que la presión, el molde o el aglutinante no brindan las condiciones que requiere para la formación del ladrillo, no hay compactación de las partículas y las partículas se mantienen húmedas después del desmoldado, se formó un montículo que al menor toque se derrumba al igual que los modelos A3, B3 y C3.		
Preverificación	Aprobado		
	Rechazado	X	
Verificación Laboratorio	Aprobado	n/a	
	Rechazado	n/a	
Conclusión Final	Se apreció que el engrudo es muy débil para generar un agregado en conjunto con el cuesco de palma africana y el rastrojo de piña, esto se debe a que el engrudo no tiene la fuerza suficiente para adherir partículas y las partículas de piña no son homogéneas, por lo que se descarta este prototipo, además la fibra de piña genera hongos al igual que el engrudo por lo que es altísimo la exposición a este problema.		
Recomendación	Probar nuevas formulaciones en porcentajes y probando varios tipos de harinas, emplear un sistema diferente de prensado con ayuda de calor para permitir secar más rápido el engrudo, y buscar aditivos o productos que eviten la formación de hongos en el engrudo que se emplee y homogenizar el tamaño del rastrojo de piña y al mismo tiempo curarlo para evitar la formación de hongos.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 18: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D4.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO D, SUBMODELO D4			
Modelo	D		
Submodelo	D4		
Componentes			Porcentaje (%)
	Cuesco Molido		60
	Fibra o Rastrojo de Piña		10
	Mezcla de Cemento		30
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	2050	Peso Final Ladrillo (gr.)	1732,88
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	<i>Compresión (Pc/cm².)</i>	n/a	
	<i>Temperatura (° C.)</i>	<i>Congelación</i>	n/a
		<i>Quemado</i>	n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	grisáceo		
Observaciones	El ladrillo presenta un problema de apariencia, consistencia, desmoronamiento de las partículas que llevan piña conforme pasan los días de secado y por ende desprendimiento de fibras piña y mezcla, color gris similar a la de un bloque convencional.		
Preverificación	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>	X	
Verificación Laboratorio	<i>Aprobado</i>	n/a	
	<i>Rechazado</i>	n/a	
Conclusión Final	El rastrojo de piña no se adhiere bien a la mezcla de cemento y por ende no hay buen fraguado del mismo ya que no le ayuda en el momento de secado, y empieza a existir huecos generados por el desprendimiento de las fibras de piña.		
Recomendación	Emplear fibras de piña de menor tamaño y darles un tratamiento que permita homogenizar y no exista generación de hongos, esto puede evitar el desmoronamiento y rompimiento del ladrillo.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 19: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F1.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F1			
Modelo	F		
Submodelo	F1		
Componentes	Cuesco sin Moler	Porcentaje (%)	
	Mezcla de Cemento	60	
		40	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	1991.5	Peso Final Ladrillo (gr.)	1623.83
Volumen (m³)	0,00193931 mts ³	Densidad (g/cm³)	0.84
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	1.88	Tiempo (h)
	Temperatura (° C.)	Congelación	-15
		Quemado	300
Impermeabilidad	no		Carga Máxima (KN)
			54.78
Coloración	grisáceo		
Observaciones	El ladrillo tiene una textura desigual y granular no es liso pero si hay formación de ladrillo con ligeros desprendimientos de partículas de cemento debido a la ausencia de un elemento que cumpla las funciones de arena, pero tiene una buena apariencia como un ladrillo más económico.		
Preverificación	Aprobado	X	
	Rechazado		
Verificación Laboratorio	Aprobado		
	Rechazado	X	
Conclusión Final	Es un ladrillo de baja resistencia, y no es impermeable, por lo cual no es apto para la construcción, ya que no brinda seguridad y no permite realizar fuertes esfuerzos de presión y resistencia a la intemperie.		
Recomendación	Se recomienda probar otras formulaciones como adicionándole polvo de cuesco molido para darle mayor consistencia la cemento y eliminar muchos espacios que existen para que se de una mejor compactación en el interior y por ende aumentar la resistencia a la compresión y esto a su vez mejoraría notablemente la impermeabilidad.		

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 20: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN
INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F2.**

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F2			
Modelo	F		
Submodelo	F2		
Componentes		Porcentaje (%)	
	Cuesco Sin Molido	60	
	Cola de Carpintero	40	
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	Soga	24	
	Tizón	11.5	
	Grueso	6	
Peso mezcla (gr.)	1083.33	Peso Final Ladrillo (gr.)	931.68
Volumen (m³)	0,00187819 mts ³	Densidad (g/cm³)	0.5
Resistencia	Compresión (Pc/cm².)	1.48	Tiempo (h)
	Temperatura (° C.)	Congelación	-15
			24
		Quemado	300
Impermeabilidad	no	Carga Máxima (KN)	42.8
Coloración	café oscuro		
Observaciones	Se obtuvo un ladrillo de textura rustica, con un secado mas rápido que todos los modelos antes realizados. Una buena conformación y el mas liviano de todos.		
Preverificación	Aprobado	X	
	Rechazado		
Verificación Laboratorio	Aprobado		
	Rechazado	X	
Conclusión Final	Un ladrillo muy liviano, tiene un costo inferior en relación a sus homólogos, ya que por usar la materia prima tal y como se recibe, mas el secado rápido le permite reducir sus costos, pero tiene un problema de baja resistencia, y es soluble al contacto con el agua, tiene una buena resistencia a altas temperaturas en comparación con sus similares, que llevan el mismo aglutinante.		
Recomendación	Emplear una resina o aglutinante que permita aumentar la resistencia y la impermeabilidad, por su bajísimo peso sería ideal mejorar su conformación para la construcción de edificaciones en las que se necesite mantener el calor.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 21: TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F3.

TABLA DE ESPECIFICACIONES Y VERIFICACIÓN INDIVIDUAL DEL MODELO F, SUBMODELO F3			
Modelo	F		
Submodelo	F3		
Componentes			Porcentaje (%)
	Cuesco de palma sin moler		60
	Engrudo (Harina de Castilla)		40
Características			
Forma	Cúbica Rectangular		
Dimensiones (cm.)	<i>Soga</i>	24	
	<i>Tizón</i>	11.5	
	<i>Grueso</i>	6	
Peso mezcla (gr.)	1429.5	Peso Final Ladrillo (gr.)	1287.39
Volumen (m³)	0,001656 mts ³		
Resistencia	<i>Compresión (Pc/cm².)</i>		
	<i>Temperatura (° C.)</i>		<i>Congelación</i> n/a
			<i>Quemado</i> n/a
Impermeabilidad	n/a		
Coloración	café oscuro		
Observaciones	No se formó un ladrillo debido a que por efectos de la presión o por la consistencia del engrudo no hubo aglutinación ni adherencia entre partículas y todo el aglutinante se precipitó a la base del molde dejándole con aspecto húmedo a todo la base del ladrillo y por ende no hubo un presecado, y se genero un desmoronamiento de un 85% del ladrillo		
Preverificación	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>	X	
Verificación Laboratorio	<i>Aprobado</i>		
	<i>Rechazado</i>		
Conclusión Final	Se apreció que el engrudo es muy débil para generar un agregado en conjunto con el cuesco de palma africana, esto se debe a que el engrudo no tiene la fuerza suficiente para adherir partículas, por lo que se descarta este prototipo.		
Recomendación	Probar nuevas formulaciones en porcentajes y probando varios tipos de harinas, emplear un sistema diferente de prensado con ayuda de calor para permitir secar mas rápido el engrudo.		

