

ECOETIQUETAS PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MAMPOSTERÍA DE LA CIUDAD DE CUENCA

UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Autores:

Luis Felipe Jarama Pulla. 0104765904
Boris Xavier Uzhca Criollo. 0106447733

Director:

Arq. Alex Daniel Serrano Tapia.

Asesores:

Arq. Juan Felipe Quezada Molina.
Arq. Wilson Marcelo Vásquez Solórzano.



R E S U M E N

La falta de certificación en el medio para materiales de construcción desemboca en la utilización de materiales para mampostería tales como: ladrillos, bloques de pómez, yeso cartón, fibrocemento, procesado de materias primas y para su fabricación generan un alto costo energético y medioambiental. Lo que generalmente se da en la construcción ecuatoriana es que no existe un sistema de ecoetiquetas, no existe la clasificación por material y el control o certificado ambiental de los mismos que incentive, tanto al fabricante como al profesional de la construcción, a su producción y utilización.

Frente a esta problemática se propone una Etiqueta Ambiental Tipo I para los fabricantes de materiales de mampostería otorgando las siguientes categorías de acuerdo al porcentaje en el cumplimiento de los criterios establecidos: estándar 75%, intermedio 75% - 89%, buenas Prácticas 89% - 100%. Con esto se logra que se disminuya el costo energético y medio ambiental.

Para ponderar una Etiqueta Ambiental Tipo I se utiliza el método del Proceso de Análisis Jerárquico con encuestas a especialistas con conocimientos ambientales entre ellos están arquitectos, ingenieros ambientales e ingenieros industriales. La categorización se obtiene mediante el cumplimiento de los principales fabricantes con los criterios ambientales de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 (Etiquetas Ambientales Tipo I Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla), debido a que en el país no existen normativas y certificaciones ambientales para el ecoetiquetado de los materiales.

Palabras clave: etiquetas ambientales, ecoetiquetas, materiales de construcción, construcción sostenible, sello ambiental, mampostería tradicional, mampostería prefabricada.

A B S T R A C T

The lack of certification in the Middle for building materials leads to the use of materials such as masonry: bricks, blocks of pumice, gypsum, fibre-cement, raw materials processing and manufacturing generate a high energy and environmental cost. What usually occurs in Ecuadorian construction is that there is not a system of eco-labels, there is not classification by material and control or environmental certificate which encourage manufacturer and professional construction to their production and use.

Facing this problem is proposed a type I environmental label for manufacturers of masonry materials giving the following categories according to the percentage of compliance with the established criteria: 75% standard, intermediate 75% - 89%, good practice 89% - 100%. This achieves is to decrease the energy and environmental costs.

To ponder a type I environmental label is used the process of hierarchical analysis method with surveys to specialists with expertise environmental among them are architects and environmental engineers. The categorization is obtained through compliance with the leading manufacturers with the criteria of the Colombian regulations "Norma Técnica Colombiana NTC 6033 (Etiquetas Ambientales Tipo I Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de Arcilla). Environmental criteria for bricks and clay blocks)", because there are not regulations and environmental certifications for the eco-labelling of materials in the country.

Key words: environmental labels, ecolabels, materials of construction, sustainable building, environmental seal, traditional masonry, prefabricated masonry.



ÍNDICE			
OBJETIVOS	12	1.3.3 Procesos de Certificación.	36
JUSTIFICACIÓN	13	1.3.4 Métodos de evaluación LEED.	37
METODOLOGÍA	13	1.3.5 Métodos de evaluación BREEAM.	37
INTRODUCCIÓN	14	1.3.6 Métodos de evaluación VERDE.	38
		1.3.7 Métodos de evaluación CASBEE.	39
CAPÍTULO 1	15	1.4 Indicadores y criterios para la determinación de una Etiqueta Ambiental Tipo I de materiales para construcción de mampostería.	40
ANTECEDENTES			
1.1 Aspectos conceptuales.	16	1.4.1 Normas para la evaluación de materiales de construcción y edificaciones.	41
1.1.1 Sistema constructivo tradicional.	17	1.4.2 Criterios para obtención de una Ecoetiqueta Ambiental Tipo I	42
1.1.2 Sistema constructivo prefabricado	18	1.5 Determinación de los principales proveedores de los materiales de construcción para mampostería tradicional prefabricada utilizados en la ciudad de Cuenca.	44
1.1.3 Construcción sostenible.	19	1.5.1 Descripción de las fábricas de Ladrillos Artesanales en Racar.	47
1.1.4 Incidencia ambiental de los materiales de construcción.	19	1.5.2 Fábricas de ladrillo en Susudel.	49
1.1.5 La calidad en la edificación.	19	1.5.3 Fábricas de bloque de pómez en Azoguez.	50
1.1.6 La calidad del ambiente interior.	20	1.5.4 Fábricas de bloque de pómez y concreto en Cuenca.	52
1.1.7 Uso racional de materiales.	21	1.5.5 Proveedores de yeso cartón y fibrocemento en Cuenca.	53
1.1.8 Uso de productos y tecnologías ambientalmente amigables.	21	1.5.6 Proveedores de yeso cartón en Cuenca.	54
1.1.9 Reciclaje de los residuos de demolición y construcción.	21	1.5.7 Proveedores de fibrocemento en Cuenca.	55
1.1.10 Etiquetas ambientales ,ecoetiquetas o sellos ambientales.	22	CAPÍTULO 2	
1.1.11 Tipos de ecoetiquetas ambientales.	22	EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL PARA MAMPOSTERÍA Y TABIQUERÍA DE LOS DIFERENTES PROVEEDORES.	57
1.1.12 Sello ambiental colombiano.	25	2.1 Descripción de los materiales utilizados en mampostería tradicional (bloque y ladrillo) y Tabiquería (yeso cartón y fibrocemento).	58
1.1.13 Principios del sello ambiental colombiano.	25	2.1.1 Bloque.	59
1.1.14 Sello ambiental colombiano para ladrillos y bloques de arcilla.	26	2.1.2 Ladrillo	61
1.1.15 Ciclo de vida de los materiales y productos de construcción.	26	2.1.3 Yeso cartón.	64
1.1.16 Análisis del ciclo de vida.	28	2.1.4 Fibrocemento.	67
1.1.17 Impacto ambiental.	28		
1.2 Criterios de valoración en materiales de mampostería con ecoetiquetas: análisis de casos de estudio.	30		
1.2.1 Caso de estudio: Etiqueta Ambiental Tipo I para ladrillo formado por escombros (ladrillo ecológico).	31		
1.2.2 Conclusiones.	33		
1.3 Métodos de evaluación, procesos y programas de certificación para la construcción.	34		
1.3.1 Importancia de los Sellos Ambientales.	35		
1.3.2 Programa DAP construcción - Declaración ambiental de productos de construcción.	36		



2.2 Análisis de la materia prima y proceso de fabricación de materiales en mampostería de construcción tradicional (bloque y ladrillo).	72	CAPÍTULO 3	PROPUESTA DE UNA ETIQUETA AMBIENTAL TIPO I PARA MATERIALES DE MAMPOSTERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL (LADRILLO Y BLOQUE).	122
2.2.1 Bloque de concreto y pómez.	73	3.1 Materia prima		124
2.2.2 Ladrillo.	77	3.1.1 Materiales que implican riesgo para la salud humana.		124
2.3 Proceso de fabricación y evaluación de materiales en mampostería prefabricada (Tabiquería con yeso cartón y fibrocemento).	80	3.1.2 Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental.		125
2.3.1 Yeso cartón.	81	3.1.3 Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono.		125
2.3.2 Fibrocemento .	83	3.1.4 Sitios de extracción por terceros, exigir planes de gestión ambiental.		126
2.3.3 Evaluación de los materiales prefabricados (placas de yeso cartón y fibrocemento).	85	3.1.5 Reemplazo de materia prima por menos contaminantes.		127
2.3.4 Descripción de las certificaciones ambientales para placas de yeso cartón y fibrocemento.	85	3.1.6 Post-consumo.		127
2.3.5 Conclusión.	87	3.1.7 Proveedores de material con criterios ambientales.		127
2.4 Análisis y evaluación de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 para los materiales de mampostería tradicional (ladrillo y bloque).	88	3.2 Fabricación		128
2.4.1 Metodología.	92	3.2.1 Identificar e implementar un programa para las fuentes de contaminación.		128
2.4.2 Determinación de los pesos establecidos en los criterios.	94	3.2.2 Plan de gestión integral de residuos.		128
2.4.3 Descripción del proceso para determinar el ratio de consistencia.	96	3.2.3 Plan para el uso eficiente del agua.		130
2.4.4 Determinación de pesos.	99	3.2.4 Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente.		131
2.4.5 Resultados de los decidores.	105	3.2.5 Residuos reciclados y aprovechados por terceros.		132
2.4.6 Discusión de los resultados obtenidos.	110	3.2.6 Plan para el uso eficiente de energía.		132
2.4.7 Criterios Jerarquizados.	111	3.2.7 Plan de respuesta ante derrames de sustancias peligrosas.		134
2.4.8 Categorización de la Etiqueta Ambiental Tipo I.	112	3.2.8 Plan de control de emisiones de material particulado.		136
2.5 Análisis y evaluación del proceso de producción para materiales de mampostería (ladrillo y bloque) según la ponderación de la NTC 6033.	114	3.2.9 Plan de almacenamiento para sustancias peligrosas.		136
2.5.1 Cumplimiento de las fábricas de ladrillo y bloque con los criterios ambientales jerarquizados de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033.	115	3.3 Aptitud para el uso.		141
2.5.2 Resultados del cumplimiento de la NTC 6033 de las fábricas de ladrillo y bloque.	118	3.4 Información del producto.		141
2.5.3 Conclusiones.	120	3.4.1 Información sobre el manejo adecuado del producto en obra.		141
		3.4.2 Reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto.		142
		3.4.3 Información sobre el mantenimiento del material.		143
		3.4.4 Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado.		143
		3.4.5 Rotulado libre de materiales pesados.		144



3.5 Legislación Ambiental.	145
3.5.1 Cumplimiento de la ley legislación ambiental.	145
3.6 Transporte.	146
3.6.1 Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para vehículos.	146
3.6.2 Usar combustibles limpios.	146
3.6.3 Indicadores de eficiencia para el transporte del producto.	147
3.7 Gestión de proveedores.	148
3.7.1 Legalidad de proveedores.	148
3.7.2 Proveedores comprometidos con el medio ambiente.	148
3.7.3 Criterios de compra con consideración ambiental.	149
3.7.4 Recolección de empaques y aprovechamiento.	149
3.7.5 Optimización de empaque.	150
3.8 Requisitos generales (mantenimiento de maquinaria).	151
3.8.1 Plan de acción para disminuir el impacto ambiental de las actividades de mantenimiento.	151
3.8.2 Sustancias peligrosas en los equipos de refrigeración, aire acondicionado y extintores.	151
3.8.3 Solventes.	152
3.8.4 Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para las máquinas.	153
3.9 Empaque y embalaje.	154
3.9.1 Diseño del empaque con ahorro de recursos y materiales reciclados.	154
3.9.3 Elementos para el empaque y embalaje.	154
3.9.4 Materiales plásticos.	154
CAPÍTULO 4	155
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
CONCLUSIONES	156
RECOMENDACIONES	157
ANEXOS (Formatos)	158
BIBLIOGRAFÍA	172



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Luis Felipe Jarama Pulla, autor de la tesis “ECOETIQUETAS PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MAMPOSTERÍA DE LA CIUDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Junio de 2016

Luis Felipe Jarama Pulla

C.I: 0104765904



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Yo, Luis Felipe Jarama Pulla, autor de la tesis “ECOETIQUETAS PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MAMPOSTERÍA DE LA CIUDAD DE CUENCA”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor

Cuenca, Junio de 2016



Luis Felipe Jarama Pulla

C.I: 0104765904



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Boris Xavier Uzhca Criollo, autor de la tesis “ECOETIQUETAS PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MAMPOSTERÍA DE LA CIUDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Junio de 2016

Boris Xavier Uzhca Criollo

C.I: 0106447733



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Boris Xavier Uzhca Criollo, autor de la tesis “ECOETIQUETAS PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MAMPOSTERÍA DE LA CIUDAD DE CUENCA”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Junio de 2016

Boris Xavier Uzhca Criollo

C.I: 0106447733



Nuestro más sincero agradecimiento al Arq. Álex Daniel Serrano Tapia, por su valioso aporte y guía en el presente trabajo de grado, gracias a su ayuda se cumplió con los objetivos planteados al inicio.

A G R A D E C I M I E N T O S



Dedicatoria de Luis.

A mis padres, Luis y Fanny, por todo el apoyo y comprensión dedicado en este ciclo de vida.

A mi hermana Maribel, gracias por todo el amor y cariño brindado, estando siempre en las buenas y en las malas.

A mi sobrina Maily, por ser una gran motivación en mi vida y darme aliento para la realización de este trabajo.

A mi compañero de tesis Boris y demás compañeros, gracias por todo su apoyo.

Dedicatoria de Boris.

A mi familia que siempre ha sabido apoyarme, en especial a mi madre que ha sido la que me ha ayudado, ha estado pendiente en todo, ha hecho posible lograr lo que he alcanzado y cumplir esta gran meta en mi vida.

A mis amigos que siempre han sabido comprender, ayudar y apoyar en los momentos difíciles y a mi compañero de tesis que le considero uno de mis amigos.



Objetivo General

- Identificar el material de los proveedores más fuertes de la ciudad de Cuenca, que provoca el menor impacto ambiental utilizado en la mampostería de construcción tradicional y prefabricada; y, como consecuencia, categorizarlo con una Ecoetiqueta.

Objetivos Específicos

- Analizar el impacto ambiental que ocasionan los materiales de construcción tradicional y prefabricada utilizados principalmente en la mampostería.
- Evaluar el impacto ambiental que ocasionan los materiales de construcción tradicional y prefabricada para mampostería de los diferentes proveedores.
- Proponer los requisitos ambientales a detalle para el cumplimiento de una Etiqueta Ambiental Tipo I con categorías: estándar, intermedio y buenas prácticas, mediante el análisis, evaluación y jerarquización de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 realizados a los diferentes materiales de construcción utilizados en la mampostería.

Para el análisis y evaluación del impacto ambiental producido por los materiales de mampostería tradicional (ladrillo y bloque), se toma como herramienta la Norma Técnica Colombiana NTC 6033, adicionando los siguientes objetivos específicos.

- Analizar el cumplimiento de los criterios ambientales de Norma Técnica Colombiana NTC 6033 con los principales productores de materiales de construcción tradicional y la verificación de sellos ambientales en materiales para tabiques.
- Evaluar y categorizar mediante los criterios ambientales ponderados de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 los materiales de construcción tradicional para mampostería (ladrillo y bloque) de los principales fabricantes.

O B J E T I V O S



J U S T I F I C A C I Ó N

Una edificación esta compuestas por los siguientes elementos: cimientos que dan soporte y estabilidad, estructura que soporta las cargas y transmite a los cimientos, mampostería que puede ser portante y que forma parte de la estructura y divisoria que no pertenece a la estructura. Debido a los distintos elementos de la edificación se tomó como estudio la mampostería.

Para la construcción de pisos, mamposterías y cubiertas en la ciudad de Cuenca se utilizan principalmente materiales como: ladrillo y bloque, cemento, cerámicas, piedra, acero, etc. El presente trabajo de grado se enfoca al cuidado ambiental, el análisis, y la evaluación de materiales utilizados en mampostería como: ladrillo y bloque, debido a que estos materiales son los que más se utilizan en este sistema constructivo, además, son fabricados en la zona ya que cuentan con: gran demanda, facilidad de producción y el abastecimiento de materia prima. Además, la producción del ladrillo en la ciudad de Cuenca es la segunda causa de contaminación después del tránsito vehicular.

Además del estudio del bloque y ladrillo como mampostería tradicional, se realiza la valoración y verificación ambiental de materiales para tabiquería como: yeso cartón y fibrocemento, debido a la falta de conocimiento por parte de los constructores en cuanto a la fabricación y las certificaciones que hoy en día poseen estos materiales.

Las placas prefabricadas para tabiquería de yeso cartón y fibrocemento son utilizadas en propuestas innovadoras en la arquitectura de Cuenca ya que permiten una construcción modular debido a sus dimensiones, de modo que hay un ahorro energético, lo que reduce los desperdicios de materiales.

M E T O D O L O G Í A

Para llevar acabo el presente trabajo de grado, se procede de la siguiente manera:

En el Capítulo 1 se analiza el marco teórico de estudio con los aspectos conceptuales, criterios de valoración en materiales para mampostería, indicadores y criterios para la determinación de la etiqueta ambiental tipo 1, concluyendo con la determinación de los principales proveedores de materiales, a través de una encuesta realizada a un grupo de arquitectos constructores.

En el Capítulo 2 se utiliza la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 como herramienta de evaluación para medir el impacto ambiental que ocasionan los materiales (ladrillo y bloque) de los diferentes fabricantes; En la segunda parte de dicho capítulo se analiza la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 para los materiales de mampostería, procediendo después a la determinación de los pesos de cada criterio mediante el proceso de análisis jerárquico (PAJ). A través de encuestas realizadas a profesionales con conocimientos en el tema ambiental, una vez determinada esta valoración, se procede al análisis y evaluación del ciclo de vida de los materiales para mampostería según la ponderación de la NTC 6033, mediante encuestas y visitas realizadas a los productores de bloque y ladrillo.

Consiguiente se realiza la verificación y valoración ambiental del fibrocemento y yeso cartón mediante la visita a los proveedores de estos materiales que se comercializan en la ciudad de Cuenca.

Se concluye con el Capítulo 3 con la propuesta de una Etiqueta Ambiental Tipo 1 para materiales de mampostería en la ciudad de Cuenca, tomando como guía los criterios ambientales de la NTC 6033.



INTRODUCCIÓN

La falta de certificaciones ambientales, normativas, control, exigencias, interés por parte de fabricantes y constructores han llevado a la utilización irracional de los recursos naturales, donde las prioridades de reciclaje, reutilización y recuperación de materiales, son escasas, frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales. Por ello, se hace necesario, reconsiderar esta preocupante situación de crisis ambiental, buscando la utilización racional de materiales que cumplan sus funciones sin el deterioro del medio ambiente.

Debido a la protección y cuidado del medio ambiente, a lo largo del tiempo se han establecido algunas organizaciones, las cuales otorgan la etiqueta ambiental para varios productos y materiales de acuerdo al impacto que causan estos.

La categorización de materiales de construcción en la actualidad con los diferentes tipos de ecoetiquetas, se han llevado a cabo en varios países europeos y americanos, en los cuales se han establecido normas para la fabricación de los mismos. Como por ejemplo el caso de Colombia, donde ya existen normas técnicas para la obtención de etiquetas para materiales de construcción, las mismas que están basadas en normas ambientales y técnicas internacionales vigentes como la ISO 14024, ISO 14021, ISO 14025 y ASTM.

El presente trabajo de grado, bajo el título de “Ecoetiquetas para materiales de mampostería en la ciudad de Cuenca”, tiene como objetivo identificar el material y el fabricante de los materiales para mampostería que ocasiona menor impacto ambiental, bajo criterios ambientales establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 6033; y como consecuencia hacer una propuesta con los requisitos a detalle para la obtención de la Etiqueta Ambiental Tipo 1, con tres categorías de acuerdo a un porcentaje de cumplimiento.

Este trabajo de grado presenta los siguientes capítulos:

En el capítulo 1 se presenta los aspectos conceptuales, criterios de valoración en materiales de mampostería con ecoetiquetas, los métodos de evaluación, procesos y programas de certificación para la construcción, indicadores y criterios para la determinación de una Etiqueta Ambiental Tipo I de materiales para construcción de mampostería y la determinación de los principales proveedores de los materiales de construcción tradicional para mampostería utilizados en la ciudad de Cuenca.

En el capítulo 2 se aborda: la descripción y análisis del proceso de producción de los materiales para mampostería tradicional y elementos de tabiquería, análisis y evaluación de los fabricantes y materiales, consiguiente se verifica las certificaciones y etiquetas de los materiales utilizados en tabiquería. Como herramienta de evaluación del impacto ambiental que provocan los materiales de mampostería tradicional, se utiliza, jerarquizando y ponderando los criterios ambientales la Norma Técnica Colombiana NTC 6033; finalmente, se realiza tres categorías de la Etiqueta Ambiental Tipo 1 de la NTC 6033.