(De la Torre, A)

ANEXO N° 22: GASTOS EFECTUADOS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

GASTOS EFECTUADOS EN EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
A. MOVILIZACIÓN				1952.65
TRANSPORTE (VEHICULO)	Horas	60	7.00	420.00
GASOLINA	Galones	839.2	1.33	1116.14
PEAJES	Tickets	15	1.00	15.00
ESTADÍA	Días	4	20.00	80.00
ALIMENTACIÓN	Comidas	72	2.00	144.00
OTROS				177.51
B. MATERIAS PRIMAS				238.10
CUESCO DE PALMA AFRICANA	Toneladas	1	6.00	6.00
FIBRA DE PALMA AFRICANA	Toneladas	0.025	0.00	0.00
FIBRA DE ABACÁ	Tonelada	0.02	1000.00	20.00
RASTROJO PIÑA	Kg.	20	0.00	0.00
COLA DE CARPINTERO BLANCA	Galones (4LT)	5	9.75	48.75
CEMENTO	Quintal	6	3.45	20.70
HARINA	Kg.	20	0.45	9.00
AGUA Y ENERGÍA ELÉCTRICA				45.00
VARIOS AGLUTINANTES PARA PRUEBA				67.00
OTROS				21.65
C. MANO DE OBRA				168.00
INVESTIGADOR	Jornal	20	0.00	0.00
AYUDANTE	Jornal	20	8.00	160.00
OTROS				8.00
D. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				2157.67
MOLINO	Unidades	1	1500.00	1500.00
MOLDEADORA - PRENSADORA	Unidades	1	480.00	480.00
TANQUES	Unidades	1	17.67	17.67
BALDES	Unidades	5	1.25	6.25
HERRAMIENTAS	Unidades			34.00
TABLEROS SECADO	Unidades	5	2.00	10.00
TAMICES	Unidades	2	3.50	7.00
OTROS				102.75
E. CONSTRUCCIONES E INMUEBLE				99.44
COSTO TERRENO	\$/m2	4	20.00	80.00
CONSTRUCCIÓN PLANTA PILOTO Y BODEGAS	m2	8	1.30	10.40
OTROS				9.04
F. PRUEBAS DE VERIFICACIÓN				322.00
COSTO DE PRUEBAS RESISTENCIA	Unidades	56	5.00	280.00
COSTO DE PRUEBAS HUMEDAD	Unidades	14	3.00	42.00
SUBTOTAL (A+B+C+D+E+F)				4937.85
G. VARIOS				246.89
VARIOS GASTOS				246.89
GASTO TOTAL (A+B+C+D+E+F+G)				5184.74

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 23: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO
A2.**

GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO A2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	1		21.00	21.00
FORMULACION					0.55
Cuesco de Palma Africana	Toneldas	0.001		6.00	0.005
Cola de Carpintero	kg.	0.22		2.44	0.54
MANO DE OBRA**					1.81
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	12	0.20	1.25	0.25
Tamizado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Reproceso	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Recepcion material molido	Hora	2	0.03	1.25	0.04
Mezclado	Hora	16	0.27	1.25	0.33
Moldeado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Prensado	Hora	11	0.18	1.25	0.23
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	10	0.17	1.25	0.21
Almacenamiento	Hora	2	0.03	1.25	0.04
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	1		5.00	5.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	1		2.32	2.32
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	1		0.27	0.27
VARIOS					3.09
TOTAL					34.04

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 24: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS
HERMANOS DEL SUBMODELO A2.**

GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO A2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	10		21.00	209.96
FORMULACION					5.48
Cuesco de Palma Africana	Toneldas	0.009		6	0.05
Cola de Carpintero	kg.	2.23		2.44	5.43
MANO DE OBRA**					8.00
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	60	1.00	1.25	1.25
Tamizado	Hora	30	0.50	1.25	0.63
Reproceso	Hora	23	0.38	1.25	0.48
Recepcion material molido	Hora	2	0.03	1.25	0.04
Mezclado	Hora	115	1.92	1.25	2.40
Moldeado	Hora	81	1.35	1.25	1.69
Prensado	Hora	18	0.30	1.25	0.38
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	34	0.57	1.25	0.71
Almacenamiento	Hora	10	0.17	1.25	0.21
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	10		5	50.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	10		2.32	23.20
DEPRECIACION INMUEBLE****	Porcentaje	10		0.27	2.67
VIARIOS					14.97
SUBTOTAL					314.29
DESCUENTO POR CURVA DE APRENDIZAJE					46.59
TOTAL					267.70

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 25: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO
A4.**

GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO A4					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	1		21.00	21.00
FORMULACION					0.10
Cuesco de Palma Africana	Toneldas	0.001		6.00	0.01
Mezcla de cemento	quintal	0.60		0.153	0.09
MANO DE OBRA**					1.81
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	12	0.20	1.25	0.25
Tamizado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Reproceso	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Recepcion material molido	Hora	2	0.03	1.25	0.04
Mezclado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Moldeado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Prensado	Hora	11	0.18	1.25	0.23
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	17	0.28	1.25	0.35
Almacenamiento	Hora	2	0.03	1.25	0.04
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	1		5.00	5.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	1		2.32	2.32
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	1		0.27	0.27
VARIOS					3.05
TOTAL					33.55

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 26: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS
HERMANOS DEL SUBMODELO A4.**

GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO A4					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	10		21.00	209.96
FORMULACION					1.00
Cuesco de Palma Africana	Toneldas	0.01		6.00	0.08
Mezcla de Cemento	kg	5.97		0.153	0.92
MANO DE OBRA**					7.98
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	60	1.00	1.25	1.25
Tamizado	Hora	30	0.50	1.25	0.63
Reproceso	Hora	23	0.38	1.25	0.48
Recepcion material molido	Hora	2	0.03	1.25	0.04
Mezclado	Hora	90	1.50	1.25	1.88
Moldeado	Hora	81	1.35	1.25	1.69
Prensado	Hora	18	0.30	1.25	0.38
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	58	0.97	1.25	1.21
Almacenamiento	Hora	10	0.17	1.25	0.21
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	10		5.00	50.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	10		2.32	23.20
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	10		0.27	2.67
VARIOS					14.74
SUBTOTAL					309.56
DESCUENTO POR CURVA DE APRENDIZAJE					46.54
TOTAL					263.02

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 27: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO
B2.**

GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO B2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	1		21.00	21.00
FORMULACION					1.12
Cuesco de Palma Africana	Toneldas	0.0008		6.00	0.00
Fibra de Palma Africa	Kg	0.31		0.00	0.00
Cola de Carpintero	Kg	0.46		2.44	1.12
MANO DE OBRA**					2.08
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	16	0.27	1.25	0.33
Tamizado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Reproceso	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Recepcion material molido	Hora	4	0.07	1.25	0.08
Mezclado	Hora	19	0.32	1.25	0.40
Moideado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Prensado	Hora	10	0.17	1.25	0.21
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	13	0.22	1.25	0.27
Almacenamiento	Hora	2	0.03	1.25	0.04
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	1		5.00	5.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	1		2.32	2.32
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	1		0.27	0.27
VARIOS					3.18
TOTAL					34.97

(De la Torre, A)

ANEXO N° 28: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B2.

GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	10		21.00	209.96
FORMULACION					11.23
Cuesco de Palma Africana	Toneladas	0.008		6.00	0.05
Fibra de Palma Africana	kg.	3.06		0.00	0.00
Cola de Carpintero	kg.	4.59		2.44	11.19
MANO DE OBRA**					9.44
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	80	1.33	1.25	1.67
Tamizado	Hora	39	0.65	1.25	0.81
Reproceso	Hora	29	0.48	1.25	0.60
Recepcion material molido	Hora	4	0.07	1.25	0.08
Mezclado	Hora	137	2.28	1.25	2.85
Moldeado	Hora	81	1.35	1.25	1.69
Prensado	Hora	18	0.30	1.25	0.38
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	44	0.73	1.25	0.92
Almacenamiento	Hora	10	0.17	1.25	0.21
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	10		5.00	50.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	10		2.32	23.20
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	10		0.27	2.67
VARIOS					15.33
SUBTOTAL					321.83
DESCUENTO POR CURVA DE APRENDIZAJE					46.95
TOTAL					274.89

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 29: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO
B4.**

GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO B4					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	1		21.00	21.00
FORMULACION					0.13
Cuesco de Palma Africana	Toneldas	0.001		6.00	0.01
Fibra de Palma Africana	Kg	0.40		0.00	
Mezcla de cemento	quintal	0.80		0.153	0.12
MANO DE OBRA**					1.85
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	16	0.27	1.25	0.33
Tamizado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Reproceso	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Recepcion material molido	Hora	4	0.07	1.25	0.08
Mezclado	Hora	6	0.10	1.25	0.13
Moldeado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Prensado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	16	0.27	1.25	0.33
Almacenamiento	Hora	2	0.03	1.25	0.04
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	1		5.00	5.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	1		2.32	2.32
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	1		0.27	0.27
VARIOS					3.06
TOTAL					33.63

(De la Torre, A)

ANEXO N° 30: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B4.

GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO B4					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	10		21.00	209.96
FORMULACION					1.29
Cuesco de Palma Africana	Toneladas	0.01		6.00	0.06
Fibra de Palma Africana		4.02		0.00	0.00
Mezcla de Cemento	kg.	8.04		0.153	1.23
MANO DE OBRA**					7.83
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	80	1.33	1.25	1.67
Tamizado	Hora	39	0.65	1.25	0.81
Reproceso	Hora	39	0.65	1.25	0.81
Recepcion material molido	Hora	4	0.07	1.25	0.08
Mezclado	Hora	60	1.00	1.25	1.25
Moldeado	Hora	63	1.05	1.25	1.31
Prensado	Hora	15	0.25	1.25	0.31
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	55	0.92	1.25	1.15
Almacenamiento	Hora	10	0.17	1.25	0.21
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	10		5.00	50.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	10		2.32	23.20
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	10		0.27	2.67
VARIOS					14.75
SUBTOTAL					309.71
DESCUENTO POR CURVA DE APRENDIZAJE					46.51
TOTAL					263.20

(De la Torre, A)

ANEXO N° 31: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO C2.

GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO C2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	1		21.00	21.00
FORMULACION					1.01
Cuesco de Palma Africana	Toneladas	0.0007		6.00	0.00
Fibra de Abaca	Kg	0.12		1.00	0.12
Cola de Carpintero	Kg	0.36		2.44	0.88
MANO DE OBRA**					1.73
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	12	0.20	1.25	0.25
Tamizado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Reproceso	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Recepcion material molido	Hora	2	0.03	1.25	0.04
Mezclado	Hora	16	0.27	1.25	0.33
Moldeado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Prensado	Hora	11	0.18	1.25	0.23
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	6	0.10	1.25	0.13
Almacenamiento	Hora	2	0.03	1.25	0.04
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	1		5.00	5.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	1		2.32	2.32
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	1		0.27	0.27
VARIOS					3.13
TOTAL					34.45

(De la Torre, A)

ANEXO N° 32: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO C2.

GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO C2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	10		21.00	209.96
FORMULACION					10.05
Cuesco de Palma Africana	Toneldas	0.007		6.00	0.04
Fibra de Abaca	kg	1.21		1.00	1.21
Cola de Carpintero	kg	3.62		2.44	8.80
MANO DE OBRA**					7.72
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	60	1.00	1.25	1.25
Tamizado	Hora	30	0.50	1.25	0.63
Reproceso	Hora	23	0.38	1.25	0.48
Recepcion material molido	Hora	2	0.03	1.25	0.04
Mezclado	Hora	115	1.92	1.25	2.40
Moldeado	Hora	81	1.35	1.25	1.69
Prensado	Hora	18	0.30	1.25	0.38
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	20.4	0.34	1.25	0.43
Almacenamiento	Hora	10	0.17	1.25	0.21
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	10		5.00	50.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	10		2.32	23.20
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	10		0.27	2.67
VARIOS					15.18
SUBTOTAL					318.78
DESCUENTO POR CURVA DE APRENDIZAJE					46.57
TOTAL					272.21

(De la Torre, A)

ANEXO N° 33: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO F1.

GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO F1					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	1		21.00	21.00
FORMULACION					0.13
Cuesco de Palma Africana entera	Toneldas	0.001		6.00	0.01
Mezcla de cemento	quintal	0.80		0.153	0.12
MANO DE OBRA**					1.08
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Tamizado	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Reproceso	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Recepcion material molido	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Mezclado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
Moldeado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Prensado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	14	0.23	1.25	0.29
Almacenamiento	Hora	2	0.03	1.25	0.04
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	1		5.00	5.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	1		2.32	2.32
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	1		0.27	0.27
VARIOS					2.98
TOTAL					32.78

(De la Torre, A)

ANEXO N° 34: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO F1.

GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO F1					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	10		21.00	209.96
FORMULACION					1.29
Cuesco de Palma Africana	Toneladas	0.012		6.00	0.07
Mezcla de Cemento	kg.	7.97		0.153	1.22
MANO DE OBRA**					5.00
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Tamizado	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Reproceso	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Recepcion material molido	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Mezclado	Hora	90	1.50	1.25	1.88
Moldeado	Hora	63	1.05	1.25	1.31
Prensado	Hora	18	0.30	1.25	0.38
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	48	0.80	1.25	1.00
Almacenamiento	Hora	10	0.17	1.25	0.21
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	10		5.00	50.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	10		2.32	23.20
DEPRECIACION INMUEBLE****	Porcentaje	10		0.27	2.67
VARIOS					14.61
SUBTOTAL					306.74
DESCUENTO POR CURVA DE APRENDIZAJE					45.91
TOTAL					260.82

(De la Torre, A)

**ANEXO N° 35: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DEL SUBMODELO
F2.**

GASTOS EN LA FABRICACION DEL SUBMODELO F2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	1		21.00	21.00
FORMULACION					1.06
Cuesco de Palma Africana sin moler	Toneldas	0.0006		6.00	0.00
Cola de Carpintero	kg.	0.43		2.44	1.06
MANO DE OBRA**					0.90
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Tamizado	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Reproceso	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Recepcion material molido	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Mezclado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Moldeado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Prensado	Hora	9	0.15	1.25	0.19
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	7	0.12	1.25	0.15
Almacenamiento	Hora	2	0.03	1.25	0.04
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	1		5.00	5.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	1		2.32	2.32
DEPRESIACION INMUEBLE****	Porcentaje	1		0.27	0.27
VARIOS					3.05
TOTAL					33.59

(De la Torre, A)

ANEXO N° 36: GASTOS EN LA FABRICACIÓN DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO F2.

GASTOS EN LA FABRICACION DE LOS LADRILLOS HERMANOS DEL SUBMODELO F2					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MOVILIZACION*	\$	10		21.00	209.96
FORMULACION					10.61
Cuesco de Palma Africana sin moler	Toneldas	0.006		6.00	0.04
Cola de carpintero	kg.	4.33		2.440	10.57
MANO DE OBRA**					4.08
		<i>Minutos</i>	<i>Fraccion hora</i>		
Recepcion de Materias Primas	Hora	3	0.05	1.25	0.06
Molienda	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Tamizado	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Reprocesado	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Recepcion material molido	Hora	0	0.00	1.25	0.00
Mezclado	Hora	70	1.17	1.25	1.46
Moldeado	Hora	63	1.05	1.25	1.31
Prensado	Hora	18	0.30	1.25	0.38
desmoldado	Hora	8	0.13	1.25	0.17
Secado	Hora	24	0.40	1.25	0.50
Almacenamiento	Hora	10	0.17	1.25	0.21
PRUEBAS DE VERIFICACION	unidad	10		5.00	50.00
DEPRECIACION MAQUINARIA***	Porcentaje	10		2.32	23.20
DEPRECIACION INMUEBLE****	Porcentaje	10		0.27	2.67
VARIOS					15.03
SUBTOTAL					315.56
DESCUENTO POR CURVA DE APRENDIZAJE					45.81
TOTAL					269.74

(De la Torre, A)

ANEXO N° 37: CALIFICACIÓN Y SELECCIÓN TÉCNICA-
ECONÓMICA DE LOS SUBMODELOS.

Calificación y selección técnica - económica de los submodelos											
Submodelo	Resistencia a la compresión	Peso	Densidad	Carga máxima	Resistencia fuego	% Permeabilidad	Estética	Costo	Total	Puntuación Parcial	
A2	4	5	5	4	3	1	7	3	32	4.57	
A4	5	2	2	6	7	6	3	5	36	5.14	
B2	2	4	4	2	2	1	6	1	22	3.14	
B4	7	1	1	7	7	7	2	4	36	5.14	
C2	1	6	6	1	1	1	4	2	22	3.14	
F1	5	3	3	5	7	5	1	7	36	5.14	
F2	3	7	7	3	4	1	5	6	36	5.14	
Submodelo	Resistencia a la compresión	Peso	Densidad	Carga máxima	Resistencia fuego	% Permeabilidad	Estética	Costo	Total	Calificación	Mejor Opción
A2	40	40	30	32	27	10	28	21	228	32.57	E
A4	50	16	12	48	63	60	12	35	296	42.29	C
B2	20	32	24	16	18	10	24	7	151	21.57	F
B4	70	8	6	56	63	70	8	28	309	44.14	A
C2	10	48	36	8	9	10	16	14	151	21.57	G
F1	50	24	18	40	63	50	4	49	298	42.57	B
F2	30	56	42	24	36	10	20	42	260	37.14	D

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Valores Para Calificación; máximo 10</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>resistencia a la compresión</td><td>10</td></tr> <tr><td>peso</td><td>8</td></tr> <tr><td>densidad</td><td>6</td></tr> <tr><td>carga máxima</td><td>8</td></tr> <tr><td>resistencia al fuego</td><td>9</td></tr> <tr><td>% Permeabilidad</td><td>10</td></tr> <tr><td>estético</td><td>4</td></tr> <tr><td>Costo</td><td>7</td></tr> </tbody> </table>	Valores Para Calificación; máximo 10		resistencia a la compresión	10	peso	8	densidad	6	carga máxima	8	resistencia al fuego	9	% Permeabilidad	10	estético	4	Costo	7	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #800000; color: white;"><th colspan="2">Mejor opción</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>B4</td></tr> <tr><td>B</td><td>F1</td></tr> <tr><td>C</td><td>A4</td></tr> <tr><td>D</td><td>F2</td></tr> <tr><td>E</td><td>A2</td></tr> <tr><td>F</td><td>B2</td></tr> <tr><td>G</td><td>C2</td></tr> </tbody> </table>	Mejor opción		A	B4	B	F1	C	A4	D	F2	E	A2	F	B2	G	C2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Importancia de la valoración</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>8 a 10</td><td>Muy importante</td></tr> <tr><td>5 a 7</td><td>Importante</td></tr> <tr><td>4 a 6</td><td>medianamente importante</td></tr> <tr><td>0 a 3</td><td>No es importante</td></tr> </tbody> </table>	Importancia de la valoración		8 a 10	Muy importante	5 a 7	Importante	4 a 6	medianamente importante	0 a 3	No es importante
Valores Para Calificación; máximo 10																																														
resistencia a la compresión	10																																													
peso	8																																													
densidad	6																																													
carga máxima	8																																													
resistencia al fuego	9																																													
% Permeabilidad	10																																													
estético	4																																													
Costo	7																																													
Mejor opción																																														
A	B4																																													
B	F1																																													
C	A4																																													
D	F2																																													
E	A2																																													
F	B2																																													
G	C2																																													
Importancia de la valoración																																														
8 a 10	Muy importante																																													
5 a 7	Importante																																													
4 a 6	medianamente importante																																													
0 a 3	No es importante																																													

(De la Torre, A)

ANEXO N° 38: COSTOS INICIALES DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLÓGICOS.