En el capítulo 3 para disminuir el impacto ambiental ocasionado por los fabricantes de material (ladrillo y bloque) se realiza la propuesta a detalle con los requisitos ambientales para la obtención de una Etiqueta Ambiental Tipo 1 categorizada.

En el capítulo 4 se presenta las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de grado.



CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES



1.1 Aspectos conceptuales



1.1.1 Sistema constructivo tradicional.

Este sistema de construcción es el más conocido y utilizado debido a su durabilidad y solidez; el mismo que tiene un grado de industrialización bajo, donde su producción se la realiza con herramientas y equipos simples. La construcción tradicional constituye paredes portantes (ladrillo, piedra, bloques, adobes, tapial, etc.) que son parte de la estructura de la edificación. Es un sistema de obra húmedo, lento y pesado debido a los materiales que lo conforman, mano de obra y tiempo de ejecución largo.

Mampostería.

Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos, para diversos fines, mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos) que pueden ser, por ejemplo: piedras, chapas de concreto o bloque de concreto prefabricado, ladrillos y rocas regulares o no regulares, bloques de cemento prefabricados, etc.

Este sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y genera fachadas portantes; es apta para construcciones en alturas grandes. La mayor parte de la construcción fabricada con mampostería es estructural.

Clasificación de la mampostería.

Se tienen diferentes tipos de mampostería, los mismos están dados básicamente por su función ya sea portante (estructural), o no portante (no estructural):

- Mampostería Reforzada: es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero.
- Mampostería Parcialmente Reforzada: es la estructura conformada por piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero.
- Mampostería No portante (No Reforzada): es la estructura conformada por piezas de mampostería unidas por medio de mortero y que no cumplen las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada y parcialmente reforzada.



Marco teórico y conceptos citados de la página web: WIKIPEDIA. (26 de Julio de 2016). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Mamposter%C3%ADa>

Bibliografía imágenes:

1. Mampostería de ladrillo

Fuente: alverdediario.es

2. Mampostería de piedra

Fuente: gestionna.es

3. Mampostería con bloques de tierra

Fuente: bbc.com

4. Vivienda sostenible

Fuente: <http://euskadi.isf.es/blog/?p=1150>



- Mampostería de Muros Confinados: es la construcción con base en piezas de mampostería unidas con mortero, cuyo refuerzo principal está dado por elementos de concreto reforzado (viga y columnas) construidas en los bordes del muro. Estos elementos de concreto reforzado atienden todas las fuerzas de tracción (flexiones) y la parte de los esfuerzos que no resiste el muro de mampostería (Arqhy's Arquitectura, 2016).

1.1.2 Sistema constructivo prefabricado.

Este sistema tiene un grado de industrialización alto, permite la construcción de edificaciones en serie en corto tiempo, basado en el diseño y producción de componentes elaborados en fábrica fuera de su ubicación final, y que para su posición definitiva se requiere de un montaje simple, preciso y no laborioso. En este sistema industrializado se tienen: **1** Sistema de paneles o tabiques, pueden ser: lineales (esqueletos) y planos (placas); **2** Sistema de cajón (elementos volumétricos); **3** Sistema estructural Bidireccionales (columnas y vigas) y Tridimensionales (esqueleto con losa)

Tabique

Un tabique es un muro no estructural que permite separar y subdividir recintos, siendo generalmente un elemento fijo y opaco que puede ser instalado en cualquier parte del interior siempre cuando no le aporte una sobrecarga. Este dispositivo debe cumplir con un cierto aislamiento térmico, acústico y con una resistencia mecánica mínima, permitiendo la fijación de objetos y la inclusión de instalaciones técnicas, sin disminuir su resistencia; sumando nuevas exigencias de acuerdo al programa del edificio.

Los sistemas de tabiquería ligera han tenido una evolución constante durante los últimos años, llegando a conformar una parte fundamental en el diseño de las nuevas estructuras. Se les conoce por una gran variedad de nombres: "tabiques de yeso laminado", de "cartón yeso", de "fibrocemento" o incluso asociados directamente a las grandes marcas de fabricación o distribución. Está formada por una estructura portante de madera o metal y un cerramiento por las dos caras. En su interior puede llevar material aislante para mejorar las propiedades del elemento constructivo y un revestimiento de yeso cartón o fibrocemento.

Marco teórico y conceptos citados de la página web: Plataforma Arquitectura. (29 de Julio de 2016). Obtenido de <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/624711/materiales-tabiques>

Bibliografía imágenes:

1. Tabiquería para yeso cartón.

Fuente: edificio7000.obrasonline.com

2. Tabiques - Acabados en paredes de yeso cartón.

Fuente: http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/624711/materiales-tabiques#_=_

3. Vivienda con fachada de fibrocemento

Fuente: gruposuvarqconstructora.com

4. Fachada - estructura de fibrocemento

Fuente: evistavivienda.com.ar



1.1.4 Construcción sostenible.

La Construcción Sostenible se puede definir como aquella que, teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente y sostenible de la energía, el agua, los recursos y materiales; resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales. Se debe prestar atención al impacto ambiental que ocasionan los materiales de construcción en todo su ciclo de vida (Ramírez-Zarzosa, 2002).

La construcción sostenible dirige las acciones de construcción de un edificio a la reducción de los impactos negativos en el medio ambiente, así como el uso responsable de energía utilizada y la conciencia del impacto con el contexto y ambiente inmediato garantizando siempre ambiente interior saludable (Alavedra, Domínguez, & Serra, 1998, en Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p.2).

1.1.5 Incidencia ambiental de los materiales de construcción.

Los materiales de construcción tienen gran incidencia en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, debido a las etapas de extracción y procesamiento del material, hasta el final de su vida útil, es decir, hasta su tratamiento como residuo; pasando por las fases de producción del material, transporte, comercialización y por la del empleo o uso racional de estos materiales en la Edificación (Arenas, 2016).

Se dice que el sector de la construcción es el responsable del 50% de consumo de los recursos naturales empleados y del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% de consumo del total de los residuos generados. (Arenas, 2016).

1.1.6 La calidad en la edificación.

Es una herramienta para mejorar la calidad de la construcción; sirve como instrumento para mejorar las condiciones medioambientales y ahorrar recursos energéticos. Estableciendo criterios sobre las estrategias y el estudio de los materiales.

Entre las propuestas que contribuirán a mejorar la calidad en la edificación se mencionan las siguientes:



1. Construcción sostenible

Fuente: cimaconsulting.cl

2. Materiales de construcción sostenible

Fuente: www.urbipedia.org

3. Construcción sostenible en Colombia

Fuente: www.dondereciclo.org.ar

4. Vivienda sostenible

Fuente: <http://euskadi.isf.es/blog/?p=1150>



1



2



3



4

- Crear el etiquetado ecológico tanto para edificios como para productos de construcción y favorecer un mecanismo de mercado que promueva el cambio hacia esta realidad.
- Reducir los costos constructivos e introducir el concepto del menor costo posible en el mantenimiento del inmueble.
- Incrementar la estandarización de los diferentes componentes de la construcción y mejorar la disseminación de aquellas tecnologías y sistemas de interés general.
- Desarrollar sistemas apropiados de control de calidad adaptados a las necesidades de los constructores y diseñadores y orientados a promocionar una garantía en los resultados energéticos del edificio (Alavedra et al., 1997).

1.1.7 La calidad del ambiente interior.

Incluye aspectos como: la energía, el agua y los materiales de construcción, como los sistemas o estrategias que actúan globalmente en el concepto de calidad.

Los materiales y los componentes con los que se construye el edificio pueden ser una fuente de materiales problemáticos. Los sistemas de control ambiental y otros servicios incrementan el confort y la salubridad de los ambientes en los edificios. (Groak, 1992, en Alavedra et al., 1997, p.10).

Se pueden considerar los siguientes aspectos en cuanto a la calidad del ambiente interior:

- Caracterizar las fuentes de contaminación y los elementos contaminantes del aire.
- Optimización de los equipos de ventilación.
- Desarrollar una estandarización en este aspecto.
- Controlar los elementos contaminantes del aire (Alavedra et al., 1997).

Bibliografía imágenes:

1. **Esquema de certificación energética para edificaciones**
Fuente: www.cidic.es
2. **Esquema de control ambiental en la edificación**
Fuente: www.construible.es
3. **Esquema Calidad del ambiente interior**
Fuente: www.upv.es
4. **Organización NRGPAMPA de certificación**
Fuente: <http://nrgpampa.com/wp/leed-certification/>



1.1.8 Uso Racional de Materiales

El incremento de la cantidad de productos fabricados trae consigo graves problemas para la sociedad: **1.** El agotamiento prematuro de los recursos naturales, **2.** El excesivo aumento de residuos industriales, es lo que provoca un significativo deterioro del medio ambiente y la salud.

“En el caso de los materiales de construcción, los costes ecológicos mayores se deben al consumo de los recursos naturales, al coste energético y a la generación de los residuos. El consumo a gran escala de determinados materiales puede llevar a su agotamiento y transformación del medio. Por otro lado, el material fuertemente manipulado y que ha sido sometido a un proceso de fabricación energéticamente intenso tiene unos grandes efectos medio ambientales, puesto que gran cantidad de energía primaria es consumida” (Marrero, Martínez-Escobar, Mercader, & Leiva, 2013, p.2).

1.1.9 Uso de productos y tecnologías ambientalmente amigables

Para promover el desarrollo sostenible se debe conocer los fundamentos e interacciones entre la sociedad y el medio ambiente, promoviendo mejores prácticas con la buena elección de los materiales y el uso adecuado de la tecnología.

“Existe un consenso creciente acerca de la necesidad y posibilidad de dirigir los esfuerzos de la investigación e innovación hacia el logro de tecnologías eco-amigables y, más en general, de desarrollos científicos y tecnológicos favorecedores de la transición a la Sostenibilidad. Ello incluye la disminución y tratamiento de residuos, el diseño de un transporte de impacto reducido, fabricación del producto, extracción de la materia prima, manejo adecuado del producto en obra, etc.” (Vilches, Macías, & GIL-PÉREZ, 2009, p.1).

1.1.10 Reciclaje de los residuos de demolición y construcción

El reciclaje se presenta en la construcción como una herramienta útil frente a la utilización de materias primas a fin de colaborar a la preservación y uso racional de los recursos naturales en el proceso de extracción para la obtención de nuevas materias primas, así como al mismo tiempo soluciona la eliminación de unos materiales de deshecho.



1. Agotamiento de recursos naturales

Fuente: radio.uchile.cl

2. Residuos industriales

Fuente: www.sustainapedia.com

3. Triturado de los residuos de construcción

Fuente: www.visionsustentable.com.

4. Planta recicladora de residuos de construcción

Fuente: www.kefidtritadora.com



1



2



3

“Los residuos de construcción y refacción de viviendas, edificios comerciales y otras estructuras son clasificados como residuos de construcción. La composición es muy variable, puede incluir piedras, ladrillos, hormigón, maderas, elementos de instalaciones especiales, etc. Los residuos de edificios demolidos, calles y veredas levantadas y otras estructuras son clasificados como residuos de demolición, éstos son similares a los anteriores pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y metales” (Natalini, Klees, Tirner, & Jirina, 2000, p.1).

1.1.11 Etiquetas ambientales, ecoetiquetas o sellos ambientales.

Las etiquetas ambientales se han convertido en una herramienta importante en el sector empresarial con el fin de categorizar mejor su producto, dando información exacta y verídica hacia el consumidor sobre la calidad y el impacto ambiental del material.

El etiquetado de un material se convierte en una herramienta de gestión ambiental para la protección del medio ambiente mediante cambios tecnológicos que logran hacer de los materiales menos contaminantes, permite informar al consumidor que el producto fue fabricado cumpliendo ciertas exigencias ambientales, reduciendo impactos negativos para el entorno.

Los etiquetados ecológicos son un conjunto de herramientas voluntarias que intentan alentar la demanda de productos en el sector de la construcción y servicios con menores cargas ambientales, ofreciendo información certera sobre el ciclo de vida de los materiales en las etapas de extracción, fabricación y comercialización. Otorgando e informando a los compradores sobre la calidad ambiental que tiene el producto.

1.1.12 Tipos de ecoetiquetas ambientales.

Ecoetiquetas tipo I

“Las ecoetiquetas tipo I son certificaciones ambientales que consideran el análisis de ciclo de vida del producto o servicio. De acuerdo con la ISO 14024, las ecoetiquetas tipo I forman parte de un programa voluntario, multicriterio y desarrollado por una tercera parte independiente que ejerce como entidad certificadora y autoriza su uso” (Arboix, 2010, p.2).

Bibliografía imágenes:

1. Certificado de Etiqueta Ambiental Tipo I AENOR
Fuente: aenor.es/
2. Ecoetiquetas para materiales de construcción.
Fuente: infonegocios.info
3. Ecoetiquetas para materiales de construcción.
Fuente: ec.europa.eu



La Ecoetiqueta Tipo I garantiza que el producto sea preferible ambientalmente de acuerdo a una serie de consideraciones, basadas en su ciclo de vida, por ejemplo: AENOR Medio Ambiente, Etiqueta Ecológica de la EU, Distintivo de Garantía de Calidad Ambiental, ANAB, Nature Plus, Blauer Engel (Ángel Azul), Nordic, , NF Environment, IBER, etc.

Ecoetiquetas tipo II

“Las ecoetiquetas tipo II o auto-declaraciones ambientales, de acuerdo con la ISO 14021, consisten en afirmaciones relativas a alguna característica ambiental del producto que las contiene y que no han sido certificadas por una tercera parte. Son realizadas por el propio fabricante en forma de textos, símbolos o gráficos y exigen la responsabilidad de cumplimiento del contenido de la información. Son auto-declaraciones informativas de aspectos ambientales de productos y no se exige su certificación por una tercera parte”. (Arboix, 2010, p.3)

Ecoetiquetas tipo III

“Las ecoetiquetas Tipo III, definidas en la norma ISO 14025, muestran información estandarizada basada en ACV de un producto o servicio con diagramas que presentan un conjunto de indicadores ambientales pertinentes (calentamiento global, consumo de recursos, residuos, etc.), acompañados de una interpretación de la información” (AIDIMA, 2005, p.14).

“El etiquetado Tipo III es una nueva forma de declaración ambiental, que ofrece información sobre el impacto ambiental de un producto o servicio utilizando un enfoque científico basado en consideraciones del análisis del ciclo de vida (ACV). Suelen ser perfiles ecológicos, es decir, un conjunto de datos cuantificados como resultado de un inventario del ciclo de vida”. (AIDIMA, 2005)

La tabla 1 identifica los diferentes tipos de etiquetas y sus principales etiquetas en base a normas ISO.



1



NHO

2



3



4

1. **Certificado de Etiqueta Ambiental Tipo III.**

Fuente: construction-environment.com

2. **Certificado de Etiqueta Ambiental Tipo III.**

Fuente: nho.no

3. **Certificado de Etiqueta Ambiental Tipo**

II. Fuente: reciclaje.com.co

4. **Certificado de Etiqueta Ambiental Tipo II.**

Fuente: group.renault.com



ISO 14020 Etiquetas Ecológicas y declaraciones medioambientales. Principios	ETIQUETADO TIPO I Ecoetiquetas	ETIQUETADO TIPO II Auto-declaraciones ambientales	ETIQUETADO TIPO III Declaración ambiental de producto Environmental product declaration
NORMA ISO	ISO 14024	ISO 14021	ISO 14025 (UNE 150.025:2003_ISO 14.025)
SIGNIFICADO	El producto que la lleva cumple con unos requisitos ambientales predefinidos, consensuados por entidades reconocidas y de acceso públicos.	El fabricante hace sus propias etiquetas medioambientales, en forma de símbolos o gráficos, definiendo sus propios criterios MA.	Informe técnico que resume los datos más significativos del comportamiento ambiental de un producto.
IDENTIFICA PRODUCTOS «ECOLÓGICOS»	SÍ	Sí, pero no con un alcance tan amplio como las tipo I.	NO
ABARCA TODO EL CICLO DE VIDA	SÍ	NO	SÍ
VERIFICACIÓN / CERTIFICACIÓN	* Verificación: obligatoria > Tercera parte independiente * Certificación: sí (3ª parte)	* Verificación: obligatoria > Tercera parte independiente * Certificación: sí (propia)	* Verificación: obligatoria > Tercera parte independiente * Certificación: voluntaria (3.ª part
CREDIBILIDAD	ALTA	MEDIA	ALTA
EXIGENCIA DE CUMPLIR UNOS REQUISITOS / CRITERIOS AMBIENTALES	SÍ	VOLUNTARIO Generales y/o Específicos	NO
CANTIDAD DE INFORMACIÓN AMBIENTAL MOSTRADA	POCA	VARIABLE	MUCHA
COSTE	MEDIO / ALTO	MEDIO	ALTO
RECONOCIMIENTO	* CLIENTE (B2B): ALTO * CONSUMIDOR (B2C): BAJO El Objetivo es premiar los productos «Best in Class»	* CLIENTE (B2B): MEDIO * CONSUMIDOR (B2C): ALTO Puede acabar siendo «imagen de marca	* CLIENTE (B2B): ALTO * CONSUMIDOR (B2C): BAJO Información técnica que no llega al consumidor final del producto
EJEMPLOS DE CERTIFICADOS			

Tabla 1: ETIQUETADO AMBIENTAL DE PRODUCTO - GUÍA DE CRITERIOS AMBIENTALES PARA MEJORA DE UN PRODUCTO Basada en la Conferencia "Environmental Information on Construction Products. Current initiatives in Europe and their potential for harmonisation". Bruselas. 16 Mayo 2001. CEP/ENBRI/SETAC



1.1.13 Sello ambiental Colombiano (S.A.C).

El SAC es un distintivo de Etiquetado Ambiental Tipo I que se obtiene de forma voluntaria con el permiso de una entidad de certificación a los materiales de construcción o cualquier tipo de producto o servicio que cumpla con criterios ambientales correspondientes en las etapas de: extracción, producción y comercialización; brindando a los consumidores información verificable sobre la calidad ambiental que tienen el producto. El beneficio del SAC es innovar el mercado con el uso de tecnologías limpias y materiales amigables con el medio ambiente.

"Según la base de datos Proquest (Servicio de publicaciones electrónicas)(2006) señala que el SAC: constituye uno de los esquemas de eco-etiquetado a nivel latinoamericano que responde a los programas similares para la identificación de bienes y servicios ambientales como la Etiqueta Ecológica De La Unión Europea: El Cisne Blanco De Los Países Nórdicos, El Sello Verde De Los Estados Unidos o El Ángel Azul De Alemania" (Ortiz Jara & Garzón Serrato, 2015, p 19).

1.1.14 Principios del sello ambiental Colombiano.

Colombia es el único país latinoamericano que cuenta con un consejo de construcción sostenible, el mismo que es miembro pleno del consejo mundial de construcción sostenible y aliados del USGBC, y el GBCI, para el desarrollo de LEED en este país. La Norma Técnica Colombiana (NTC) 6033 CRITERIOS AMBIENTALES PARA LADRILLOS Y BLOQUES DE ARCILLA, que, según los criterios ambientales establecidos, han considerado los siguientes principios para otorgar una ecoetiqueta:

- El producto debe hacer un uso sostenible de los recursos naturales que emplea como materia prima o insumo.
- El producto debe minimizar el uso de materias primas nocivas para el ambiente.
- Los procesos de producción deben utilizar menos cantidades de energía o hacer uso de fuentes de energía renovables o ambos.
- El producto debe utilizar menos materiales de empaque, preferiblemente reciclables, reutilizables o degradables.
- El producto debe ser fabricado haciendo uso de tecnologías limpias o generando un impacto relativo sobre el ambiente (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013).

1 - **US Green Building Council (USGBC).**- El Consejo de la Construcción Ecológica de Estados Unidos es una organización sin ánimo de lucro que promueve la sostenibilidad en el diseño, construcción y funcionamiento de los edificios en EE.UU.

Fuente: Wikipedia

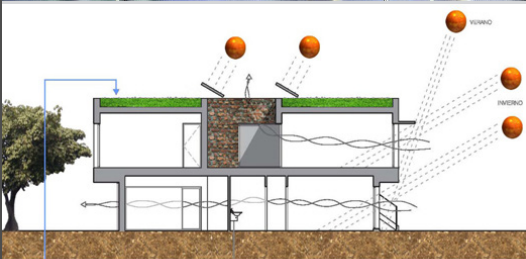
2 - **Green Business Certification Inc. (GBCI).**- La principal organización independiente que reconoce la excelencia en el desempeño de la industria de negocios verdes y la práctica a nivel mundial.