COSTOS INICIALES PARA LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLÓGICOS					
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	# PERSONAS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
INSTALACIONES					
TERRENO	Mts ²		20000.00	2.00	40000.00
CONSTRUCCIÓN:					
OFICINAS y BODEGAS					
<i>Mano de Obra</i>	Jornales	8	60.00	7.00	3360.00
<i>Materiales</i>	Mts ² construcción industrial		3000.00	12.00	36000.00
<i>Otros (5%)</i>					1968.00
PLANTA					
<i>Mano de Obra</i>	Jornales	8	30.00	7.00	1680.00
<i>Materiales</i>	Mts ² construcción industrial		1500.00	12.00	18000.00
<i>Otros (5%)</i>					984.00
TOTAL					101992.00
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA		CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
EQUIPOS Y MUEBLES					
EQUIPOS					
Molino	20 Hp		1	6300.00	6300.00
Tamices y Sarandas Armadas	Mts ²		50	20.00	1000.00
Tanques de mezclado	15Mts ³		1	2400.00	2400.00
Prensadora de vibración	10 Hp		1	5700.00	5700.00
Moldes	variables		4	400.00	1600.00
Tableros individuales de madera	50x15 cm		1000	2.00	2000.00
Tolvas de material	5Mts ³		4	120.00	480.00
Tanques de recepción	50Mts ³		4	400.00	1600.00
carros transportadores tableros	2 ruedas 50x15		4	150.00	600.00
<i>Otros (15%)</i>					3252.00
VEHÍCULOS					
Camioneta	4x4		1	12500.00	12500.00
Camión de 200 quintales	200 qq		1	23500.00	23500.00
Volqueta	9 ton GH		1	56000.00	56000.00
MUEBLES Y EQUIPOS DE OFICINAS					
Escritorios, muebles, sillas	Varios				5500.00
Computadores			6	450	2700.00
<i>Varios (25%)</i>					2050.00
TOTAL					127182.00
PERMISOS					
Construcción					200.00
Funcionamiento					200.00
SRI					200.00
Salud					200.00
<i>Otros</i>					100.00
Abogados					400.00
TOTAL					1300.00
TOTAL GASTOS INICIALES					230474.00

(De la Torre, A)

ANEXO N° 39: COSTOS DE OPERACIÓN EN LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLOGICOS.

COSTOS DE OPERACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE LADRILLOS ECOLÓGICOS, PRESUPUESTADO PARA UN AÑO					
Producción mensual		# unidades:		150000	
Producción anual		# unidades:		1800000	
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES					
CEMENTO	qq (50 kilos)	19293.00		6.33	122124.69
CUESCO Y FIBRA DE PALMA AFRICANA	toneladas	2252.53		6.00	13515.18
VARIOS	%	5.00			6781.99
TOTAL					142421.86
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	# PERSONAS	# MESES	VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
SALARIOS					
GERENTE	JORNAL	1	12	700.00	8400.00
SECRETARIA	JORNAL	1	12	300.00	3600.00
CONTADOR	JORNAL	1	12	350.00	4200.00
GUARDIA	JORNAL	1	12	350.00	4200.00
OPERARIOS	JORNAL	4	12	300.00	14400.00
CHOFER	JORNAL	2	12	300.00	7200.00
OTROS	JORNAL	1	12	250.00	3000.00
TOTAL					36600.00
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
SERVICIOS BÁSICOS					
LUZ	Kw/h	2080		0.082	170.56
AGUA	m ³	400.9		1.04	416.94
TELÉFONO		12		30.00	360.00
INTERNET	500 MB	12		20.00	240.00
OTROS	%	10.00			118.75
TOTAL					1306.25
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	# MESES	VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
SEGUROS					
IESS	%	11.25	12	343.13	4117.60
OTROS SEGUROS E IMPUESTOS	%	25.00			1029.38
TOTAL					5146.88
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD		VALOR UNITARIO (\$)	EGRESOS
OTROS					
VARIOS GASTOS OPERACIONALES	%	5			9273.75
TOTAL GASTOS OPERACIONALES					185474.98

(De la Torre, A)

ANEXO N° 40: ANALISIS DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.

ANÁLISIS DE PERDIDAS Y GANANCIAS						
Producción mensual	# unidades:	150000				
Producción anual	# unidades:	1800000				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	# MESES	# UNIDADES	VALOR UNITARIO (\$)	INGRESOS
PRODUCTO						
LADRILLOS PRENSADOS DE 24 cm(24X11 5X6)	cm	24X11 5X6	12	150000	0 15	268920.00
OTROS	%	2.00				5378.40
TOTAL VENTAS NETAS						274298.40
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	# AÑOS	VALOR	EGRESOS	
CÓSTOS DE PRODUCCIÓN						
DEPRECIACIÓN INMUEBLE	%	25 00	5	20398 40	5099.60	
DEPRECIACIÓN VEHICULOS	%	10 00	5	18400 00	1840.00	
DEPRECIACIÓN MAQUINARIA	%	10 00	5	4986 40	498.64	
DEPRECIACIÓN EQUIPOS DE OFICINA	%	5 00	5	2050 00	102.60	
MARGEN BRUTO						81282.68
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD			EGRESOS	
IMPUESTO RENTA	%	9 00			7315 44	
IMPUESTO VALOR AGREGADO (IVA)	%	12 00			9753 92	
IMPUESTO A LA FUENTE	%	1 00			812 83	
UTILIDAD BRUTA DESPUÉS DE LOS IMPUESTOS						63400.49
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD			EGRESOS	
PAGO PRÉSTAMO CAPITAL INICIAL					49867 32	
UTILIDAD BRUTA DESPUÉS DE LOS IMPUESTOS Y PRÉSTAMO CAPITAL INICIAL						13533.17
PARTICIPACIÓN TRABAJADORES	%	15 00			2029 98	
UTILIDAD NETA						11503.19

(De la Torre, A)

ANEXO N° 41: TABLA DE AMORTIZACIÓN DEL PRESTAMO DEL CAPITAL INICIAL.

Escriba los valores	
Importe del préstamo	\$185,474.98
Interés anual	12.00 %
Periodo del préstamo en años	5
Número de pagos anuales	4
Fecha inicial del préstamo	1/1/2010
Pagos extra opcionales	\$0.00

Resumen del préstamo	
Pago programado	\$12,466.83
Número de pagos programados	20
Número real de pagos	20
Total de adelantos	- pta
Interés total	\$63,861.66