Bibliografía imágenes:

1. **Sello Ambiental Colombiano. Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial.**

Fuente: <http://www.soyecolombiano.com/site/certificados-ambientales/sello-ambiental-colombiano.aspx>





1.1.15 El sello ambiental colombiano para ladrillos y bloques de arcilla.

Los criterios ambientales que están establecidos en esta norma están basados en mejorar las prácticas de extracción de los materiales y un uso más sostenible de los recursos en el proceso de producción de los materiales derivados de la arcilla afines a las fábricas de ladrillo.

La producción de ladrillos y bloques de arcilla pueden causar grandes impactos ambientales en diferentes etapas de la producción del material, por lo que el SAC para bloques y ladrillos otorga varios requisitos y criterios ambientales para disminuir el impacto que se pueda generar al producir este material.

1.1.16 Ciclo de Vida de los materiales y productos de construcción.

Según la guía para los materiales en la construcción de vivienda de interés social (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2011), todos los materiales y productos de construcción tienen un ciclo de vida, que se desarrolla en varias etapas que van desde la calidad, costo y los diferentes procesos que tienen los materiales desde su fabricación hasta su reutilización, tales como:

Extracción. Corresponde a la primera etapa en la cual se extrae la materia prima, como consecuencia se producen grandes impactos ambientales.

Manufactura. Mediante procesos técnicos, la materia se transforma en productos con diferentes características.

Transporte. Es la movilización del material en todas las etapas de producción. El costo ambiental del transporte tiene que ver con la relación existente entre el peso de la carga, la distancia del recorrido, el medio de transporte y el tipo de combustible empleado (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2011).

Construcción. Para la puesta en obra de los productos de construcción y de acuerdo a los diferentes formatos, es fundamental reducir la cantidad de energía, agua y emisiones de partículas, gases y sustancias nocivas al medio y evitar el exceso de ruido.

Bibliografía imágenes:

1. **Extracción de materiales de construcción**

Fuente: www.ecohabitar.org

2. **Manufactura de materiales**

Fuente: www.expoconsult.com

3. **Transporte y construcción**

Fuente: arq.clarin.com

4. **Uso y mantenimiento**

Fuente: varoconstruccion.com



Uso y mantenimiento. Los criterios de: durabilidad, sostenibilidad, fácil mantenimiento y reutilización; responden a la buena solución tanto arquitectónica como la correcta elección de los materiales.

Reciclaje. Es importante que en las edificaciones se utilicen materiales que puedan reutilizarse.

Disposición de desechos. Para los residuos y desechos de materia prima y materiales de construcción se realiza la clasificación, traslado y disposición final de los residuos en obra, que son los materiales que no se pueden reciclar o reutilizar (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2011).

Tabla 1.1.2 Matriz de requisitos con base en las etapas del ciclo de vida y requisitos para la producción del material.

Fuente: Norma Técnica Colombiana.

Los requisitos expresados en esta norma buscan implementar mejores prácticas para la extracción de materiales y un uso más sostenible de los recursos en la fabricación de los ladrillos, bloques de arcilla y demás productos afines de cerámica roja de la

Aspectos Ambientales	Etapas del ciclo de vida					Requisito correspondiente de la NTC	
	Extracción materias primas	Fabricación	Empaque y embalaje	Uso	Disposición final		
Uso y disponibilidad de recursos	X	X	X	X	X	4.2.1 4.2.2 4.2.3 4.3.1 4.3.2	4.3.3 4.4.3 4.5.1 4.5.2 4.8.1
Consumo de energía	X	X	X	X		4.2.1 4.2.2 4.3.1 4.3.2	4.4.2 4.6.1 4.6.2
Emissiones al aire X	X	X	X			4.2.4 4.2.5 4.3.1 4.3.2 4.3.4 4.4.1	4.4.5 4.5.3 4.6.1 4.6.2 4.6.3
Vertimientos al agua	X	X	X	X		4.3.1 4.3.2 4.4.1	4.4.6 4.5.3 4.8.1
Vertimientos al suelo	X	X			X	4.3.1 4.3.2 4.4.1 4.4.6	4.7.1 4.8.1 4.9.1
Generación de residuos	X	X	X	X	X	4.3.1 4.3.2 4.3.3 4.4.4 4.5.1	4.5.2 4.7.1 4.8.1 4.9.1
Afectación de fauna y flora	X	X				4.3.1 4.3.2 4.4.6	
Salud humana	X	X	X			4.3.1 4.3.2 4.3.5 4.4.5 4.5.3	

1. Demolición.

Fuente: centrourbano.com

2. Reciclaje y selección de materiales.

Fuente: civilgeeks.com

3. Reciclaje de materiales de construcción.

Fuente: www.ecoportal.net

4. Vivienda con materiales reciclados.

Fuente: revoluciontrespuntocero.com



Tabla 1.1.2



1.1.17 Análisis de ciclo de vida.

"El análisis del ciclo de vida es una herramienta para evaluar impactos ambientales asociados a un producto a través de su ciclo de vida y es el primer paso hacia una construcción sostenible. Dentro de este análisis, es necesario diseñar y especificar la edificación y los sistemas constructivos a utilizar, con el criterio principal de minimizar su impacto ambiental, propendiendo por el uso de materiales y elementos que provengan de prácticas ambientales deseables. Esta metodología es utilizada para otorgar el ecoetiquetado" (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2011, p.17).

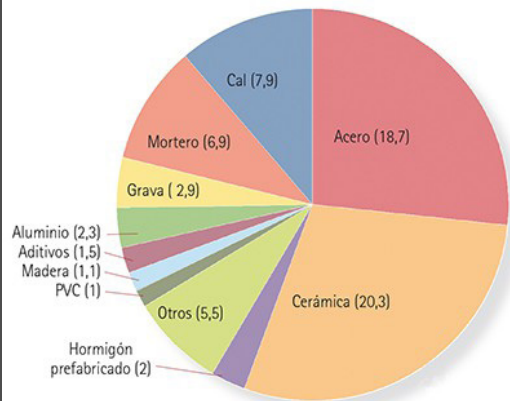
Los parámetros considerados para realizar el análisis del ciclo de vida son:

- Agotamiento de los recursos: materiales pétreos, agua, energía, etc.
- Salud humana: efectos derivados de emisiones tóxicas, impactos en la salud durante el proceso de manufactura.
- Contaminación global y regional: calentamiento global, destrucción de la capa de ozono.
- Impacto sobre animales y vegetación: diversidad biológica (Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

1.1.18 Impacto ambiental

En términos estadísticos, se puede decir que el sector de la Construcción es responsable del 50% de consumo de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados (Arenas, 2016).

El impacto es provocado en todo el ciclo de vida del materia e incluyen varias etapas que van desde: la extracción, producción, fabricación, empleo o uso racional de los materiales y la fase final de vida de los materiales, provocando que estas etapas generen un alto coste energético y medio ambiental.



Bibliografía imágenes:

1. **Esquema de la evaluación del ciclo de vida**
Fuente: ismedioambiente.com
2. **Contribución de los materiales necesarios para la construcción de 1 m2 sobre las emisiones de CO2 asociadas a su fabricación.**
Fuente: Cuchí A, Wadel G, Lopez F, Sagrera A, 2007.
3. **Impacto ambiental en la extracción de materiales.**
Fuente: ingeniariacivil.bligoo.cl



1.2 Criterios de valoración en materiales de mampostería con ecoetiquetas: análisis de casos de estudio.



1.2.1 Caso de estudio Etiqueta Ambiental Tipo I para ladrillo formado por escombros (ladrillo ecológico).

El caso de estudio seleccionado es de Colombia, dado que en ese país ya existe una normativa que sirve para otorgar la Etiqueta Ambiental Tipo I para ladrillos y bloques de arcilla.

Es una investigación de carácter exploratorio realizada por estudiantes como trabajo de grado para la obtención del título de Ingeniería Ambiental presentada en el año 2015 en Bogotá – Colombia, bajo el título de: LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA OBTENCIÓN DEL SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO AL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS FABRICADOS CON ESCOMBROS GENERADOS EN LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN (Ortiz Jara & Garzón Serrato, 2015).

Se ha tomado esta investigación como caso de estudio debido a los siguientes criterios:

- **Norma Técnica:** toma como referencia los criterios de la Norma Técnica Colombiana (NTC) 6033 Etiquetas Ambientales Tipo I, Sello Ambiental Colombiano (SAC), criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla, para la obtención de la etiqueta ambiental para el material de construcción “ladrillo ecológico” o “ecoladrillo” formado con escombros de materiales de construcción.
- **Maquinaria:** identifica y analiza el proceso de producción del ecoladrillo, tomando en cuenta la maquinaria utilizada en cada etapa, el consumo de recursos en la obtención y generación de la materia prima utilizada.
- **Escombros:** se demuestra que los resultados obtenidos de emisiones de CO₂ y consumo energético total obtenidos con el análisis en la producción de ladrillos ecológicos y ladrillos tradicionales son los esperados e indican una reducción notable en los fabricados con escombros de materiales de construcción.
- **Requerimientos:** se ha realizado una recolección necesaria sobre los requerimientos que se necesitan para el otorgamiento del SAC para productos de construcción, incluyendo sus aspectos ambientales y el desempeño del producto, donde se ha recomendado, según los criterios requeridos, lo que se debería hacer para la obtención del mismo.



Después de haber recopilado y analizado la información que se requiere, se realiza el documento para la obtención del SAC para el material de construcción ecoladrillo, tomando como referencia la Norma Técnica Colombiana NTC 6033.

Los lineamientos determinados y que se han tomado en cuenta, según el proceso de producción para el análisis del ecoladrillo de acuerdo a la NTC 6033, son los siguientes:

- Se debe establecer, implementar y mantener un procedimiento para identificar, tener acceso, cumplir y evaluar periódicamente el cumplimiento, con la legislación ambiental que sea aplicable al producto.
- Almacenamiento seguro de materias primas (escombros), e insumos.
- Contar con equipos de sistema de control para material particulado.
- Para el secado de la materia prima (escombros), se debe emplear maquinaria en donde se utilice la energía solar.
- Utilización de maquinaria que consuma la mínima cantidad de energía eléctrica y térmica.
- Los residuos generados de ladrillos fabricados con escombros, producidos en cualquiera de las etapas de fabricación sean reciclados o aprovechados.
- El ecoladrillo no debe contener, para su producción, sustancias que agoten la capa de ozono, sustancias tóxicas, cancerígenas, metales pesados y sustancias peligrosas, entre otras.
- El ecocementante debe ser elaborado a partir de materiales no convencionales.
- En la fabricación del ecoladrillo se debe mantener un registro total del agua.
- Mantenimiento de los equipos en cada una de las actividades del proceso del ecoladrillo.
- Transporte: implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para vehículos.
- Los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios. En el caso de no usar combustibles limpios debe justificar esta situación y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones atmosféricas.
- Información para el manejo al final de la vida útil (Ortiz Jara & Garzón Serrato, 2015).



La Norma Técnica Colombiana NTC 6033 es aplicable al medio, es decir, a la ciudad de Cuenca y otras ciudades del Ecuador por la cercanía que existe entre los países vecinos.

Al analizar profundamente los criterios ambientales de la NTC 6033 se determina que todos son aplicables a la ciudad de Cuenca debido a la credibilidad de la norma y al ciclo de vida del material, que va desde: la extracción de materia prima, producción del material, transporte y comercialización, hasta la fase final de vida del material.

Se debería aplicar los criterios para la obtención de Etiquetas Ambientales Tipo I para materiales de mampostería (ladrillo y bloque), por la demanda que existe, así como también mayor control y preocupación en la fabricación del mismo, con el fin de disminuir el impacto ambiental ocasionado por estos.

El caso de estudio sirve como guía para la obtención de Etiquetas Ambientales Tipo I de ladrillos en la ciudad de Cuenca ya que ha tomado como referencia la (NTC) 6033 donde están los criterios y requerimientos para la obtención de dichas etiquetas e incluso para la aplicación a otros materiales de construcción utilizados en la mampostería.

C O N C L U S I Ó N



1.3 Métodos de evaluación, procesos y programas de certificación para la construcción.W



1.3.1 Importancia de los Sellos Ambientales.

Al conocer los productos que cuentan con una ecoetiqueta ambiental: **1** Permite al consumidor informarse sobre la calidad ambiental que cuenta el producto; **2** Permite hacer una construcción más responsable, debido a que los productos son amigables con el medio ambiente; y, **3** Permite cumplir con el decreto de eco-eficiencia, ya que los materiales cuentan con una etiqueta ambiental para la construcción de la edificación.

De manera esquemática los símbolos/etiquetas que podemos encontrar en un producto se pueden clasificar entre aquellos que vienen a dar respuesta a ciertos requisitos de legislaciones vigentes (cumplimiento legal) y entre aquellos cuya utilización es voluntaria (mercado voluntario) (Unzalu, 2011).

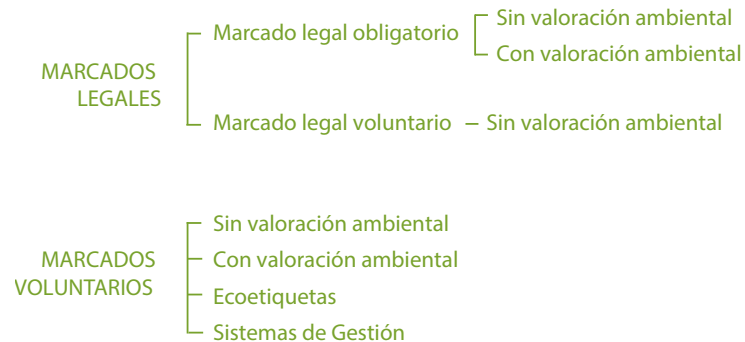


Figura 1.

Marcados Voluntarios: las etiquetas ambientales se encuentran dentro de los Marcados Voluntarios, para lo cual se crean mecanismos diferentes que están regulados por normativas internacionales para solventar el problema comunicativo entre la sociedad y el mercado, en materia de consumo medioambiental sostenible.

- ISO 14020 - Etiquetas Ecológicas y declaraciones medioambientales. Principios generales.
- ISO 14024 - Etiquetas Ecológicas y declaraciones medioambientales. Etiquetado Ecológico Tipo I. Principios generales y procedimientos.
- ISO 14021 - Etiquetas Ecológicas y declaraciones medioambientales. Auto-declaraciones medioambientales (Etiquetado Ecológico Tipo II)
- ISO 14025 Etiquetas Ecológicas y declaraciones medioambientales. Declaraciones Medioambientales Tipo III (Unzalu, 2011).

Figura 1. Cuadro de clasificación de los sistemas de reconocimiento.

Fuente: ETIQUETADO AMBIENTAL DE PRODUCTO Guía de criterios ambientales para la mejora de producto. p13



Se han citado como referencia los métodos de certificación para edificaciones, debido a que, para su evaluación y valoración, dan importancia a materiales que tengan un etiquetado ambiental; y, al programa DAP el cual sirve para la certificación ambiental de materiales de construcción.

1.3.2 Programa DAP Construcción - Declaración Ambiental de Productos de Construcción.

El programa DAP reúne a empresas fabricantes de productos y materiales de construcción que desean comprometerse con la mejora ambiental de su proceso de fabricación que proporcionan información cuantificable y verificable sobre el desempeño ambiental del producto, tienen un compromiso con la sostenibilidad y el medio ambiente, y desean avanzar en el análisis de los impactos medioambientales de sus productos. Esto con la finalidad de que los técnicos, profesionales y constructores puedan tomar decisiones oportunas a la hora de elegir los materiales para proyecto arquitectónico (Gómez & Pellegrero, 2014).

La declaración ambiental de productos de construcción otorgan un tipo de certificación ambiental para la obtención de etiquetas ambientales, que se rigen en normas internacionales como: ISO 14025 y 15804.

1.3.3 Procesos de certificación.

Los sistemas de certificación ISO/CASCO, son los modelos más utilizados en el medio para certificar los materiales en el área de construcción.

El material puede obtener una certificación, siempre y cuando, cumpla con los pre-requisitos establecidos para que el material sea amigable con el medio ambiente, es decir, que cumpla con criterios ambientales establecidos por las organizaciones competentes. Los organismos de Certificación de Productos en el área de Materiales de Construcción son aquellos que entregan la certificación del producto asegurando, por escrito, que un determinado producto cumple con los requisitos especificados en una norma u otro documento normativo específico (Instituto Nacional De Normalización, 2016).

Las etapas que tiene la edificación como: diseño, construcción, manejo y funcionalidad, son evaluadas por organizaciones que buscan generar una construcción más sostenibles y que, para conseguir esta certificación, proponen diversos criterios ambientales.



1



2

Bibliografía imágenes:

1. Programa DAP®construcción Declaración Ambiental de Productos de Construcción

Fuente: http://www.csostenible.net/index.php/es/sistema_dapc

2. Sello de certificación ISO

Fuente: www.iso.org



Los métodos que pueden acoplarse a la ciudad de Cuenca según los criterios ambientales que puedan emplearse son: **BREEAM, LEED, VERDE y CASBEE.**

1.3.4. Método de evaluación LEED.

LEED es un sistema de certificación para todo tipo de edificios, ideado por el World Green Building Council (WGBC)¹. El edificio es evaluado desde: su ciclo de vida, fases de planteamiento urbanístico, funcionamiento, uso y mantenimiento. *“Existen varias formas o sistemas de evaluación, diferenciándose por la tipología del objeto evaluado hasta clasificaciones como nueva construcción o remodelación; el sistema LEED evalúa también por medio de diferentes áreas de desempeño o eficiencia, estas áreas son puntuadas por medio de indicadores necesarios para obtener un nivel de certificación”* (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p.7).

El edificio puede obtener una certificación LEED y optar a un mínimo de puntos distribuidos en las diferentes temáticas, siempre y cuando cumpla con los pre-requisitos establecidos. *“Un proyecto puede ubicarse en cuatro clasificaciones de acuerdo a su nivel de sostenibilidad, pasando de la certificación básica con el mínimo puntaje, por la categorización plata, oro y con el mayor puntaje la platino. LEED la temática de materiales hace una serie de recomendación en el uso de materiales de bajo impacto ambiental en el campo de sellantes, aislantes, que son, mas materiales de acabados que de obra bruta o de influencia en el sistema constructivo”* (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p. 8).

TEMÁTICAS ANALIZADAS	PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Parcelas Sostenibles 2	6	24%
Eficiencia en Agua 1	0	9%
Energía y Atmósfera	35 3	2%
Materiales y Recursos	14	13%
Calidad Ambiental Interior	15 1	4%
Innovación en diseño	6	5%
Prioridad Regional 4	3	%
Total	110	100%

Figura 2.

1.3.5 Método de evaluación BREEAM.

El método de evaluación BREEAM, clasifica los proyectos por su función y evalúa las edificación por medio de diferentes temáticas o categorías: agua, energía, materiales, transporte, contaminación, residuos y uso

1. World Green Building Council (WGBC), es una organización sin ánimo de lucro. Proporciona herramientas y estrategias para promover la construcción ecológica en todo el mundo.

Fuente: www.worldgbc.org

Figura 2. Temáticas desarrolladas y su importancia al momento de la evaluación LEED.

Fuente: Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción. (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015)

1. Sello de certificación LEED

Fuente: <http://www.millergprva.com/about-us/leed-certification/>

1. Sello construcción sostenible BREEAM
Fuente: http://www.itg.es/?page_id=103





del suelo. Cada categoría obtiene un puntaje según la importancia y el impacto ambiental, al final se suman y se consigue una puntuación. El edificio consigue uno de los cinco niveles de certificación aceptable, ellos son: buena, muy buena, excelente o excepcional (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015).

BREEAM, en la temática de materiales para mampostería considera: Ladrillo, yeso laminado, madera, pinturas, etc. *“Impulsa el uso de materiales de bajo impacto ambiental, otorgando puntos al uso, todos los materiales empleados deben poseer ecoetiquetas tipo I o II, es decir la información o declaración ambiental del Producto DAP, o justificar la utilización de un material con el uso de un programa de ACV del material”*. (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p.12)

“En cuanto a la adquisición de materiales, BREEAM es el método de evaluación que evalúa si las procedencias de todos los materiales poseen ecoetiquetas y plan de manejo de abastecimiento responsable, la distancia máxima del lugar de proveniencia de los materiales en zonas urbanizadas será de 25Km y en zonas no urbanizadas 80km” (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p.13).

TEMÁTICAS ANALIZADAS	PONDERACIÓN
Gestión	11.5%
Salud y Bienestar	14%
Energía	18%
Transporte	8%
Agua	10.5%
Materiales	12%
Residuos	7%
Uso del Suelo y ecología del lugar	9.5%
Contaminación	9.5%
Total	100%

Figura 3.