Entidad financiera: BANCO PICHINCHA

Pago N°	Fecha del pago	Saldo inicial	Pago programado	Pago extra	Pago total	Capital	Intereses	Saldo final
1	4/1/2010	\$185,474.98	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$6,902.58	\$5,564.25	\$178,572.40
2	7/1/2010	\$178,572.40	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$7,109.66	\$5,357.17	\$171,462.74
3	10/1/2010	\$171,462.74	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$7,322.95	\$5,143.88	\$164,139.79
4	1/1/2011	\$164,139.79	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$7,542.64	\$4,924.19	\$156,597.15
5	4/1/2011	\$156,597.15	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$7,768.92	\$4,697.91	\$148,828.23
6	7/1/2011	\$148,828.23	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$8,001.99	\$4,464.85	\$140,826.25
7	10/1/2011	\$140,826.25	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$8,242.04	\$4,224.79	\$132,584.20
8	1/1/2012	\$132,584.20	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$8,489.31	\$3,977.53	\$124,094.90
9	4/1/2012	\$124,094.90	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$8,743.99	\$3,722.85	\$115,350.91
10	7/1/2012	\$115,350.91	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$9,006.30	\$3,460.53	\$106,344.61
11	10/1/2012	\$106,344.61	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$9,276.49	\$3,190.34	\$97,068.11
12	1/1/2013	\$97,068.11	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$9,554.79	\$2,912.04	\$87,513.32
13	4/1/2013	\$87,513.32	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$9,841.43	\$2,625.40	\$77,671.89
14	7/1/2013	\$77,671.89	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$10,136.68	\$2,330.16	\$67,535.22
15	10/1/2013	\$67,535.22	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$10,440.78	\$2,026.06	\$57,094.44
16	1/1/2014	\$57,094.44	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$10,754.00	\$1,712.89	\$46,340.44
17	4/1/2014	\$46,340.44	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$11,076.62	\$1,390.21	\$35,263.82
18	7/1/2014	\$35,263.82	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$11,408.92	\$1,057.91	\$23,854.91
19	10/1/2014	\$23,854.91	\$12,466.83	\$0.00	\$12,466.83	\$11,751.18	\$715.65	\$12,103.72
20	1/1/2015	\$12,103.72	\$12,466.83	\$0.00	\$12,103.72	\$11,740.61	\$363.11	\$0.00

(De la Torre, A)

**ANEXOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL
LABORATORIO DE LAS MUESTRAS ENVIADAS.**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE

TEL. 2626 475 EXT 132

PROYECTO: Fabricación de Ladrillos Ecológicos **NORMA:** INEN 574
CONTRATISTA: Sr. Vinicio de la Torres **L.E.M** 753
FISCALIZA: UDLA
LOCALIZACION: La Pinta 255 - Quito
FECHA: 2009-01-28

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS

Descripción de la Muestra:	A2 - Estructura Media
Procedencia:	Fabrica
Fecha de Fabricación	20/12/2008
Fecha de Ensayo	23/1/2009

Muestra N°	A2-1	A2-2	A2-3	A2-4	A2-5	A2-6
Longitud (mm)	238,00	247,00	245,00	243,00	245,00	246,00
Ancho (mm)	115,00	116,00	116,00	115,00	116,00	115,00
Altura (mm)	62,00	65,00	67,00	65,00	66,00	64,00
Sección de la Muestra (mm ²)	27370,00	28652,00	28420,00	27945,00	28420,00	28290,00
Masa (g)	1015,42	1099,38	1128,11	1060,09	1149,67	1055,53
Volumen (cm ³)	1696,94	1862,38	1904,14	1816,43	1875,72	1810,56
Densidad (g /cm ³)	0,60	0,59	0,59	0,58	0,61	0,58
Carga Máxima (KN)	44,8	35,9	55,3	59,1	38,8	46,4
Resistencia (Mpa)	1,64	1,25	1,95	2,11	1,37	1,64

Nota: 1MPa = 10,2Kg/cm²

Resistencia Promedio

R'p = 1,7 Mpa

R'p = 17 Kg/cm²

Observación: De acuerdo a la Norma INEN 297, este tipo de ladrillos, por su baja resistencia no entra en la clasificación dada.



Ing. Miguel Chávez
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde • Teléfonos: (593 2) 396 2800 / 396 2900 • Ext.: 2198
 • Teléfono Directo: 396 2891 • Fax: 396 2897 • E-mail: htorres@ups.edu.ec • ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERÍA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORÁN VALVERDE

TEL. 2526 475 EXT 132

PROYECTO: Fabricación de Ladrillos Ecológicos **NORMA:** INEN 574
CONTRATISTA: Sr. Vinicio de la Torres **L.E.M** 753
FISCALIZA: UDLA
LOCALIZACIÓN: La Pinta 255 - Quito
FECHA: 2009-01-27

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS

Descripción de la Muestra:	A4 - Con Cemento
Procedencia:	Fabrica
Fecha de Fabricación	20/12/2008
Fecha de Ensayo	23/1/2009

Muestra N°	A1-1	A1-2	A1-3	A1-4	A1-5	A1-6
Longitud (mm)	247,00	245,00	246,00	250,00	250,00	248,00
Ancho (mm)	116,00	117,00	116	124	120	120
Altura (mm)	65,00	70,00	65,00	63,00	65,00	65,00
Sección de la Muestra (mm ²)	28652,00	28665,00	28536,00	31000,00	30000,00	29760,00
Masa (g)	1676,46	1638,85	1587,12	1918,22	1840,18	1760,13
Volumen (cm ³)	1862,38	2006,55	1854,84	1953,00	1950,00	1934,40
Densidad (g /cm ³)	0,90	0,82	0,86	0,98	0,94	0,91
Carga Máxima (KN)	83,6	72,8	59,5	89,2	80,9	53,8
Resistencia (Mpa)	2,92	2,54	2,09	2,88	2,70	1,81

Nota: 1MPa = 10,2Kg/cm²

Resistencia Promedio

R'p = 2,5 Mpa

R'p = 25 Kg/cm²

Observación: De acuerdo a la Norma INEN 297, este tipo de ladrillos, por su baja resistencia no entra en la clasificación dada.



Ing. Miguel Chávez
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde • Teléfonos: (593 2) 396 2800 / 396 2900 • Ext.: 2198
 • Teléfono Directo: 396 2891 • Fax: 396 2897 • E-mail: htorres@ups.edu.ec • ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE

TEL. 2626 475 EXT 132

PROYECTO: Fabricación de Ladrillos Ecológicos
CONTRATISTA: Sr. Vinicio de la Torres
FISCALIZA: UDLA
LOCALIZACION: La Pinta 255 - Quito
FECHA: 2009-01-27

NORMA: INEN 574
L.E.M 753

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS

Descripción de la Muestra:	B2 - Estructura Cerrada
Procedencia:	Fabrica
Fecha de Fabricación	20/12/2008
Fecha de Ensayo	23/1/2009

Muestra N°	B2-1	B2-2	B2-3	B2-4	B2-5	B2-6
Longitud (mm)	242,00	244,00	244,00	242,00	245,00	243,00
Ancho (mm)	113,00	114,00	115,00	118,00	115,00	115,00
Altura (mm)	64,00	65,00	65,00	63,00	65,00	67,00
Sección de la Muestra (mm ²)	27346,00	27816,00	28060,00	28556,00	28175,00	27945,00
Masa (g)	1079,36	1111,68	1126,34	1184,73	1116,24	1109,8
Volumen (cm ³)	1750,14	1808,04	1823,90	1799,03	1831,38	1872,32
Densidad (g /cm ³)	0,62	0,61	0,62	0,66	0,61	0,59
Carga Máxima (KN)	30,6	33,0	42,2	29,6	27,2	30,2
Resistencia (Mpa)	1,12	1,19	1,50	1,04	0,97	1,08

Nota: 1MPa = 10,2Kg/cm²

Resistencia Promedio

R'p = 1,1 Mpa
R'p = 12 Kg/cm²

Observación: De acuerdo a la Norma INEN 297, este tipo de ladrillos, por su baja resistencia no entra en la clasificación dada.



Ing. Miguel Chávez
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde • Teléfonos: (593 2) 396 2800 / 396 2900 • Ext.: 2198
• Teléfono Directo: 396 2891 • Fax: 396 2897 • E-mail: htorres@ups.edu.ec • ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERÍA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORÁN VALVERDE

TEL. 2526 475 EXT 132

PROYECTO: Fabricación de Ladrillos Ecológicos
CONTRATISTA: Sr. Vinicio de la Torres
FISCALIZA: UDLA
LOCALIZACIÓN: La Pinta 255 - Quito
FECHA: 2009-01-27

NORMA: INEN 574
L.E.M 753

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS

Descripción de la Muestra:	B4 - Con Cemento
Procedencia:	Fabrica
Fecha de Fabricación	20/12/2008
Fecha de Ensayo	23/1/2009

Muestra N°	B4-1	B4-2	B4-3	B4-4	B4-5	B4-6
Longitud (mm)	248,00	247,00	246,00	243,00	245,00	243,00
Ancho (mm)	117,00	120,00	116	114	119	112
Altura (mm)	66,00	65,00	66,00	64,00	65,00	65,00
Sección de la Muestra (mm ²)	29016,00	29640,00	28536,00	27702,00	29155,00	27216,00
Masa (g)	1682,00	1803,00	1760	1950	1706	1817
Volumen (cm ³)	1915,06	1926,60	1883,38	1772,93	1895,08	1769,04
Densidad (g /cm ³)	0,88	0,94	0,93	1,10	0,90	1,03
Carga Máxima (KN)	77,3	109,8	85,1	180,5	82,2	181,4
Resistencia (Mpa)	2,66	3,70	2,98	6,52	2,82	6,67

Nota: 1MPa = 10,2Kg/cm²

Resistencia Promedio

R'p = 4,23 Mpa

R'p = 43 Kg/cm²

Observación: De acuerdo a la Norma INEN 297, este tipo de ladrillos, por su resistencia entra en la clasificación como ladrillo Hueco Tipo E



Ing. Miguel Chávez
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde • Teléfonos: (593 2) 396 2800 / 396 2900 • Ext: 2198
• Teléfono Directo: 396 2891 • Fax: 396 2897 • E-mail: htorres@ups.edu.ec • ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERÍA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE

TEL. 2626 475 EXT 132

PROYECTO: Fabricación de Ladrillos Ecológicos **NORMA:** INEN 574
CONTRATISTA: Sr. Vinicio de la Torres **L.E.M** 753
FISCALIZA: UDLA
LOCALIZACION: La Pinta 255 - Quito
FECHA: 2009-01-27

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS

Descripción de la Muestra:	C2 - Estructura Media
Procedencia:	Fabrica
Fecha de Fabricación	20/12/2008
Fecha de Ensayo	23/1/2009

Muestra N°	C2-1	C2-2	C2-3	C2-4	C2-5	C2-6
Longitud (mm)	244,00	247,00	247,00	247,00	245,00	243,00
Ancho (mm)	112,00	115,00	115,00	115,00	116,00	115,00
Altura (mm)	66,00	65,00	67,00	66,00	65,00	65,00
Sección de la Muestra (mm ²)	27328,00	28405,00	28405,00	28405,00	28420,00	27945,00
Masa (g)	1036,30	1095,80	1105,14	1060,8	1152,05	1041,44
Volumen (cm ³)	1803,65	1846,33	1903,14	1874,73	1847,30	1816,43
Densidad (g /cm ³)	0,57	0,59	0,58	0,57	0,62	0,57
Carga Máxima (KN)	22,0	19,6	24,6	17,6	47,0	26,2
Resistencia (Mpa)	0,81	0,69	0,87	0,62	1,65	0,94

Nota: 1MPa = 10,2Kg/cm²

Resistencia Promedio

R'p = 0,9 Mpa

R'p = 9 Kg/cm²

Observación: De acuerdo a la Norma INEN 297, este tipo de ladrillos, por su baja resistencia no entra en la clasificación dada.



Ing. Miguel Chávez
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde • Teléfonos: (593 2) 396 2800 / 396 2900 • Ext.: 2198
 • Teléfono Directo: 396 2891 • Fax: 396 2897 • E-mail: htorres@ups.edu.ec • ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORÁN VALVERDE

TEL. 2526 475 EXT 132

PROYECTO: Fabricación de Ladrillos Ecológicos
CONTRATISTA: Sr. Vinicio de la Torres
FISCALIZA: UDLA
LOCALIZACION: La Pinta 255 - Quito
FECHA: 2009-01-27

NORMA: INEN 574
L.E.M 753

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS

Descripción de la Muestra:	F1 - Con Cemento
Procedencia:	Fabrica
Fecha de Fabricación	20/12/2008
Fecha de Ensayo	23/1/2009

Muestra N°	F1-1	F1-2	F1-3	F1-4	F1-5	F1-6
Longitud (mm)	248,00	248,00	248,00	248,00	250,00	245,00
Ancho (mm)	118,00	116,00	119	121	117	115
Altura (mm)	71,00	67,00	65,00	65,00	66,00	65,00
Sección de la Muestra (mm ²)	29264,00	28768,00	29512,00	30008,00	29250,00	28175,00
Masa (g)	1628,00	1712,00	1555	1657	1655	1536
Volumen (cm ³)	2077,74	1927,46	1918,28	1950,52	1930,50	1831,38
Densidad (g/cm ³)	0,78	0,89	0,81	0,85	0,86	0,84
Carga Máxima (KN)	54,3	56,1	43,4	59,5	60,1	55,3
Resistencia (Mpa)	1,86	1,95	1,47	1,98	2,05	1,96

Nota: 1MPa = 10,2Kg/cm²

Resistencia Promedio

R'p = 1,88 Mpa

R'p = 19 Kg/cm²

Observación: De acuerdo a la Norma INEN 297, este tipo de ladrillos, por su baja resistencia no entra en la clasificación dada.