1.3.6 Método de evaluación VERDE

El sistema de evaluación VERDE, permite de manera objetiva la evaluación de la sostenibilidad de los edificios. El método está basado en tres criterios: **1** Análisis del ciclo de vida de materiales y uso del suelo; **2** Estrategias para reducir el consumo de energía; y, **3** Agua potable. *“A cada temática se le asocia una puntuación de referencia llamada Benchmark¹. En el método de evaluación medioambiental VERDE, se puntúa sobre 5 y el edificio se certifica por niveles como 0 hojas, 1 hoja, 2 hojas, 3 hojas, 4 hojas y el máximo 5 hojas”* (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p. 9).

Figura 3. Temáticas desarrolladas y su importancia al momento de la evaluación BREEAM.

Fuente: Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción. (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015)

¹ **Benchmark**, en finanzas, referencia que se usa para hacer comparaciones. **benchmark**, en informática, técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente del mismo.

Fuente: <http://es.ccm.net/faq/9457-benchmark->

Bibliografía imágenes:

1. Sello de certificación VERDE

Fuente: <http://energiehaus.es/certificacion-ambiental/>



La evaluación VERDE de un edificio se divide en diferentes áreas de estudio: emplazamiento, recursos naturales, energía y atmósfera, calidad del ambiente interior, aspectos sociales y económicos y, calidad del servicio. *“Los criterios de puntuación deben ser similares al edificio de referencia, una mejor practica es si el edificio analizado tiene un 20% menos de impacto generado con el medioambiente”* (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p. 12).

“Para los cálculos o puntuaciones el método de evaluación verde si considera los materiales de construcción como cubiertas, losas, pavimentos fachadas, divisiones interiores y acabados, de forma similar a los materiales más comunes propuestos por el BREEAM. Con igual recomendación de las eco-etiquetas pero de tipo tres, además de la utilización de cualquier programa de análisis de ciclo de vida del material” (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p.13).

1.3.7 Método de evaluación CASBEE

Al igual que métodos anteriores, CASBEE analiza la sostenibilidad de los edificios, cuenta con cuatro herramientas de evaluación que pretende cubrir el ciclo de vida de la edificación: **1** Herramientas para el pre-diseño (ayudas para emplazamientos, impactos que se esperan del edificio); **2** Herramienta para nuevas edificaciones (evalúa las especificaciones del diseño y su rendimiento o efectividad); **3** Para edificios existentes; y, **4** Para rehabilitación de edificios (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015).

El análisis y evaluación de materiales, CASBEE, puntúa con similar condición que los otros métodos a los materiales de construcción, es decir, toma en consideración los siguientes criterios ambientales:

- El Análisis de ciclo de vida del material ACV.
- La Declaración Ambiental del Producto DAP.
- Ecoetiquetas I, II, III.
- Las certificaciones Ambientales (madera).
- Emisiones peligrosas COVs.
- Estudios de Gestión de Residuos EGR.
- Tratamiento de Residuos de Construcción y demolición (RCD) Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015).

1. Certificación CASBEE

Fuente: <http://www.millergpva.com/about-us/leed-certification/>

CASBEE CERTIFICATION

ENVIRONMENTAL DESIGN



1.4 Indicadores y criterios para la determinación de una Etiqueta Ambiental Tipo I de materiales para construcción de mampostería.



1.4.1 Normas para la evaluación de materiales de construcción y edificaciones.

Según el artículo científico de la revista ASRI (Arte y Sociedad) "Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción" (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015), las normas o requisitos internacionales que se deberían considerar para la construcción sostenible en la ciudad de Cuenca, por parte de los constructores, fabricantes y autoridades competentes, son las siguientes:

Norma ISO 14040. Esta norma se utiliza para evaluar el ciclo de vida de los productos mediante el consumo de recursos que se utilizan como: procesos de producción, energía, materia prima y agua, además cuantifica las emisiones ambientales al aire, agua y suelo.

"Esta norma considera dentro del análisis del ciclo de vida de un producto la extracción, transporte y elaboración de materiales de construcción, además de la reutilización. Existen programas como SimaPro8 o el TCQ2000 (Cataluña), que realiza un análisis ambiental de productos y materiales de construcción según la norma ISO 14040" (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p. 5).

Norma ISO 14001 y EMAS (Eco-Management and Audit Scheme - Reglamento Comunitario de Eco-gestión y Eco-auditoría). *"Son dos métodos similares que tienen como objetivo la evaluación, documentación y mejora continua de las medidas medioambientales adoptadas por los constructores en sus proyectos, estas normas controlan el tiempo para conseguir los objetivos medioambientales de los constructores"* (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p. 5).

Norma ISO 14024, 14025, 14040. *"Son normas que informan sobre los ciclos de vida de los productos y su impacto medio ambiental, el cumplimiento de estas normas sirve para la clasificación de productos del sector de la construcción en tres tipos de eco-etiquetas"* (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p. 5).

"La Declaración Ambiental del Producto y el sistema de eco-etiquetado de la construcción es regulado por el comité de estandarización europeo con base a la norma ISO 14040 del ACV y la ISO 14025 que justifican que un producto es considerado con eco-etiqueta, ya que proporciona la información objetiva de los productos de la construcción, además de



permitir la comparación de varios productos" (Serrano, Quesada, López, Guillen, & Orellana, 2015, p.6).

Según los análisis y visitas a las fábricas productoras de los materiales (ladrillo y bloque), para la ciudad de Cuenca, mediante el cumplimiento de los requisitos y criterios de la Norma se puede constatar que todos los productores de los materiales mencionados pueden cumplir a cabalidad lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 6033.

Los criterios ambientales citados de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 le vienen bien a la ciudad de Cuenca ya que los requisitos establecidos y definidos están consensuados y avalados por entidades reconocidas y de acceso público, para disminuir el impacto ambiental que ocasionan los materiales en su ciclo de vida; y así, estimular el mejoramiento ambiental continuo impulsado por el mercado.

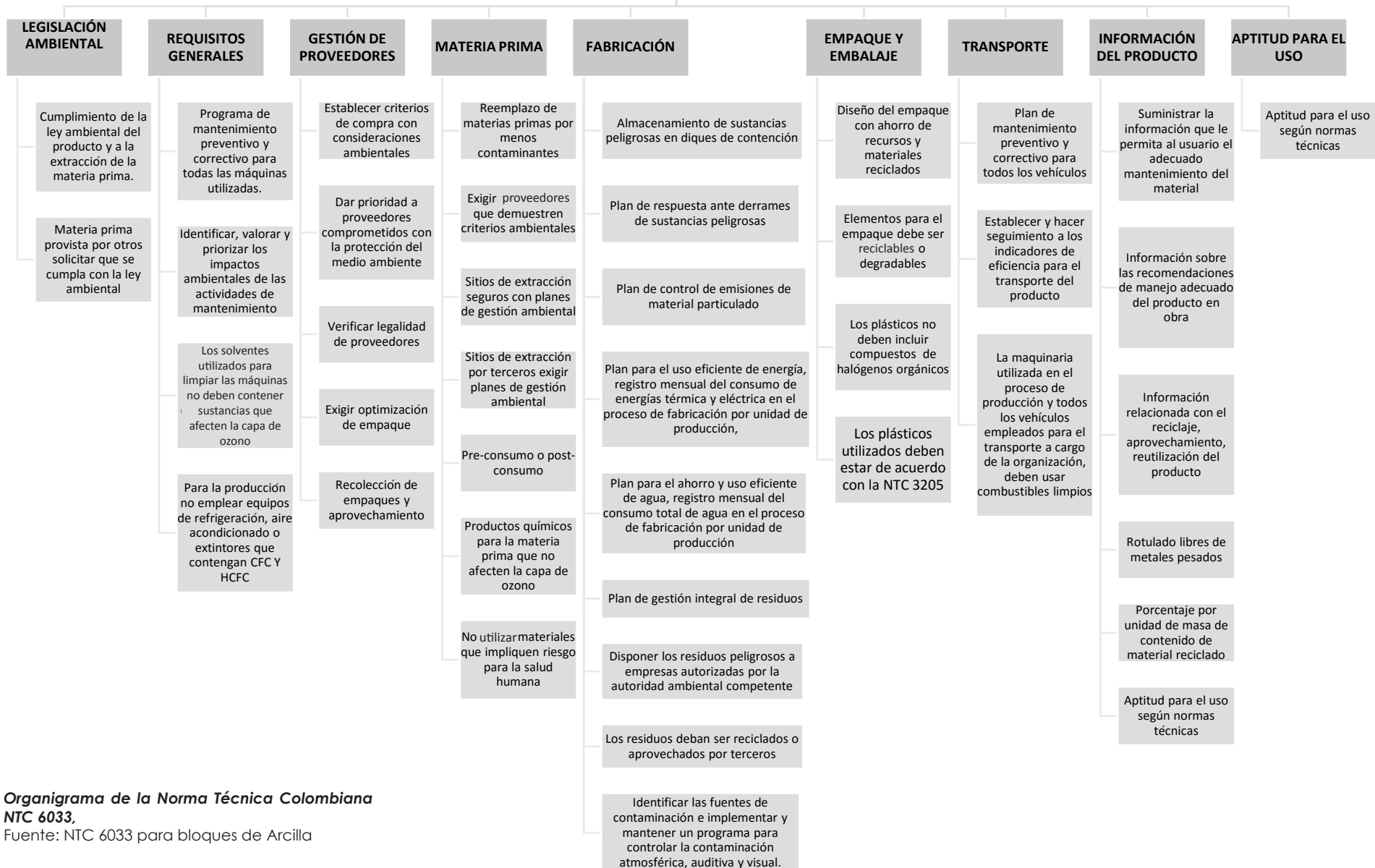
1.4.2 Criterios para la obtención de una Etiqueta Ambiental Tipo I.

Los criterios y requisitos para la determinación de una ecoetiqueta para materiales de mampostería en la ciudad de Cuenca (ladrillo y bloque), están tomados directamente de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 "Etiquetas Ambientales Tipo I. Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla" y se muestran a continuación.

El siguiente organigrama muestra los requisitos y criterios ambientales establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 para la obtención de una Etiqueta Ambiental Tipo I.



CRITERIOS AMBIENTALES DE LA NORMA NTC 6033 ETIQUETA AMBIENTAL TIPO I PARA BLOQUES DE ARCILLA



Organigrama de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033.

Fuente: NTC 6033 para bloques de Arcilla



1.5 Determinación de los principales proveedores de los materiales de construcción para mampostería tradicional y prefabricada utilizados en la ciudad de Cuenca.



Para la determinación de los principales productores y proveedores de materiales de mampostería y tabiquería se realizó una encuesta a un grupo de arquitectos compuestos por nueve (9) personas, con experiencia en el ámbito de la construcción (Anexos-A). La encuesta está diseñada para que se describa el lugar o el proveedor que les proporciona a cada uno los materiales. De dicha encuesta se pudo determinar varios proveedores.

Para el estudio de los materiales se determinó a los proveedores que la mayoría de profesionales adquieren de esos lugares.

A continuación se detallan los resultados de las encuestas para la determinación de las principales fábricas y proveedores de ladrillo y bloque.

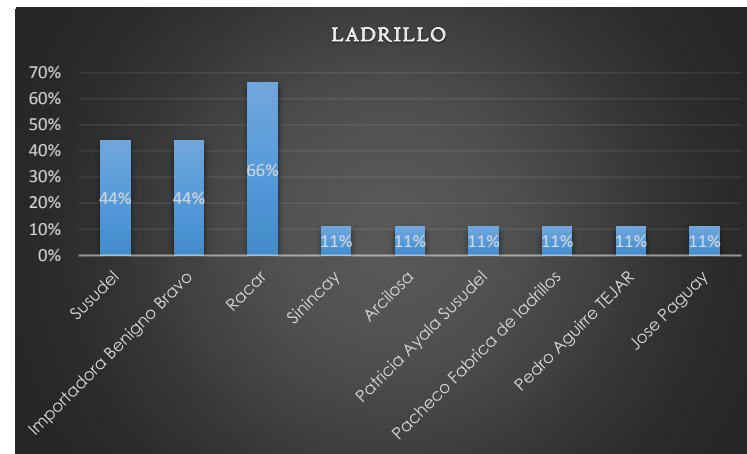


Gráfico 1.

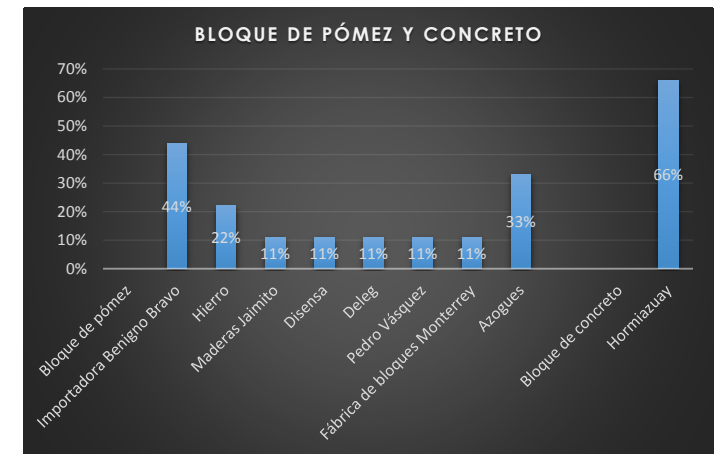


Gráfico 2.

Gráfico de los resultados de las encuestas:

Gráfico 1.

Se puede observar que el 66% de los encuestados utilizan el ladrillo proveniente de Racar, el 44% de la Importadora Benigno Bravo, y el 44% de Susudel; en cuanto al resto de proveedores el porcentaje obtenido es bajo, por lo que se analizará a los proveedores de Racar, Importadora Bravo y Susudel.

Gráfico 2.

Se observa que para el bloque de pómez, los encuestados determinan el 44% a la Importadora Benigno Bravo y un 33% al bloque proveniente de Azoguez; para el bloque de concreto un 66% de Hormiazuy. Por lo que para el caso de estudio se analizará a los proveedores de Azoguez, Hormiazuy y Benigno Bravo.

Luego de haber obtenido los datos de las encuestas, donde Racar es el lugar que provee en gran cantidad el material se escogió dos fábricas para el análisis, una grande respecto a la infraestructura y producción del material y otra común como la mayoría de fábricas que se tiene en el lugar.

Con las visitas a Racar se tomó para el análisis la fábrica de **Manuel Sinchi** como la más grande y la fábrica de **Antonio Chiqui** como la fábrica común.

Para el caso de Susudel se analiza la fábrica del Señor **Enrique Iñaguazo**

Luego de haber obtenido los datos de las encuestas, se toma para el análisis la fábrica de bloques de pómez la **Importadora Benigno Bravo**; y, al observar que Azoguez es el lugar que provee el material, se escogió una fábrica grande: "**Bloquera San Javier**", respecto a la infraestructura y producción del material.

Para el bloque de concreto se determinó, directamente en las encuestas, que la fábrica Hormiazuy es la que provee el material, por lo que se toma en cuenta para el análisis.



A continuación se detallan los resultados de las encuestas para la determinación de las principales proveedoras de yeso - cartón y fibrocemento.

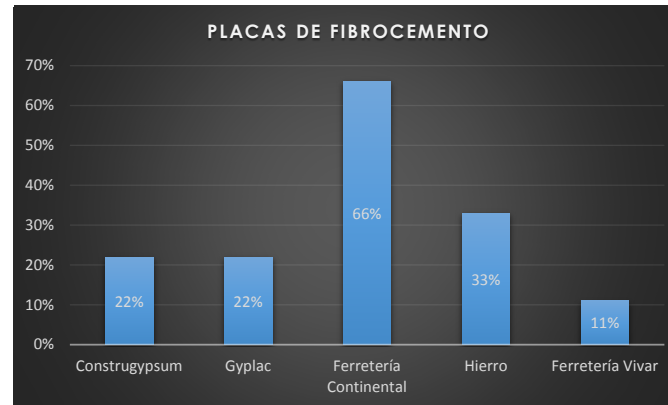


Gráfico 3.

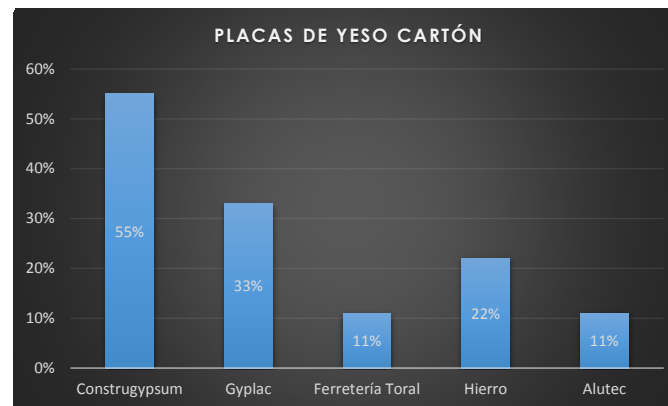


Gráfico 4.

Luego de haber obtenido los datos de las encuestas, se determina, para el análisis del yeso cartón, las Empresas **Construgypsum** y **Gyplac** y para el fibrocemento el material de la **Ferretería Continental**, debido a que se obtuvo un porcentaje mayor.

Los materiales utilizados en tabiquería, generalmente, son importados por los proveedores que los comercializan, a excepción de la Ferretería Continental que trabaja con materiales nacionales, con la marca ETERNIT S.A., empresa que fabrica sus materiales en la ciudad de Quito.

Gráfico 3.

Se puede observar que el 55% de los encuestados utilizan el yeso cartón provisto de la Empresa Construgypsum, y otro 33% utiliza el material de la Empresa GYPLAC. El resto de proveedores sus porcentajes son bajos. Ya que el resto de proveedores tienen un porcentaje bajo, se analizará a Construgypsum y Ferreterías Continental.

Gráfico 4.

Se observa que para las placas de Fibrocemento, Ferretería Continental es el proveedor más fuerte con un 66%, el resto de proveedores tienen porcentajes bajos.



L A D R I L L O

1.5.1 Descripción de las fábricas de Ladrillos Artesanales en Racar.

1) Propietario: Sr. Manuel Sinchi.

2) Propietario: Sr. Antonio Chiqui.

Según la comisión de Gestión Ambiental (CGA), más de 600 artesanos se dedican a la producción de ladrillo artesanal provenientes de Racar, Sinincay, Balzay, Tixán y Susudel. La fábrica del Sr. Manuel Sinchi es la mayor proveedora de ladrillo artesanal y la más grande de la zona, se encuentra al noreste de Cuenca en el poblado de Racar junto a la iglesia, a 8.2 Km de la ciudad. A similar distancia de la ciudad se encuentra la fábrica de ladrillos del Sr. Antonio Chiqui, quien es uno de los principales proveedores, pero en comparación con la fábrica anterior, este produce ladrillo en menor medida.

La fábrica del señor Sinchi, provee de material en gran cantidad, dado que cuenta con máquinas industriales que funcionan a combustible, favoreciendo la calidad y mayor producción de ladrillos. Para la producción el propietario no se rige a ninguna norma ASTM - NEC - INEN, fabricando, y dosificando el ladrillo de manera empírica, en máquinas eléctricas y a combustible que ayudan a producir en mayor cantidad el material.

La fábrica del Sr. Antonio Chiqui produce ladrillo artesanal, pero no cuenta con la maquinaria y tecnología necesaria para elaborar el material, sin embargo, es un proveedor de categoría media - alta de ladrillo para la ciudad. Se encuentra ubicada en el poblado de Racar a pocos minutos de la fábrica anterior.

Según un estudio de la Comisión de Gestión Ambiental del Municipio de Cuenca (CGA), este sector es el segundo generador de contaminantes como dióxido de carbono y partículas finas de aire. El primer causante de contaminación es el tránsito vehicular.

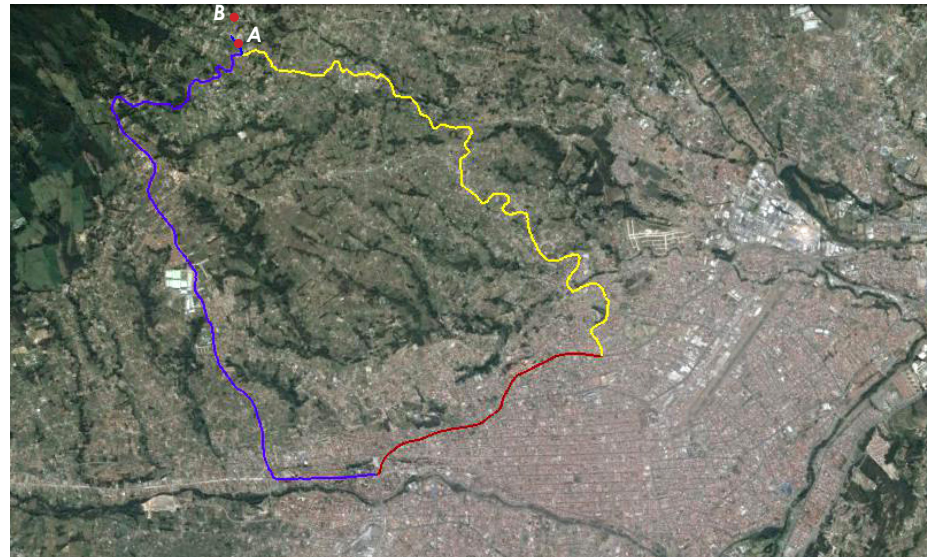



Figura 1. Ubicación fábricas de ladrillos.

Fuente: Google Earth

Para llegar a la fábrica, existen dos accesos principales uno por la Av. los Cerezos y la segunda por la Vía Sinincay-Racar, estas dos vías se interceptan en la Av. De las Américas. Los dos accesos principales son puntos de entrada y salida de materia prima, así como: ladrillos - tejas - bloques de pómez, etc.

 Av. Ordoñez Lasso y Av. De los Cerezos

 Av De las Américas

 Vía Miraflores - Vía Sinincay - Racar.



Figura 2. A. Fábrica de ladrillos Sr. Manuel Sinchi.

La fábrica principal cuenta con un área aproximada de 700m².

Fuente: Google Earth



Figura 3. B. Fábrica de ladrillos Sr Antonio Chiqui.

La fábrica principal cuenta con un área aproximada de 200m²,

Fuente: Google Earth



L A D R I L L O

1.5.2 Fábricas de ladrillo en Susudel.

Susudel se ha convertido en uno de los mayores proveedores de ladrillo para la ciudad de Cuenca, debido a que los constructores utilizan este material por sus características físicas, técnicas y la calidad del material. La producción de ladrillos está ampliamente distribuida en la parroquia de Susudel, todas estas ladrilleras son de micro y pequeño tamaño. La producción de ladrillos en la zona es artesanal, fabrican el ladrillo mediante conocimientos heredados y no se rigen a ninguna norma técnica. Además, los fabricantes no cuentan con la tecnología y maquinaria de calidad para elaborar el material.

“La elaboración de ladrillos de forma artesanal a la que se dedica gran parte de la población de Susudel, fue introducida por la familia Moscoso desde 1950, quienes ubican el primer horno en el centro parroquial” (Deleg, 2010, p.22). La producción de ladrillos en Susudel se ha convertido en la segunda fuente de ingresos para los pobladores del sector, debido a que son negocios familiares, generando empleo para terceros e ingresos propios.

Figura 4. Mapa base de la parroquia Susudel
Fuente: Tesis: DEFINICIÓN DE UN PROCESO DE PRODUCCIÓN SEMI-INDUSTRIAL DE LADRILLOS EN LA PARROQUIA SUSUDEL (Deleg, 2010, p.25)

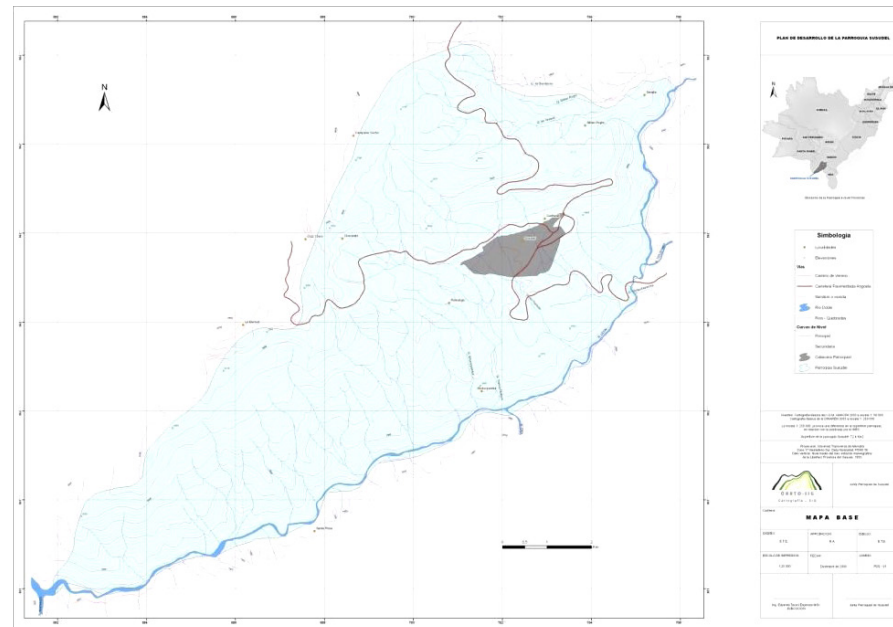


Figura 4.



1.5.3 Fábricas de bloques de pómez en Azoguez.

1) Bloquera: San Javier en Azoguez.

2) Fábrica de Bloques e Importadora Comercial Benigno Bravo e Hijos.

Las fábricas de bloque se encuentran en Azoguez, debido a la mayor demanda de material en esta ciudad. La mayor producción y elección del ladrillo por parte de los propietarios de vivienda y constructores, hacen que en la ciudad de Cuenca no exista un número considerable de fabricantes de bloque de pómez y concreto.

La importadora Benigno tiene una sucursal en la ciudad de Cuenca y es uno de los mayores proveedores de bloque de pómez y hormigón para la ciudad. La fábrica San Javier provee de material a la ciudad de Cuenca de manera directa y no cuenta con sucursal.

Las fábricas de bloque cuentan con maquinaria, tecnologías y número de personal similares para la producción de material. En la producción, las fábricas usan materias primas de lugares de extracción legales, el resto de materiales son provenientes de minas artesanales y, como consecuencia, la materia prima no es de calidad. El cumplimiento de la norma INEN 6033, es cumplida en mayor y menor medida.



BLOQUE DE PÓMEZ

Bibliografía imágenes:

1. Logo de la importadora Benigno Bravo en Azoguez.

Fuente: importadorabenignobravo.com



Figura 5.



Mapa de Cuenca

Figura 5. Ubicación Importadora Bravo en Cuenca.

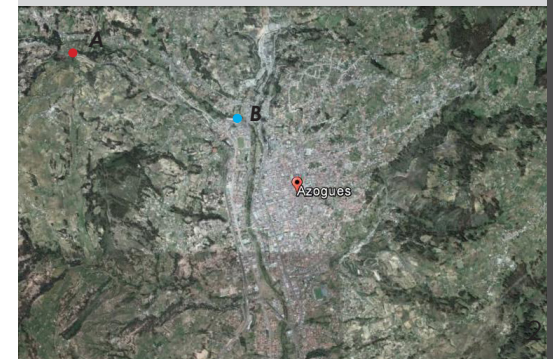
La importadora Benigno Bravo se encuentra ubicada en la Av. Gil Ramírez Dávalos entre la Calle Del Chorro y la Av. Héroes de Verdeloma. La avenida Gil Ramírez Dávalos se convierte en el único punto de acceso y para el embarque y desembarque de materiales de construcción.



Figura 6. A



Figura 6. B



Mapa de Azoguez

Figura 6. A) Ubicación fábrica San Javier

La fábrica se encuentra en la vía junto a la panamericana norte

Figura 6. B) Ubicación fábrica de Benigno Bravo

La fábrica de bloques se encuentra ubicada junto a la antigua vía a Azogues y la vía a Guapán.



1.5.4 Fábrica de bloques de pómez y concreto en Cuenca

Empresa: Hormiazuay.

Gerente General: Ing. Ángela Ayala.

La fábrica de bloques de pómez y de concreto es la mayor proveedora de este material para la ciudad de Cuenca debido a la calidad del bloque, la variedad de productos en hormigón y la cantidad de producción. Hormiazuay cuenta con proveedores de materia prima provenientes de Santa Isabel, Latacunga, Empresas Graiman, etc.

Para la fabricación y elaboración del material la empresa es la única en la ciudad que se rige a normas técnicas establecidas para la fabricación de bloque INEN 6033, Hormiazuay se caracteriza por ser una empresa que cuenta con maquinaria y tecnología adecuada para la producción de bloques de concreto y pómez.



Figura 7.

BLOQUE DE CONCRETO

Figura 7. Ubicación fábrica de bloques HORMIAZUAY

La fábrica se encuentra en la panamericana

Bibliografía imágenes:

1. Logo de la fábrica de bloques de hormigón y concreto HORMIAZUAY

Fuente: gerardoortiz.com





YESO CARTÓN Y FIBROCEMENTO (CONSTRUGYPSUM)

En la mampostería prefabricada los sistemas de paneles son producidos según el diseño en fábrica y su montaje es en obra, son unidireccionales y bidireccionales. Con esto se entiende que pueden ser lineales (esqueleto) o planos (placas). Los materiales más utilizados en la construcción del sistema de paneles son: yeso cartón y fibrocemento.

1.5.5 Proveedores de Yeso Cartón y Fibrocemento en Cuenca.

La empresa Construgypsum es importadora y proveedora de yeso cartón y fibrocemento para la ciudad de Cuenca, cuenta con proveedores de material para la construcción tanto nacionales como extranjeros:

- Gyplac.
- Onduline.
- Rooftec.
- Plastigama.
- Intaco.

Las placas de yeso cartón y fibrocemento son fabricadas en Colombia y Chile y son elaboradas bajo estándares de calidad internacional, cumpliendo con las especificaciones de yeso descritas en la norma ASTM C 1396, C36.

Figura 8. Ubicación Construgypsum

La fábrica Construgypsum está ubicada en la Av. Solano 5-49 y Roberto Crespo, sector Redondel del Estadio. La fábrica cuenta con parqueadero para embarque y desembarque de materiales para la construcción en la calle Nicánor Aguilar y Av. Solano, detrás de los Consultorios Monte Sinaí.

1. Logo de la empresa CONSTRUGYPSUM, importador de placas de yeso cartón en la ciudad.

Fuente: construgypsum.com

2. Logo de la empresa Gyplac

Fuente: proarca.com

3. Logo de la empresa Onduline

Fuente: es.onduline.com

4. Logo de la empresa ROOFTEC



Figura 8.

CONSTRU
gypsum

Gyplac
SISTEMAS DRYWALL

Onduline

ROOFTEC
ECUADOR



1.5.6 Proveedores de yeso cartón en Cuenca

Importadora: GYPSUM

GYPSUM, es uno de los principales proveedores de mampostería prefabricada para la ciudad, las placas de yeso cartón son fabricadas bajo estándares de calidad internacional, cumpliendo con las especificaciones de yeso descritas en la norma ASTM C 1396, C36.

Los proveedores de material para la empresa GYPSUM son: ACIMCO, SICON y USG, empresas dedicadas a la fabricación, distribución y comercialización de yeso cartón.

La placa de yeso cartón que cuenta GYPSUM es un producto consistente de un núcleo incombustible hecho esencialmente de yeso cubierto por ambos lados con papel 100% reciclado.



1



2



3



Figura 9.

PLACAS DE YESO CARTÓN (GYPSUM)

Figura 9. Ubicación Gypsum

La fábrica GYPSUM está ubicada en la Av. de las Américas, entre la Calle Coronel Tálbot y Estévez de Toral, Las bodegas de la fábrica se encuentran en la Av. Héroes De Verdeloma.

Bibliografía imágenes:

- 1. Logo de la empresa SICON
Fuente: siconecuador.com
- 1. Logo de la empresa USG
Fuente: underconsideration.com
- 3. Logo de la empresa ACIMCO
Fuente: acimco.com



PLACAS DE FIBROCEMENTO (FERRETERÍA CONTINENTAL)

1.5.7 Proveedores de fibrocemento en Cuenca.

Ferreterías Continental.

La ferretería Continental cuenta con material para mampostería prefabricada como las planchas de fibrocemento, siendo uno de los principales proveedores de materiales para la construcción en la ciudad de Cuenca.

La fábrica ecuatoriana con mayor abastecimiento de planchas de fibrocemento es Eternit, es la única empresa en su rama que cuenta con las certificaciones ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 y adherido al Pacto Global de Naciones Unidas, ratificando su compromiso de responsabilidad ambiental y social a través de procesos de mejora continua.

Las fábricas: Skinco, Colmbit y Gyplac, son empresas Colombianas y proveen de placas de fibrocemento, innovando el mercado en la ciudad de Cuenca ya que estos productos de la construcción son fabricadas y cuentan con normas como: ISO 14001 - ISO 9001 - OHSAS 18001.

Figura 10. Ubicación Ferretería Continental.

La Ferretería se encuentra ubicada en la Av. Remigio Crespo y Av. Loja, esq.

1. Logo de la fábrica ETERNIT

Fuente: elementia.com

2. Logo de la Fábrica Skinco

Fuente: underconsideration.com

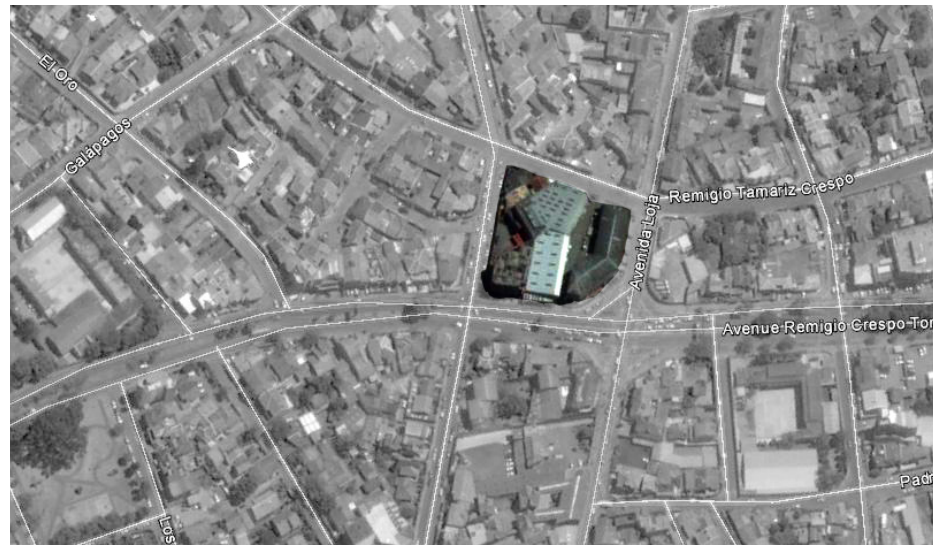


Figura 10.

Eternit®

1

LIBRES DE
ASBESTO CRISOTILO.

Skinco
Colombit

2



C A P Í T U L O 2

EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL PARA MAMPOSTERÍA Y TABIQUERÍA DE LOS DIFERENTES PROVEEDORES.



2.1 Descripción de los materiales utilizados en mampostería tradicional (bloque y ladrillo) y Tabiquería (yeso cartón y fibrocemento).



2 . 1 . 1 B L O Q U E

Descripción

Un bloque es un mampuesto prefabricado y alivianado, elaborado con diferentes tipos de materiales dependiendo de su uso, los cuales le dan la característica de liviano y fácil de manejar. Estos son utilizados en la construcción de muros y paredes. Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas y suelen ser esencialmente huecos con cavidades dadas por el molde. Según su uso se clasifican en:

- Macizos.
- Especiales.
- Huecos.

Bloque hueco de hormigón.

“Es un elemento simple hecho de hormigón, en forma de paralelepípedo, con uno o más huecos transversales en su interior, de modo que el volumen del material sólido sea del 50% al 75% del volumen total del elemento” (Norma INEN 638. 2014). Los bloques de hormigón se clasifican según su uso como se muestra en la figura 1 de la Norma INEN 638

TIPO	USO
A	Paredes exteriores de carga, sin revestimiento.
B	Paredes exteriores de carga, con revestimiento. Paredes interiores de carga, con o sin revestimiento.
C	Paredes divisorias exteriores, sin revestimiento.
D	Paredes divisorias exteriores, con revestimiento. Paredes divisorias interiores, con o sin revestimiento.
E	Losas alivianadas de hormigón armado.

Figura 1.

Dimensiones.

Según la norma INEN 638 BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES, las dimensiones nominales deben ser para los de tipo A al E de 40cm x 20cm y su espesor de 10cm y 20cm a excepción del tipo E que tiene un espesor de más de 25cm. “Sin embargo en el mercado, debido a la demanda, se expiden en mayor cantidad bloques con espesores nominales de 10cm y 15cm. Además se evidenció que se ofertan dos espesores adicionales de 12cm y de 7cm”. (Crespo Muñoz, 2015, p. 24)

Figura 1. Tipos de bloques huecos de hormigón y sus usos.

Fuente: Norma INEN 640

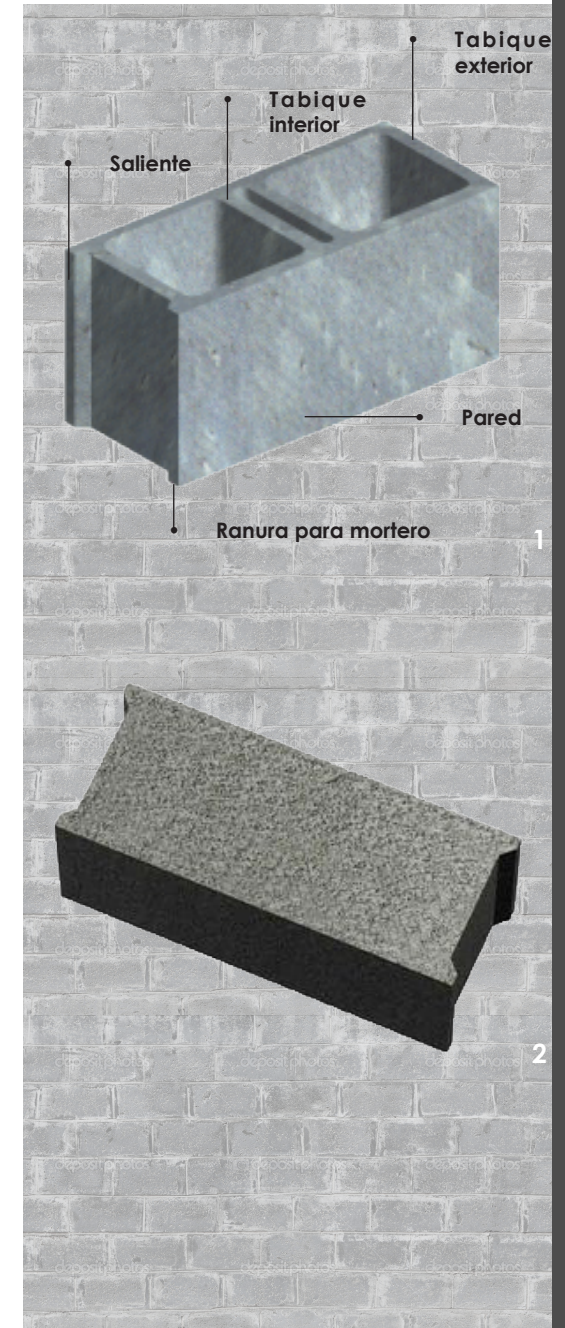
Bibliografía imágenes:

1. INEN. 638. Bloques huecos de hormigón.

Fuente: Norma INEN 638

2. Bloque macizo de concreto.

Fuente: archiexpo.com





Clasificación:

Los bloques huecos de Hormigón de acuerdo a la norma INEN 638 se clasifican en cinco tipos diferentes. Según esta clasificación y de acuerdo a la Norma INEN 643, la resistencia mínima a la compresión que deben tener los tipos de bloque a los 28 días, está entre el 60,18kg/cm² y 20,39 kg/cm² dependiendo del tipo de bloque.

Características físicas

La absorción de agua en los bloques se determinará de acuerdo con la Norma INEN 642 y no podrá ser mayor del 15%. Las muestras de bloques se seleccionarán de acuerdo a la Norma INEN 639.

Se determina a través de ensayos en laboratorios a los 28 días, con el método de la norma INEN 640. Las resistencias mínimas que se tienen para los diferentes tipos de bloques, según la INEN 643, son los que se muestran en la figura 2.

TIPO DE BLOQUE	Resistencia mínima a la compresión en MPa a los 28 días (ver nota 1) (Norma INEN 640).
A	6
B	4
C	3
D	2,5
E	2

Figura 2.