Ing. Miguel Chávez
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde • Teléfonos: (593 2) 396 2800 / 396 2900 • Ext.: 2198
• Teléfono Directo: 396 2891 • Fax: 396 2897 • E-mail: htorres@ups.edu.ec • ingciviluio@ups.edu.ec

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA - INGENIERIA CIVIL

AV. RUMICHACA Y MORAN VALVERDE

TEL. 2526 475 EXT 132

PROYECTO: Fabricación de Ladrillos Ecológicos
CONTRATISTA: Sr. Vinicio de la Torre
FISCALIZA: UDLA
LOCALIZACION: La Pinta 255 - Quito
FECHA: 2009-01-27

NORMA: INEN 574
L.E.M 753

ENSAYO DE COMPRESION EN LADRILLOS

Descripción de la Muestra:
Procedencia:
Fecha de Fabricación
Fecha de Ensayo

F2 - Estructura Abierta
Fabrica
20/12/2008
23/1/2009

Muestra N°	F2-1	F2-2	F2-3	F2-4	F2-5	F2-6
Longitud (mm)	250,00	245,00	245,00	246,00	244,00	246,00
Ancho (mm)	115,00	118,00	112	119	120	121
Altura (mm)	65,00	65,00	67,00	64,00	63,00	66,00
Sección de la Muestra (mm ²)	28750,00	28910,00	27440,00	29274,00	29280,00	29766,00
Masa (g)	995,58	964,82	959,59	910,44	908,62	851,02
Volumen (cm ³)	1868,75	1879,15	1838,48	1873,54	1844,64	1964,56
Densidad (g /cm ³)	0,53	0,51	0,52	0,49	0,49	0,43
Carga Máxima (KN)	32,8	39	45,4	47,6	45,5	46,5
Resistencia (Mpa)	1,14	1,35	1,65	1,63	1,55	1,56

Nota: 1MPa = 10,2Kg/cm²

Resistencia Promedio

R'p = 1,48 Mpa

R'p = 15 Kg/cm²

Observación: De acuerdo a la Norma INEN 297, este tipo de ladrillos, por su baja resistencia no entra en la clasificación dada.



Ing. Miguel Chávez
ADMINISTRADOR TÉCNICO DE LABORATORIO

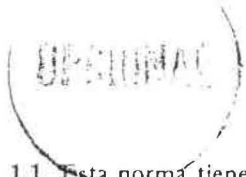


LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

Campus Sur, Av. Rumichaca s/n y Morán Valverde • Teléfonos: (593 2) 396 2800 / 396 2900 • Ext.: 2198
• Teléfono Directo: 396 2891 • Fax: 396 2897 • E-mail: htorres@ups.edu.ec • ingciviluio@ups.edu.ec

Norma
EcuatorianaLADRILLOS CERAMICOS
REQUISITOSINEN 297 ✓
1977-05

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, Casilla 3999-Ave. Colón 1663-Quito-Ecuador—Prohibida la reproducción

INSTITUTO ECUATORIANO
DE NORMALIZACION
BIBLIOTECA

1. OBJETO

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir los ladrillos cerámicos empleados en la construcción.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma comprende los ladrillos cerámicos fabricados de arcilla moldeada y cocida. No comprende a los ladrillos refractarios o fabricados con materiales sílico-calcáreos.

3. CLASIFICACION

3.1 Para los efectos de esta norma, los ladrillos cerámicos se clasifican en macizos y huecos.

3.2 Los ladrillos macizos se clasifican, de acuerdo a su calidad, en tres tipos: tipo A, tipo B y tipo C.

3.3 Los ladrillos huecos se clasifican, de acuerdo a su uso, en tres tipos: tipo D, tipo E y tipo F.

4. REQUISITOS

4.1 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos macizos deberán cumplir con las siguientes características fundamentales:

4.1.1 El tipo A, será ladrillo prensado, de color rojizo uniforme, con ángulos rectos y aristas rectas. No tendrá manchas, eflorescencias, quemados ni desconchados aparentes en caras y aristas.

4.1.2 El tipo B, será ladrillo de máquina, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas, diferenciándose del tipo A en que puede tener pequeñas imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 5 mm.

4.1.3 El tipo C, será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que puede, además, ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8 mm.

4.2 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos huecos deberán ser ladrillos de máquina, de color rojizo, con ángulos rectos y aristas rectas.

4.3 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos huecos se emplearán en los siguientes usos estructurales.

4.3.1 El tipo D, podrá emplearse en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.

(ContInúa)

4.3.2 El tipo E, podrá emplearse únicamente en la construcción de tabiques divisorios no soportantes y rellenos de losas alivianadas de hormigón armado.

4.3.3 El tipo F, podrá emplearse únicamente en el relleno de losas alivianadas de hormigón armado.

4.4 De acuerdo a la clasificación del numeral 3, los ladrillos cerámicos deberán cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 1.

(TABLA 1). Requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos.

Tipo de ladrillo	Resistencia mínima a la compresión MPa* (Ver nota 1)		Resistencia mínima a la flexión MPa* (Ver nota 1)	Absorción máxima de humedad %
	Promedio de 5 unidades	Individual	Promedio de 5 unidades	Promedio de 5 unidades
macizo tipo A	25	20	4	16
macizo tipo B	16	14	3	18
macizo tipo C	8	6	2	25
hueco tipo D	6	5	4	16
hueco tipo E	4	4	3	18
hueco tipo F	3	3	2	25
Método de ensayo	INEN 294		INEN 295	INEN 296

5. SELECCION DE MUESTRAS

5.1 Las muestras de ladrillo se seleccionarán de acuerdo a la Norma INEN 292. Ladrillos cerámicos. Muestreo.

(Continúa)

NOTA 1. 1 MPa = 10 kgf/cm²

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

- INEN 292 *Ladrillos cerámicos. Muestreo.*
- INEN 293 *Ladrillos cerámicos. Clasificación, definiciones y condiciones generales.*
- INEN 294 *Ladrillos cerámicos. Determinación de la resistencia a la compresión.*
- INEN 295 *Ladrillos cerámicos. Determinación de la resistencia a la flexión.*
- INEN 296 *Ladrillos cerámicos. Determinación de la absorción de humedad.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Española UNE 41 004. *Calidades y medidas de ladrillos de arcilla cocida.* Instituto Nacional de Racionalización del Trabajo. Madrid, 1955.

Norma Colombiana ICONTEC 451. *Ladrillos cerámicos.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Bogotá, 1972.

Norma Venezolana NORVEN 76-1-60. *Ladrillos de arcilla.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1960.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Norma INEN 297 fue estudiada por el Comité Técnico CO 02.07, *Ladrillos Cerámicos*, y aprobada por éste en 1976-09-22.

Formaron parte del Comité Técnico las siguientes personas:

INTEGRANTE:	ORGANIZACION REPRESENTADA:
Ing. Carlos Palacios	FABRICA CERINEC
Sr. Luis Borja	FABRICA ALFADOMUS
Ing. Gustavo Peñafiel	INEN
Dr. Jorge Palomeque	INEN
Arq. Carlos Maldonado	INEN

La Norma en referencia fue sometida a Consulta Pública de 1975-03-16 a 1975-04-30 y se tomaron en cuenta todas las observaciones recibidas.

La Norma Técnica INEN 297 fue aprobada por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, en sesión de 1977-05-19.

El Sr. Ministro de Industrias, Comercio e Integración autorizó y oficializó esta Norma con el carácter de OPCIONAL, mediante Acuerdo No. 890 de 1978-08-17, publicado en el Registro Oficial No. 677 de 1978-09-22.