Materiales.

Según la NTE INEN 638, los bloques se deben elaborar con cemento Portland, áridos finos y gruesos, tales como: arena, grava, piedra partida, granulados volcánicos, piedra pómez, escorias y otros materiales inorgánicos inertes adecuados. El agua que se utilice en la elaboración de los bloques debe ser dulce, limpia, de preferencia potable y libre de cantidades apreciables de materiales nocivos como ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas.

Para el bloque de pómez y concreto en las ciudades de Cuenca y Azogues se requieren de materiales como: chasqui, polvo o ceniza volcánica extraídos en Latacunga, y Santa Isabel, cemento local proporcionado por Industrias Químicas del Azuay, cemento Guapán.

Figura 2. Principales características de los bloques de hormigón según sea el agregado utilizado para su fabricación

Fuente: Norma INEN643. Bloques huecos de hormigón. Requisitos

Bibliografía imágenes:

1. Apilamiento de ceniza volcánica
2. Apilamiento de arena.
Fuente: Autor.
3. Apilamiento de áridos para el bloque
www.arqhys.com
4. Apilamiento de cemento portland de la zona
Fuente: industriasguapan.blogspot.com



2 . 1 . 2 L A D R I L L O

Descripción.

El ladrillo es una pieza de cerámica, generalmente en forma de un paralelepípedo, obtenida por moldeo y cocción de arcilla a altas temperaturas, resisten la humedad y el calor. Se emplea en albañilería para mampostería.

Tipos de ladrillo.

Según la norma NTE INEN 293 se tiene los siguientes tipos de ladrillos:

- Ladrillo común (mambrón). Es el ladrillo moldeado a mano. Ladrillo de máquina. Es el ladrillo moldeado mecánicamente y en producción continua.
- Ladrillo re-prensado. Es el ladrillo que se prensa entre el moldeo y la cochura.
- Ladrillo macizo. Es el ladrillo fabricado a mano o a máquina sin perforaciones en su interior, o con perforaciones celulares que pueden llegar hasta el 20% de su volumen.
- Ladrillo hueco. Es el ladrillo fabricado a máquina con perforaciones en su interior, que pasan del 20% de su volumen (NTE INEN 293,1978).

Dimensiones y tolerancias

Según la norma NTE INEN 293, en los casos en que no se aplique la coordinación modular de la construcción, se usarán las dimensiones especificadas en la figura 3, donde se puede acordar entre el proveedor y comprador el alto del ladrillo variable ($h=7\text{cm}$).

Figura 3. Dimensiones de los diferentes tipos de ladrillo

Fuente: Norma INEN 640

1. Ladrillo macizo

Fuente: www.arqhys.com

2. Ladrillo hueco

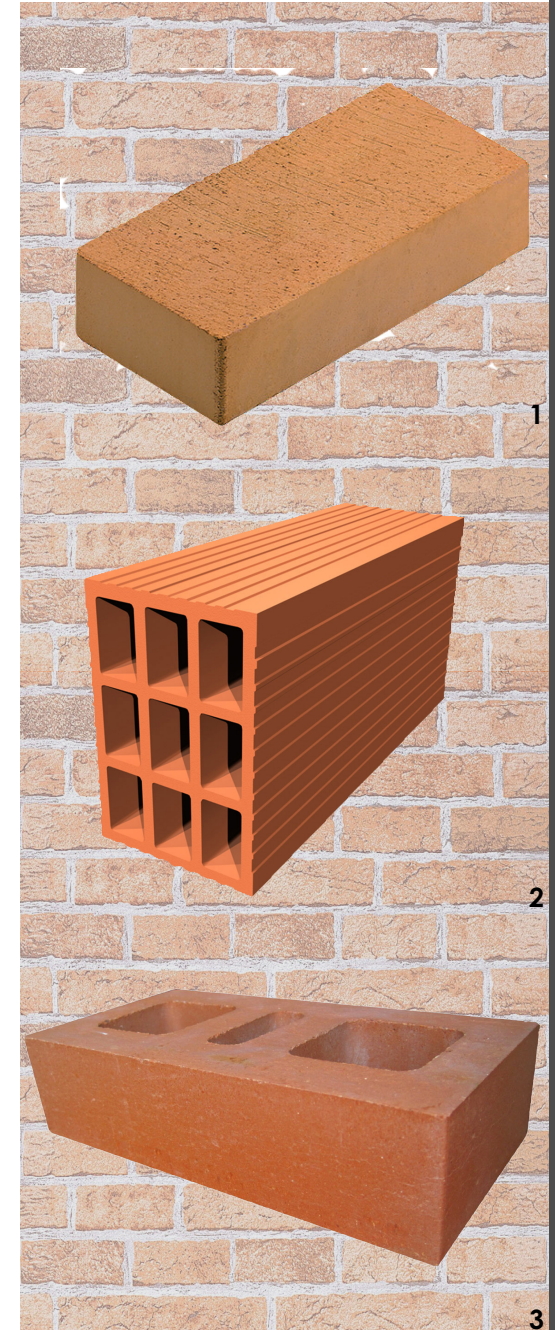
Fuente: www.ladrillosbailen.net

3. Ladrillo prensado

Fuente: tablegres.com

(1) Tipo de ladrillo	(2) Largo L	(3) Ancho a	(4) Alto h
Común De máquina	39	19	9
	29	14	9
Reprensado	29	19	9
	29	14	9
hueco	29	19	19
	29	19	14
	29	19	9

Figura 3.





Clasificación de los ladrillos.

Para los efectos la norma NTE INEN 0297 (1978) LADRILLOS CERÁMICOS. REQUISITOS, los ladrillos cerámicos se clasifican en macizos y huecos.

- Los ladrillos macizos se clasifican, de acuerdo a su calidad, en tres tipos: tipo A, tipo B y tipo C.
- Los ladrillos huecos se clasifican, de acuerdo a su uso, en tres tipos: tipo D, tipo E y tipo F.

Los requisitos para la clasificación de ladrillos según la norma NTE INEN 0297 son:

- 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.
- 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 5mm.
- El tipo C será semejante al tipo B, diferenciándose de él en que puede ser fabricado a mano y tener imperfecciones en sus caras exteriores, así como variaciones de rectitud en sus aristas hasta de 8 mm.
- El tipo D podrá emplearse en la construcción de muros soportantes, tabiques divisorios no soportantes y relleno de losas alivianadas de hormigón armado.
- El tipo E podrá emplearse únicamente en la construcción de tabiques divisorios no soportantes y rellenos de losas alivianadas de hormigón armado.
- El tipo F podrá emplearse únicamente en el relleno de losas alivianadas de hormigón armado (NTE INEN 0297, 1978).

Características físicas.

Las resistencias mínimas a la compresión, flexión y absorción de humedad máxima que se tienen para los diferentes tipos de ladrillos, según la NTE INEN 297, son los que se muestran en la Figura 4.

Bibliografía imágenes:

1. **Ladrillo prensado rojizo.**

Fuente: ladrillerachacabuco.com.ar

2. **Ladrillo de máquina.**

Fuente: spanish.alibaba.com

3. **Ladrillo fabricado a mano puesta en obra.**

Fuente: ceramicasarlanza.com

4. **Ladrillo estructural.**

Fuente: elcomercio.com



Figura 4: Determinación de los requisitos de resistencia mecánica y absorción de la humedad que deben cumplir los ladrillos cerámicos.

Fuente: NTE INEN 0297 (1978) LADRILLOS CERÁMICOS. REQUISITOS

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

Figura 4.

Materiales.

Según la norma NTE INEN 293, la materia prima es la arcilla o tierra arcillosa, otros materiales de suficiente plasticidad o consistencia para que el material tome forma permanente y se seque sin presentar grietas, nódulos o deformaciones. No debe contener materiales de carácter destructivo que cause eflorescencia o manchas permanentes en el acabado.

En el caso de la fabricación de ladrillos en Susudel hay variedades de arcillas dependiendo de la zona la misma que se aprovecha por la cercanía del lugar. Por ejemplo: "en Tamboloma las ladrilleras usan de 2 a 4 tipos de materia prima que son: roja, negra, amarilla y lastre" (Deleg, 2010, p. 24)

En la fabricación de ladrillos en la ciudad de Cuenca se utilizan dos tipos de arcilla, la cual proviene de: Santa Ana, Quingeo, Río Amarillo y Racar.

1. Material arcilla.

Fuente: mamiverse.com

2. Arcilla de Susudel.

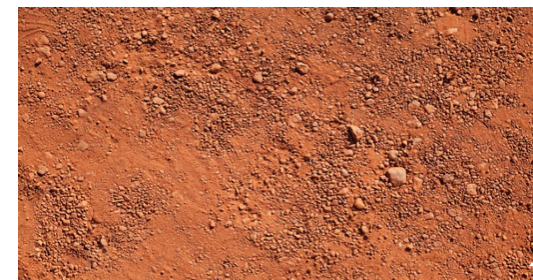
Fuente: Proyecto investigación Nelly Deleg

3. Extracción de arcillas.

Fuente: ceramicasarlanza.com

4. Bloques de arcilla.

Fuente: elcomercio.com





Descripción

Es una placa tipo sánduche compuesta por un núcleo de yeso, agua y aditivos revestidos por una lámina de papel de celulosa especial en ambas caras las cuales están formadas por varias láminas finas. Los aditivos y agregados son los que dan la aptitud a la placa para empleos específicos. Se fabrican tres tipos de placas la estándar o regular, la resistente a la humedad (RH), y la resistente al fuego (RF).

Características y propiedades del yeso cartón.

Dependiendo del tipo de yeso cartón, puede tener las siguientes características, según como han sido fabricadas, conforme las normas internacionales para placas de yeso cartón ASTM C 1396 y C36: placas resistentes al fuego, resistentes a la humedad y por su espesor la placa no es buen aislante térmico y acústico.

- Peso específico: 800 kg/m³
- Reacción al fuego: M1 (No inflamable)
- Conductividad térmica: 0'18 W/m oC
- Coeficiente de dilatación: 15 E-6 m/m oC. (Mateo Abad & Freddy Pañega, 2012).

La figura 5 determina las propiedades de la placa de yeso cartón y los requisitos para el cumplimiento según la norma ASTM C 1396, aplicado en placas de diferentes espesores.

Propiedad	Norma	Unidad	Valor
Longitud	ASTM C 1396	mm	±6
Ancho		mm	±3
Espesor z		mm	±0,4
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Resistencia a la flexión perpendicular a la longitud de la placa	ASTM C 1396	N	355 - 488
Resistencia a la flexión paralela a la longitud de la placa		N	133 - 178
Resistencia a la tracción al clavo seco		N	Min 249
PROPIEDADES FÍSICAS			
Dureza del núcleo	ASTM C 1396	N	80 - 111
Dureza del borde		N	89 - 111
Densidad		g/cm ³	0,48 - 1,53

Figura 5.

2.1.3 YESO CARTÓN

Figura 5. Normas de cumplimiento para placas de yeso estándar.

Fuente: Manual de construcción liviana y seco (Acesco et al., 2012).

Bibliografía imágenes:

1. Placas de yeso cartón.

Fuente: Abad M, Aguirre J, Peña F. 2012



Clasificación de las placas de yeso cartón.

Los diferentes tipos de placas de yeso cartón que hay, según los catálogos revisados como en el de GYPLAC, son los siguientes:

- Standard: núcleo de yeso convencional y revestimiento de cartón.
- Resistente a la humedad: cuyo núcleo de yeso tienen incorporados aditivos siliconados especiales que aumentan su resistencia a la humedad.
- Resistente al fuego: cuyo núcleo de yeso contiene fibra de vidrio, lo cual aumenta su resistencia al fuego.
- Extra resistencia: conformada por un núcleo especial de yeso que permite obtener mejor comportamiento al impacto.
- Extra resistente hidro: con las características de la placa extra resistente y la resistente a la humedad.
- "Incombustible: donde las 2 capas externas de celulosa superficial se substituyen por velos continuos de fibra de vidrio" (Abad, Aguirre & Pañega, 2012).

Dimensiones

Las placas de yeso se fabrican en diferentes espesores, con bordes rebajados y biselados. Los espesores son determinados de acuerdo a la función y desempeño de la placa. La figura 6 indica el espesor, formato, peso y uso de la placa según las normas de cumplimiento para placas de yeso estándar.

ESPESOR mm	FORMATO mm	PESO Kg/un	Usos recomendados
9,5 (3/8")	2440 x 1220 (8 pies x 4 pies)	20	Cielos rasos, cielos rasos curvos, muros curvos, revestimientos de muros.
12,7 (1/2")	2440 x 1220 (8 pies x 4 pies)	24	Cielos rasos, muros divisorios, revestimientos.
15,9 (5/8")	2440 x 1220 (8 pies x 4 pies)	32	Cielos rasos, muros divisorios, revestimientos.

Figura 6.

Figura 6. Dimensiones de la placa de yeso estándar.

Fuente: Manual de construcción liviana y seco (Acesco et al., 2012).

1. Placas de yeso cartón.

Fuente: <http://universomaterialmyp.blogspot.com>

2. Placa de yeso cartón laminado

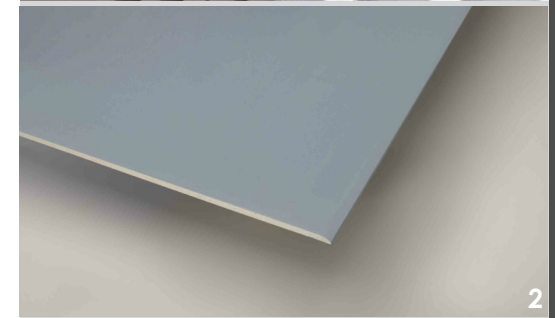
Fuente: archiproducts.com

3. Estructura para las placas de yeso cartón

Fuente: www.tecnopor.com.ar

4. Instalación placas de yeso cartón

Fuente: parana.anunciosgratis.com.ar





Material

La placa está compuesta por un núcleo de roca yeso di hidratado y aditivos que se cambian entre sí, las caras están revestidas con un papel de celulosa especial, 100% reciclado. La unión de yeso y celulosa se produce cuando el sulfato de calcio (yeso) desarrolla sus cristales dentro de las fibras de papel, surgiendo de la combinación de estos materiales las propiedades esenciales de la misma (GYPLAC, 2016).

Como en el caso de las placas de Gyplac, “están compuestas por un núcleo de yeso, agua y aditivos, revestido con papel de celulosa especial en ambas caras. El yeso utilizado debe tener gran pureza ($\geq 92\%$) que es el que da la resistencia y se obtiene una mejor adherencias entre en papel y el núcleo. El papel de revestimiento está constituido por varias capas, tiene un peso de 215 g/m² y puede ser reciclado en su totalidad” (Acesco et al., 2012, p. 39).



1



2



3



4

Bibliografía imágenes:

1. Rollo de cartón.

Fuente: www.young-package.com

2. Polvo y piedra de yeso.

Fuente: www.flickr.com/photos/razzunitos

3. Acercamiento al núcleo de yeso.

Fuente: www.decoracionesazuqueca.com

4. Papel de celulosa.

Fuente: reinhausen.com



2.1.4 FIBROCEMENTO

Descripción

Es un material formado de la mezcla de cemento con fibras minerales o vegetales y agua, en el cual, el cemento que se usa para su elaboración es Cemento Portland o Supercemento. El uso principal actual, se orienta a la construcción de cielos rasos, divisiones, entrepisos y bases para techos al aplicarlas sobre perfiles de acero o madera.

Las fibras de asbestos (amianto) utilizadas anteriormente en su fabricación desde los años sesenta se han reemplazado por otras no dañinas, debido a sus efectos nocivos para la salud, como la fibra de vidrio; y, en la actualidad, se fabrican con fibras vegetales.

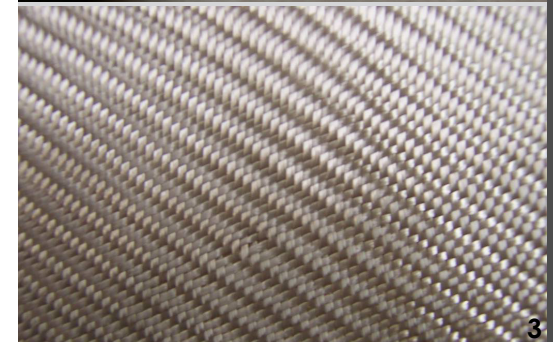
“Con el uso de fibra de vidrio surge el denominado GRC por sus siglas en ingles Glass Reinforced Concrete (Hormigón Armado con Fibra de Vidrio), en donde se une la fibra de vidrio como elemento resistente a la tracción y el hormigón como aglomerante base del elemento prefabricado” (Abad, Aguirre & Pañega, 2012, p.33).

Algunas empresas en Latinoamérica han desarrollado placas de fibrocemento elaboradas 100% sin fibras de asbesto o asbesto crisotilo, lo cual favorece al mercado, la producción, abastecimiento, principalmente a la salud y al medio ambiente.

Según la Norma Técnica Colombiana NTC 4373 “INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. PLACAS PLANAS DE FIBRO-CEMENTO”, las placas planas de fibrocemento se dividen en dos tipos:

- TIPO A: pueden estar sujetas, previo tratamiento, a la acción directa del sol y la lluvia. Estas placas se clasifican posteriormente en tres categorías de acuerdo a su módulo de rotura.
- TIPO B: no están sujetas a los ensayos tipo y se usan para aplicaciones internas y externas, donde no están sujetas a la acción directa del sol y la lluvia.

La figura 7 Indica las normas (NTC & ASTM) técnicas de cumplimiento para placas de fibrocemento.



1 Planchas de fibrocemento para cubiertas.

Fuente :<http://proactivo.com.pe/>

2. Fibra de vidrio.

Fuente: cozy.caf.org

3. Panel de GRC.

Fuente: taktl-llc.com

4. Placas de fibrocemento para pared.

Fuente: www.reformasblog.com



Propiedad	Norma	Unidad	Valor
Longitud y ancho	ASTM C 1396	mm	± 3
Espesor		mm	± 0,3
PROPIEDADES MECÁNICAS			
Resistencia a la flexión perpendicular a la longitud de la placa: •seco •saturado	NTC 4373 ASTM C1185	N/mm ²	9
			6
Resistencia a la flexión paralela a la longitud de la placa: •seco •saturado		N/mm ²	15
			10
Módulo de elasticidad perpendicular a la longitud de la placa: •seco •saturado	KN/mm ²	514	
		422	
Módulo de elasticidad paralela a la longitud de la placa: •seco •saturado	KN/mm ²	635	
		426	
Resistencia al impacto •seco •saturado	ASTM D256	KJ/m ²	1,56 2,86
Resistencia a la tracción de la fijación •seco •saturado	ASTM D1037	Kg	64,7 32
PROPIEDADES FÍSICAS			
Contenido de humedad	NTC 4373 ASTM C1185	%	8
Densidad		g/cm ³	1,25
Absorción		%	33
Conductividad térmica	ASTM C518	W/m°C	0,263
Resistencia al fuego Propagación de llamas Propagación de humos	ASTM E84		0 0

Figura 7.

Figura 7. Normas de cumplimiento para placas de fibrocemento.

Fuente: Manual de construcción liviana y seco (Acesco et al., 2012).

Características.

Propiedades especiales en la contracción, facilidad para cortar y perforar, se fabrican en piezas de forma lisa y ondulada, así como también en formas muy específicas y variadas. Otra de sus características es que es un material muy impermeable, siendo muy recomendado para la construcción de estanques.



El fibrocemento es Incombustible (M0), es buen aislante térmico y eléctrico, además es imputrescible (no se pudre). Se caracteriza por su escaso peso, homogeneidad y gran resistencia mecánica.

Densidad: 1240,0 Kg/m³

Porosidad: 35,0 %

Humedad promedio: 7,0 %

Módulo de elasticidad sentido débil Esb: 6800,0 N/mm²

Resistencia última a compresión paralela a la fibra Fcsb: 9,2 N/mm²

Resistencia última a la tracción sentido débil Ftsb: 5,5 N/mm²

Relación modular n = 29,4 Es/Esb (Mariscal, 2001)

La figura 8 muestra las propiedades de una placa de fibrocemento sin amianto.

Figura 8. Propiedades de las placas de fibrocemento sin fibras de amianto.

Fuente: (COMATEC, 2016)

DENOMINACIÓN DEL MATERIAL		CEMENTO DURO
• Soporte		cimento duro / portland cement
• Aplicación (*)		Aislante térmico
PROPIEDADES MECÁNICAS		VALORES
• Tensión de Flexión a la rotura perpendicular a la laminación (temp. 20°C)	MPa	16 a 350°C
• Resistencia a la Compresión perpendicular a las capas	MPa	49 a 350°C
• Resistencia al impacto (Charpy) paralela a las capas	KJ/m ²	2,4 a 700°C
PROPIEDADES DIELECTRICAS		VALORES
• Resistencia eléctrica en aceite a 90° C * Perpendicular a las capas (3) * Paralela a las capas	kVmm	8,4
• Resistencia al aislamiento después de sumergirlo en agua	MΩ	1
PROPIEDADES FÍSICAS		VALORES
• Densidad	g/cm ³	1,75
• Índice de temperatura	°C	500 ÷ 700
• Absorción de agua		15%
• Resistencia a la llama (categoría)		FVO
• Espesores		5 a 75 mm
• Formatos		aprox. 1210 X 910

Figura 8.



Tipos de placa de Fibrocemento.

Según sus formas más conocidas los tipos de placas son las siguientes:

- Ondulada de onda grande
- Ondulada de onda pequeña
- Ondulada curvada
- Nervada
- Autoportante
- Grecada
- Lisa (plana)

Dimensiones

Existe un dimensionamiento variado de acuerdo a la función, desempeño y diseño de los espacios a construir. El formato más común es de 125 x 250cm. Su dimensión y espesor se fabrica de acuerdo a los estándares norteamericanos (Figura 9).

ESPESOR mm	FORMATO mm	PESO Kg/un	Usos recomendados
6	2440 x 1220 (8 x pies 4 pies)	24,6	Cielos rasos clavados, revestimientos interiores, muros curvos.
8	2440 x 1220	32,8	Muros interiores, aleros, cielos rasos a junta perdida, casetas sanitarias, ductos, formaletas.
10	2440 x 1220 (8 pies x 4 pies)	42	Muros interiores y exteriores.
14	2440 x 1220 (8 pies x 4 pies)	57,40	Muros exteriores, bases para techos y entrepisos.
17	2440 x 1220 (8 pies x 4 pies)	73	Entrepisos.
20	2440 x 1220 (8 pies x 4 pies)	85,88	Entrepisos.

Figura 9.

1.3.4.1 Materiales.

Las placas están compuestas de: "un aglomerante inorgánico hidráulico (cemento Portland) o un aglomerante de silicato de calcio, reforzado con fibras de celulosa o de PVA (poliacetato de vinilo) y aditivos. Estos materiales son sometidos, en un proceso de autoclavado, a elevadas temperaturas y presiones para obtener como resultado final un producto de gran dureza y resistencia que conserva las propiedades del cemento" (Acesco et al., 2012, p. 39).

Figura 9. Dimensiones de las placas de fibrocemento

Fuente: Manual de construcción liviana en seco (Acesco et al., 2012)

Bibliografía imágenes:

1. Mortero de cemento

Fuente: www.123rf.com

2. Fibras de asbesto (amianto)

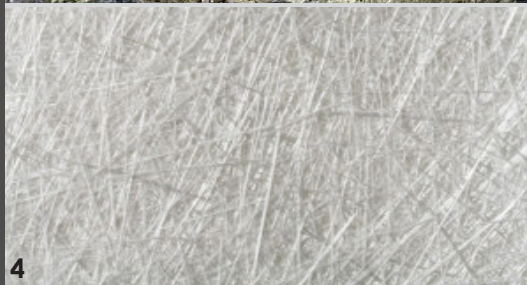
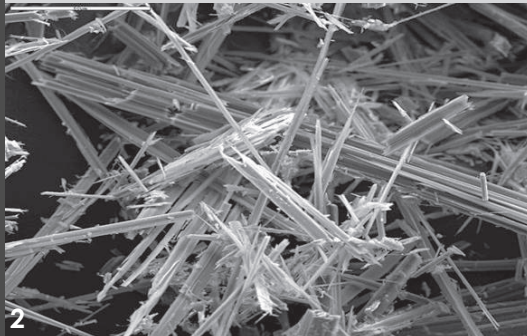
Fuente: www.facmed.unam.m

3. Asbesto Crisotilo amianto blanco

Fuente: medicablogs.diariomedico.com

4. Fibra de vidrio

Fuente: www.tenttoi.com





2.2 Análisis de la materia prima y proceso de fabricación de materiales en mampostería de construcción tradicional (bloque y ladrillo)



2.2.1 BLOQUES DE CONCRETO Y PÓMEZ

Para el análisis de la materia prima y el proceso de producción de cada material utilizado en mampostería de construcción tradicional (ladrillo y bloque), se realizó el estudio y seguimiento en las diferentes fábricas, tanto en la ciudad de Cuenca como en Azoguez, así como las distintas normas técnicas nacionales e internacionales de los materiales.

Proceso de fabricación del bloque en Cuenca y Azoguez.

Para el análisis de la materia prima y proceso de producción del bloque se toma en consideración los criterios de la Norma Técnica Colombiana 6033 y la Norma Técnica para Bloques INEN - NTE - 638, que se detallan a continuación.

Selección y almacenamiento de materiales.

La Norma Técnica para bloques INEN - NTE - 638 busca garantizar la uniformidad de la mezcla y como consecuencia la de los bloques, con proveedores que en muchos casos no consideran los impactos medio ambientales y el cumplimiento de leyes amigables con el ambiente.

No existe un control para los proveedores que demuestren compromisos con la protección del medio ambiente. Lo que hacen principalmente es garantizar el abastecimiento de la materia prima y que el material sea técnicamente de calidad, sin tomar en cuenta el proceso que tuvo la materia prima para ser utilizado en la elaboración del bloque.

Se debe considerar los agentes ambientales para la protección y almacenamiento de la materia prima:

- La ceniza volcánica es almacenada y protegida de las lluvias. En muchos casos la ceniza volcánica es dejada a la intemperie, pero tres veces al día se la rocía con agua para evitar que el material se fugue, producto del viento (imagen1-2).
- La arena es almacenada pero no necesita de protección de fenómenos ambientales como la lluvia, vientos, etc (imagen 1).
- El cemento es almacenado en pallets de madera y cubierto para evitar que el material se moje, producto de las lluvias (imagen 2).
- El agua utilizada en la elaboración de los bloques no es potable y proviene de vertientes, ríos y pozos subterráneos, traídas con bombas e incluso aguas lluvias recolectadas en tanques (imagen 3).

Bibliografía imágenes:

1. Almacenamiento de materia prima (Hormiazuary).
2. Almacenamiento de cemento (Hormiazuary).
3. Almacenamiento de cemento (Bloquera San Javier).
4. Tanques para almacenar agua lluvia y de ríos en (Bloquera San Javier).

Fuente: Autor





Dosificación de la mezcla.

Se debe considerar los materiales (cemento, arena, agua, ceniza volcánica) y herramientas (carretilla, pala, báscula) para la dosificación.

En el proceso debe contarse con una báscula para pesar adecuadamente los materiales. La medida debe hacerse correcta y uniformemente (imagen 1).

La mayoría dosifica la mezcla por volumen de manera empírica y con base en la experiencia, otros también cumplen con los parámetros que se encuentran en normativas. La mayoría de fábricas cumplen con las características mencionadas para la fabricación del bloque.

Un bloque bien dosificado debe tener las siguientes características.

- Cohesión en estado fresco para ser desmoldados y transportados sin que se deformen o dañen.
- Máxima compactación para que su absorción sea mínima.
- Resistencia esperada según uso y acabado superficial deseado.
- Acabado superficial deseado (Gamboa de León, 2005).

“La dosificación en uso será: cemento 4.4%: arena 95.6% y agua según sea necesaria” (Gamboa de León, 2005, p. 18).

Elaboración de la mezcla:

La dosificación del material se realiza en una máquina mezcladora para concreto y debe responder al siguiente proceso: primero se coloca el agregado grueso (arena), siguiente se coloca tres cuartas partes de agua, finalmente se adiciona el cemento. Para que la mezcla sea la adecuada en el proceso se adiciona agua, cemento y arena.

En la fábrica Hormiazuay la elaboración de la mezcla es de forma automatizada (imagen 1), los demás fabricantes lo hacen de manera manual (imagen 2-3).



Bibliografía imágenes:

1. Máquina dosificadora de materiales (HORMIAZUAY).
2. Proceso de mezcla de materiales (arena, ceniza volcánica) (BLOQUERA SAN JAVIER).
3. Proceso de vertimiento de agua (BLOQUERA SAN JAVIER).

Fuente: Autor



Elaboración de bloques.

Primero se revisan los estados de los moldes, estos deben estar limpios y secos, luego, por un sistema de bandas, la mezcla es transportada hacia la tolva alimentadora, consiguiente se bajan los martillos compactadores, antes de aplicar la vibración, para obtener la forma del bloque y que la mezcla se compacte.

Para la elaboración de esta mezcla no se utiliza ningún tipo de químicos ni aditivos. La maquinaria utilizada funciona con electricidad y para el mantenimiento de la misma se utiliza grasa y aceite hidráulico.

Los residuos generados en la elaboración del bloque de pómez y de concreto son reutilizados como materia prima en la producción del material.

La cantidad de producción mensual de los bloques por fábrica es:

- HORMIAZUAY: 120.000 u
- SAN JAVIER: 40.000 u
- IMPORTADORA BRAVO: 16.000 u

Fraguado de los bloques

“Los bloques recién fabricados deben permanecer quietos en un lugar que les garantice protección del sol y del viento, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse. Las tablas deben colocarse en el piso o estanterías y dejarse fraguar hasta que lleguen a una resistencia suficiente para ser manipulados (entre 12 y 24 horas)” (Gamboa de León, 2005, p. 19).

El proceso de fraguado en las fábricas del medio no toman en consideración la protección del sol y del viento, contrariamente a este criterio, los bloques se fraguan a la intemperie.

Hormiazuay realiza el proceso de fraguado en cámaras cerradas, protegiendo al bloque de pómez y concreto de los factores climáticos.

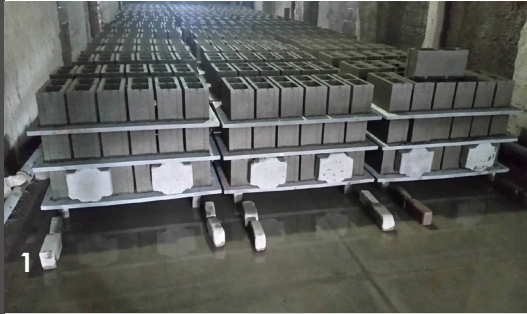


1. Máquina prensadora - vibradora de bloques (Hormiazuay).

2. Máquina prensadora - vibradora (Bloquera San Javier).

3. Fraguado de bloque (Bloquera San Javier).

Fuente: Autor



1

Curado de los bloques.

“El curado consiste en mantener los bloques, durante los primeros siete días por lo menos, en condiciones de humedad y temperatura de 17 grados centígrados; necesarios para que se desarrolle la resistencia y otras propiedades deseadas. Una manera de curarlos es rociarlos con manguera (preferiblemente con atomizador) de manera que no se sequen en ningún momento” (Gamboa de León, 2005, p. 19).

“Otra forma de curarlos es recubrirlos con brines o mantas de algodón mojadas permanentemente, o con láminas de plástico que formen un ambiente hermético que evite la pérdida de humedad por evaporación. La cobertura con plásticos negros y exposición al sol acelera el desarrollo de resistencia siempre que los bloques se mantengan húmedos” (Gamboa de León, 2005, p. 19).

De acuerdo a las visitas a las fábricas, algunos de los productores de bloque si cumplen con las especificaciones para curado del material. Otra técnica que se observa es la de curarlos en cuartos cerrados o cámaras de vapor (Imagen2). Otros productores no toman en cuenta estas consideraciones, fraguan y curan los bloques a la intemperie. No existe ningún tipo de refrigeración y calefacción para el curado y fraguado, ya que el secado es al aire libre.

Empaque y embalaje.

Según las visitas realizadas a las fábricas, los bloques generalmente no son empacados, pero se pudo observar que, para la facilidad de su transportación algunos fabricantes los empacan utilizando como base pallets de madera, las mismas que son recicladas y envueltas en funda plástica en grupos de 80 unidades.(imagen 1)

Transporte.

La materia prima es transportada por choferes que no tienen ninguna relación con las fábricas, mucho menos con los proveedores del material; y, para la comercialización del producto (bloque), el transporte está dado por terceros.



2

Bibliografía imágenes:

1. Cámara de curado de bloques (Bloquera San Javier).

2. Empaque y embalaje de bloques (Hormiazuy).

Fuente: Autor



2 . 2 . 2 L A D R I L L O

Proceso de fabricación del ladrillo en Racar y Susudel.

Para el análisis de la materia prima y proceso de producción del ladrillo, se toman en consideración algunos criterios de la Norma Técnica Colombiana 6033 y la Norma INEN para ladrillos 0293 - 0297, misma que se detalla a continuación.

Selección y almacenamiento de materiales.

Los proveedores de materiales son de la localidad, donde se produce el material, pero también existen de lugares fuera de la zona y distantes a la ladrillera, que garantizan la entrega del material, como por ejemplo: Sinincay, Balzay, Tixán y Susudel.

En muchos casos se considera medianamente o ninguno el cumplimiento de leyes ambientales y no se da prioridad a los proveedores que demuestren compromisos con la protección del medio ambiente. Otros si tienen consideración ambiental, ya que los municipios han impuesto ciertas exigencias ambientales para la explotación de la materia prima.

Almacenamiento de materia prima.

- La arcilla es almacenada a la intemperie sin protección de los factores climáticos (imagen 1). Se debería rociar con agua la materia prima para evitar que las partículas contaminen el ambiente.

Dosificación de la mezcla.

“La dosificación en la ladrillera de Susudel referida a los dos tipos de arcilla, la negra y lastre, se la hace en un 66.67% de negra y lastre un 33.33%, es decir en una proporción de 2 a 1” (Deleg, 2010, p. 28).

Generalmente en las ladrilleras las dosificaciones de la materia prima son hechas por el productor al tanteo y con base en la experiencia, quien trata de buscar la mezcla adecuada para obtener una producción apropiada. No se aplica ninguna norma técnica para la fabricación del ladrillo.



1. Almacenamiento arcilla Racar

2. Almacenamiento arcilla Susudel

Fuente: Proyecto investigación Nelly Deleg

3. Máquina dosificadora y transportadora de arcilla.

4. Arcilla triturada.

Fuente: Autor



Elaboración de la mezcla:

Se utiliza una máquina transportadora para la arcilla la misma que es llevada a la máquina mezcladora donde se dosifica la materia prima con la siguiente secuencia (imagen 1): colocar la arcilla en la máquina transportadora hasta que alcance su grado de finura, luego la arcilla triturada es llevada a la máquina mezcladora donde se dosifica la arcilla y el agua a utilizar, luego el material mezclado pasa a ser moldeado y cortado.

Elaboración de ladrillos:

Primero se prepara las gavetas donde van a ser secados los ladrillos, se revisa que esté en buen estado y limpios. Luego se coloca el molde según el tipo de ladrillo en la alimentadora, la cual se llena.

Se aplica la compresión a la mezcla para que el ladrillo tenga forma y resistencia, la cual sale en barra continua y es cortada según la dimensión del ladrillo. Luego es llevado a mano hacia las gavetas de secado (imagen 2-3).

Para la elaboración de la mezcla no se utiliza ningún tipo de químicos ni aditivos. La maquinaria utilizada funciona con electricidad y, para el mantenimiento de la misma, se utiliza grasa y aceite hidráulico.

Según las visitas a las fábricas de ladrillo se observó que el agua utilizada en la elaboración de los ladrillos no es potable y proviene de vertientes, agua entubada e incluso aguas lluvias recolectadas en tanques.

Los residuos generados en la elaboración son reutilizados como materia prima en la producción del material.

La cantidad de producción mensual de los bloques por fábrica es:

- Manuel Sinchi: 60.000u
- Antonio Chiqui: 24.000u
- Susudel: 10.000u

Bibliografía imágenes:

1. Máquina dosificadora y transportadora
2. Máquina mezcladora
3. Cortado de bloque

Fuente: Autor



Secado de los bloques de ladrillo.

Los ladrillos recién fabricados son secados al aire libre (imagen2), esto hace que esta actividad se vea limitada por las condiciones climáticas, con la finalidad de que puedan secarse sin deformaciones. Las gavetas deben estar estáticas en el piso o estanterías y dejarse secar hasta que lleguen a una resistencia suficiente para ser manipuladas (entre 12 y 24 horas).

Cocción u horneado:

Después del secado, los ladrillos se colocan de manera uniforme en hornos. El tipo de horno para la quema de ladrillos es un “Horno de bóveda con tiro invertido”, el cual tiene un gran rendimiento energético debido a que en su interior se acumulan gases calientes, permitiendo que los ladrillos sigan con el proceso de cocción de mejor manera. Para este proceso se utiliza leña de eucalipto (imagen1).

El proceso de cocción es de 24 horas a una temperatura entre los 800°C-1000°C, luego de la cocción el material está listo para ser comercializado. Al momento de la cocción del ladrillo se produce monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y material particulado, provocando daños a la capa de ozono y el medio ambiente.

Empaque y embalaje:

Según las visitas a las fábricas se pudo observar que, para facilidad de transportación, algunos fabricantes empaacan los ladrillos utilizando como base pallets de madera, las mismas que son recicladas en grupos de 240 unidades (imagen3).

Transporte.

La materia prima es transportada por choferes que no tienen ninguna relación con las fábricas, mucho menos con los proveedores del material. Para la comercialización del producto (ladrillo), el transporte está dado por terceros.



1- Horno ladrillera racar
2. Secado de ladrillo Racar
3. Empaque de ladrillo

Fuente: Autor



2.3 Proceso de fabricación y evaluación de materiales en mampostería prefabricada (Tabiquería con yeso cartón y fibrocemento)



2.3.1 YESO CARTÓN

El estudio del proceso de fabricación de los materiales para tabiquería se realizó mediante la investigación en diferentes artículos, páginas web y publicaciones de los principales proveedores y con relación al cumplimiento de las normas técnicas internacionales (ASTM C1396 - ASTM C1185 -ASTM D256 - ASTM D1037- ASTM C518-ASTM E84), debido a que estos materiales no se fabrican en la ciudad de Cuenca; la procedencia de productos para tabiquería es proveniente principalmente de Colombia y Chile.

Proceso de fabricación de las placas de yeso cartón.- Al obtener la materia prima principalmente el yeso de las minas naturales que es una roca sedimentaria de origen evaporítico compuesto por sulfato de calcio di hidratado ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$), en condiciones óptimas se procede a lo siguiente:

Calcinación y molienda. – El yeso es transportado por una correa de alta pendiente, luego descargado por un alimentador a cadena hacia el molino calcinador para obtener yeso calcinado de alta calidad. Una vez calcinado, el yeso es conducido a un enfriador de tabor para enfriar el material molido y calcinado con aire a temperatura ambiente.

Posteriormente el material es transportado hacia un silo de acopio de yeso estuco. Todas estas etapas se encuentran debidamente encapsuladas y sin fugas para evitar que el material contamine el ambiente y la única emisión que haya se el vapor del yeso en su etapa de calcinación. “El proceso involucrado en esta etapa utiliza Gas Natural Licuado (GNL). Con este combustible se genera el calor necesario para transformar el yeso ($\text{CaSO}_4+2\text{H}_2\text{O}$) en estuco ($\text{CaSO}_4+1/2\text{H}_2\text{O}$) y se obtiene por tanto yeso Emi hidratado por la liberación de $1\frac{1}{2}$ partícula de agua, con una finura inferior a malla 100 Tyler. Las emisiones de polvo generadas en el proceso y los gases de combustión son tratados en el colector de polvo, que deja un residuo de polvo menor a 20 mg/m^3 ” (Novo Chile, 2016)

Preparación de la pasta del núcleo.- Se la obtiene en una mezcladora donde, de forma controlada, se junta el estuco, agua, aditivos, y espumantes. Los aditivos funcionan como dispersante, acelerante y retardante. Una vez comprobado que la pasta tiene una consistencia espesa, la misma es transportada para darle forma de plancha.

Formación de las planchas de yeso - cartón.- El papel es llevado a la estación de formado de planchas donde se tensa para que la pasta

Proceso de producción de las placas de yeso cartón.

Fuente: <http://novochile.cl/nuestra-empresa/proceso-productivo>

Bibliografía imágenes:

1. Molino y calcinador industrial

Fuente: yataiyongcheng.en.made-in-china.

2. Rollo de cartón

Fuente: www.young-package.com

3. Cintas transportadoras

Fuente: <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es>

4. Volteado de las placas de yeso cartón

Fuente: <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es>





sea esparcida hasta que cubra todo el papel inferior, luego se coloca el papel superior a modo de sánduche, posteriormente se le da el espesor y ancho mediante presión, quedando sellado por completo para ser transportadas por medio de una cinta para su fraguado y cortado.

Cortes de las planchas.- Durante el transporte hacia el lugar de corte, el estuco comienza a hidratarse y, una vez que el fraguado está casi terminado hasta convertirse en yeso, nuevamente las placas son cortadas de manera controlada electrónicamente según las dimensiones requeridas. Una vez cortadas las láminas se las reubica en doble fila para el proceso de secado.

Secado.- Las placas ya formadas y dimensionadas contienen exceso de agua, por lo que se procede a evaporarla en un secador, en la actualidad se cuenta con un sistema "multideck" con el cual se obtiene un menor consumo de combustible y una reducción en las emisiones al medio ambiente.

Terminación.- Con las planchas ya secas se llevan a ordenarlas de a pares en la cortadora de bordes, para que sean rectificadas dándoles su cuadratura final. El polvo, producto del rectificado y cortado de la placa, se recolecta para reutilizarlo en la fabricación de la placa y así tener el lugar de trabajo libre de partículas volátiles. Las placas son apiladas sobre un pallet hasta llegar al número necesario para que una grúa pueda transportarlo hacia la bodega del producto terminado.

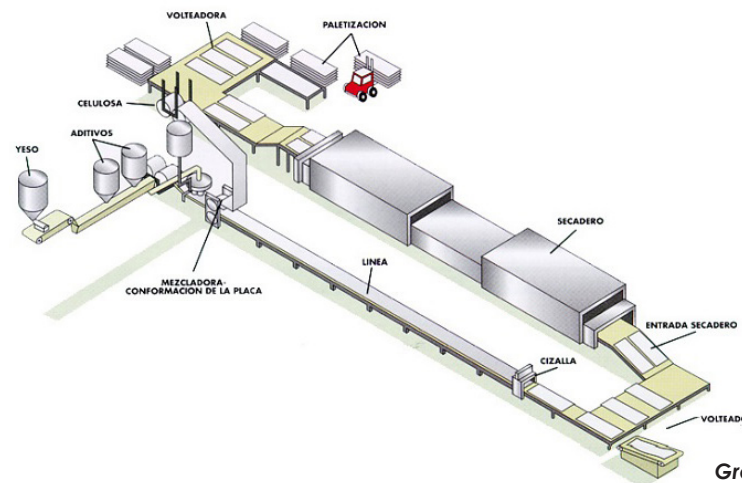


Gráfico 1

Gráfico1. Esquema del proceso de producción de las placas de yeso cartón.

Fuente: <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/>

Bibliografía imágenes:

1. Estación de mezclado y formación.

Fuente: novochile.cl/nuestra-empresa/proceso-productivo/

2. Salida en banda transportadora de las placas de yeso cartón.

Fuente: arqa.com

3. Empaque y embalaje de las placas de yeso cartón.

Fuente: arqa.com

4. Secados de las planchas de yeso cartón

Fuente: <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es>



2.3.2 FIBROCEMENTO

Proceso de fabricación de las placas de fibrocemento.

Para la producción del material se empleaba el asbesto (amianto), como fibra de refuerzo, sin embargo, por el efecto nocivo que puede provocar en las personas desde el año 2002, se prohibió la comercialización del material con fibras de amianto.

Preparación del material.- Esto incluye la preparación del material con molinos de arena, silos de lodo de arena, así como abridores y refinadores para celulosa.

Dosificación y mezcla / producción de placas.- Se lo realiza de manera informatizada. Se realiza la mezcla y la dosificación y se tiene una mezcla diluida. Posteriormente se forman capas delgadas hasta que se alcance el grosor preestablecido, para que se pueda cortar en las dimensiones requeridas de manera automática.

Control del grosor.- Con sistemas automáticos se controla el grosor, para evitar excesos e insuficiencias de grosor en la placa, con el fin ahorrar material y reducir desechos, optimizando el rendimiento de la planta.

Corte.- El corte se lo realiza de diferentes maneras, ya que cuentan con varias máquinas de corte como: prensas de corte y punzonado, cuchilla de corte de guillotina, cortador por chorro de agua y cortador de cuchilla circular.

Prensado.- El prensado mejora la densidad y la calidad de las placas, ya sean placas simples, onduladas o estampados para tejados, debido a que son sometidas a una alta compresión. El material mezclado es llevado a una máquina laminadora, la misma que tiene la sección de tamizado, aspiración y prensado, teniendo así una chapa de cemento fresco, el cual es colocado sobre unas mesas de madera para que posteriormente se lleve a las máquinas de prensado y así se elimina un 20 a 30% de agua.

Autoclave / curado.- Se realiza el curado al vapor, que es también de una importancia central en las plantas de bloques y paneles de concreto celular curado en autoclave.

“El sistema automático de autoclave permite controlar el complejo proceso químico en la autoclave. El proceso de curado de las planchas

Proceso de producción de las placas de fibrocemento.

<http://www.arkigrafico.com/que-es-el-fibroceso/#o>

Imágenes (1-3) del proceso automatizado en la fabricación de placas de fibrocemento.

1. Planta de fibrocemento Wehrhahn.

Fuente: wehrhahn.de/en/aac

2. Corte de las placas de fibrocemento.

Fuente: wehrhahn.de/en/aac

3. Apilamiento de las placas de fibrocemento

Fuente: wehrhahn.de/en/aac





se lo realiza en cámaras cerradas mediante vapor de agua a presión (proceso autoclave) durante 2 o 3 días. También se puede usar un proceso de secado al aire libre" (Arkigrafico, 2016).

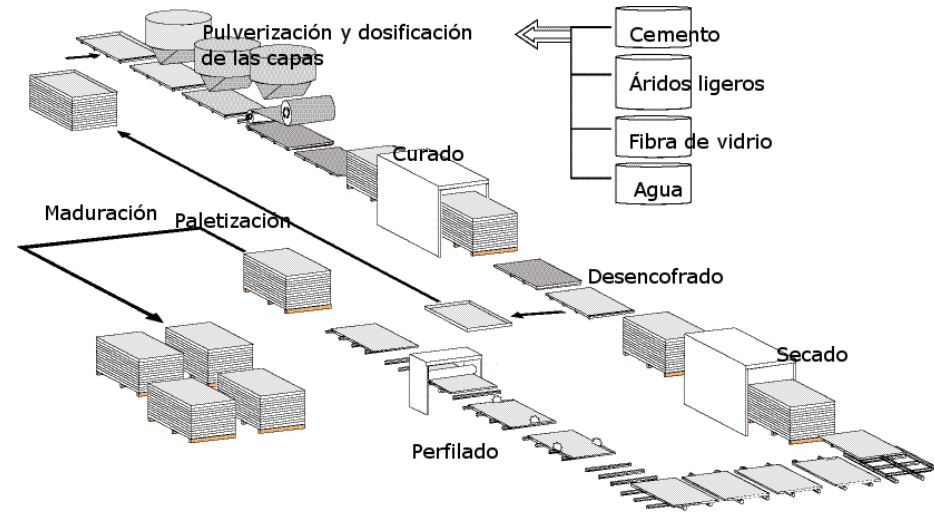


Gráfico 2

Gráfico 2. Esquema del proceso de producción de las placas de fibrocemento.

Fuente: fermacell.es



Bibliografía imágenes:

Imágenes (1-4) del proceso manual en la fabricación de placas de fibrocemento.

1. Preparación de molde a mano para placas de fibrocemento.

Fuente: amarillasinternet.com

2. Colocación de una capa de fibra de vidrio.

Fuente: amarillasinternet.com

3. Esparcimiento de la mezcla.

Fuente: amarillasinternet.com

4. Estación de mezclado y formación.

Fuente: youtube.com



2.3.3 Evaluación de los materiales prefabricados (placas de yeso cartón y fibrocemento).

Los materiales evaluados son los que se comercializan en los grandes proveedores del material (Sicon, Construgypsum y la Ferretería Continental). En las cuales se observó que comercializaban productos importados salvo el caso de la Ferretería Continental que distribuye fibrocemento de la empresa ecuatoriana ETERNIT.

Se pudo verificar que, los materiales que se comercializan en estos lugares, cuentan con certificaciones ambientales para la materia prima y el proceso de producción.

La empresa Sicon provee de materiales como placas de yeso cartón de la fábrica Mexicana USG cuyos productos aportan puntos en la certificación LEED, ya que cuentan con un gran porcentaje de material reciclado para su producción y resultan ser óptimos para el ahorro de energía, acusticidad y reflexión de luz, así como de planchas de fibrocemento SUPERBOARD que cuentan con un sello de calidad ambiental.

En conclusión, las placas de yeso cartón y fibrocemento ya cuentan con un sello o certificación ambiental que declara que el producto es amigable con el medio ambiente. Las placas que se comercializan en la ciudad de Cuenca, cuentan con las siguientes certificaciones ambientales.

2.3.4 Descripción de las certificaciones ambientales para placas de yeso cartón y fibrocemento



"Eternit - Skinco - Sicon han certificado todos sus procesos bajo los lineamientos de la norma NTC ISO 9001/2008 en la fabricación y comercialización de placas onduladas, placas planas, productos moldeados, productos pintados de fibrocemento y productos plásticos rotomoldeados" (Colombit, 2015).8

1. Sello ISO 9001

Fuente: www.ingeniopichichi.com



2

“Eternit y Skinco obtuvieron la certificación bajo la norma NTC ISO 14001, demostrando así su liderazgo en el desarrollo de tecnologías amables con el medio ambiente en beneficio de la calidad de vida de sus funcionarios y de la comunidad que los rodea” (Colombit, 2015).



3

“Eternit y Skinco obtuvieron la certificación bajo la norma NTC OHSAS 18001 para dejar cubiertos los procesos de gestión de seguridad y salud ocupacional” (Colombit, 2015).

La Figura 1, muestra los diferentes tipos de placas, la fábrica que produce, la importadora en la ciudad de Cuenca y las certificaciones

Figura 1. Placas de yeso cartón y fibrocemento con certificación.

Fuente: www.ingeniopichichi.com

PLACAS DE YESO CARTÓN Y FIBROCEMENTO					
Producto	Nombre de la placa	Fábrica	Importadora	Tipo de certificación	Normas para fabricación
Placas de yeso cartón	SHEETOCK	USG	sicon	LEED	ASTM C 1396 -C 36
Placas de yeso cartón	Eterplac	Eternit	Ferretería Continental	ISO 9001 -ISO 14001 - OHSAS 18001	ASTM C 1396 -C 36
Placas de yeso cartón	WAB	Skinco colombit	Ferretería Continental	Underwriters Laboratories UL - ISO 9001 -ISO 14001 - OHSAS 18001	ASTM C 1396 -C 36
Placas de yeso cartón	GYPLAC	ETEX	Construgypsum	LEED	ASTM C 1396 -C 36
Placas de Fibrocemento	SUPERBOARD	Skinco colombit	Ferretería Continental	Underwriters Laboratories UL - ISO 9001 -ISO 14001 - OHSAS 18001	ASTM C 1396 -C 36
Placas de Fibrocemento	ETERBOARD	Eternit	Ferretería Continental	ISO 9001 -ISO 14001 - OHSAS 18001	ASTM C 1396 -C 36

Figura 1.

Bibliografía imágenes:

2. Sello ISO 14001

Fuente: www.lrq.es/certificaciones/iso-14001-medioambiente

3. Sello OHSAS 18001

Fuente: www.abprocol.com



Al analizar el proceso productivo de los materiales se verifica que todos los criterios ambientales establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 pueden ser aplicados a las fábricas productoras de materiales para mampostería (bloque y ladrillo) en la ciudad de Cuenca.

Al observar el proceso productivo, se puede decir que la norma NTC 6033 es solo aplicable para el ladrillo y bloque y materiales con procesos productivos similares; esta norma no aplica a otros materiales como: adobe, pinturas, vidrios, etc. Debido a que se tomarán en cuenta diferentes criterios y requisitos ambientales para su fabricación.

Al evaluar los materiales prefabricados se verifica que los materiales comercializados en la ciudad de Cuenca ya cuentan con sellos verdes que garantizan la reducción del impacto ambiental y no son perjudiciales para la salud durante su vida útil.

Mientras el número de producción de los fabricantes es mayor que los otros, su infraestructura es más grande y completa, en cuanto a maquinaria y tecnología, de este modo cumplen, en mayor medida, los criterios ambientales establecidos en la NTC 6033.

CONCLUSIÓN



2.4 Análisis y evaluación de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 para los materiales de mampostería tradicional (ladrillo y bloque)



Para medir el impacto ambiental que ocasionan los materiales se utiliza como herramienta, la Norma Técnica Colombiana NTC 6033, ya que, el propósito general de esta norma es promover la oferta y demanda de productos y servicios, que, causen y garanticen el menor impacto en el ambiente, esto quiere decir que, mientras mayor sea el cumplimiento de criterios y requisitos ambientales establecidos en la norma, menor va a ser el impacto ocasionado por el material obtenido.

Es necesario jerarquizar y ponderar todos los criterios y sub-criterios de la Norma NTC 6033 para determinar en porcentaje y valores numéricos el impacto ambiental.

Para priorizar los criterios de la Norma Técnica Colombiana 6033, se procedió a realizar una encuesta (Matriz de comparación pareada) basada en el Proceso de Análisis Jerárquico, a un número selecto de profesionales, (Anexos - C), clasificados en los siguientes grupos: Grupo 1 (G1) 10 Arquitectos que cuentan con el conocimiento en el campo de la arquitectura sustentable, Grupo 2 (G2) 10 Arquitectos, Grupo 3 (G3) 10 Ingenieros Industriales con conocimientos en las áreas de fabricación y comercialización de productos y Grupo 4 (G4) 10 Ingenieros Ambientales; ponderando cada criterio y sub-criterio de la norma, según su juicio. El número total de encuestados son 40.

Se ha escogido al grupo de profesionales después de haber analizado la Norma Técnica Colombiana NTC 6033, debido a que cuentan con criterios en donde deberían intervenir varios profesionales por el conocimiento que tienen en las diferentes áreas. El Grupo 1 (G1) fue selecto ya que son expertos en los temas de arquitectura sustentable y arquitectura bioclimática. El Grupo 2 (G2) Arquitectos vinculados en proyectos de investigación de la universidad de Cuenca en Construcción Arquitectónica y Eficiencia Energética. El Grupo 3 (G3) Ingenieros Industriales debido a que están asociados a la producción y comercialización de materiales. El grupo 4 (G4) Ingenieros Ambientales, porque son expertos en el tema de gestión ambiental y el impacto que ocasionan los materiales.

El número de encuestados: cuarenta (40), se determinó con base al artículo científico revisado "Best Practice Criteria for Sustainable Maintenance Management of Heritage Buildings in Malaysia" (Mahmoud Sodangi, Mohd Faris Khamdi, Arazi Idrus, Dabo B. Hammad, Abdullahi AhmedUmar, 2013) el cual determina que treinta (30), es el número



mínimo aceptable para el número de encuestas del Proceso de Análisis Jerárquico.

Se han identificado varios criterios y sub-criterios que serán considerados para la evaluación de la NTC 6033, tomada para la obtención de una Etiqueta Ambiental Tipo I, a los materiales de mampostería. Para obtener los pesos de cada criterio y sub-criterio, se utiliza la metodología del Proceso de Análisis Jerárquico PAJ, descritos en la Tesis *"DESARROLLO DE UN PLAN MODELO DE MANTENIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y MECÁNICOS DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN LA CIUDAD DE CUENCA"* (Viscaíno Cuzco, 2016).

El Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ), es una herramienta universal utilizada en investigaciones, tesis, artículos científicos, etc, para evaluar y ponderar los criterios mediante la sucesión de matrices y ecuaciones matemáticas.

El objetivo por el cual se aplicará el método Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ), es priorizar los criterios y sub-criterios de la NTC 6033, a través de la determinación de pesos. En la determinación del criterio padre de la NTC 6033 se tomará en cuenta los principales criterios ambientales citados en la norma.

Los criterios principales contienen sub-criterios, que de la misma manera se valora y se pondera mediante el PAJ. En esta etapa se establecerá una jerarquía entre los criterios y sub-criterios evaluados que se representan en el organigrama de la Figura 1. Los criterios a jerarquizar están compuestos de nueve (9) criterios principales y treinta y nueve sub-criterios (39).

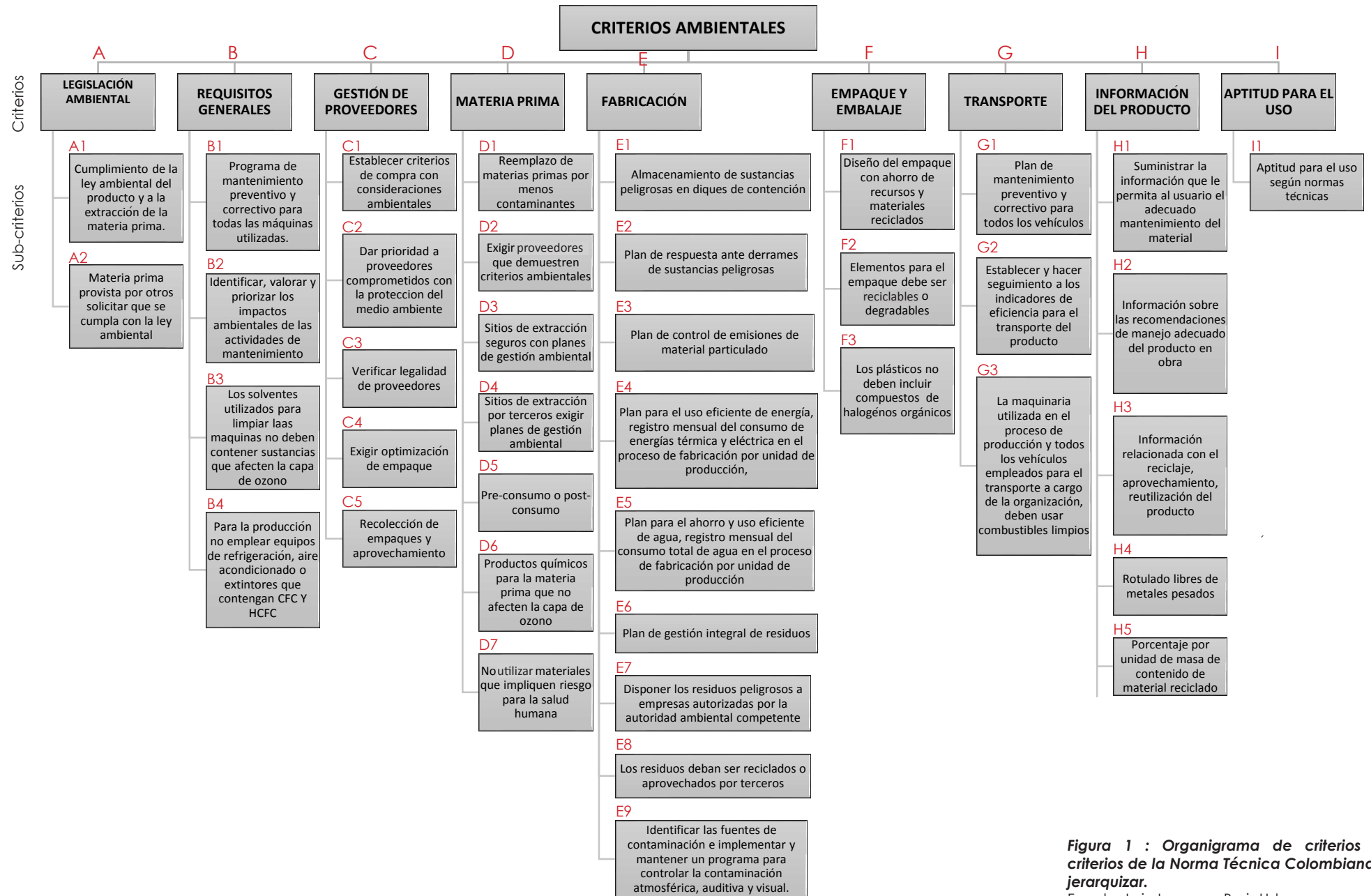


Figura 1 : Organigrama de criterios y sub-criterios de la Norma Técnica Colombiana 6033 a jerarquizar.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



2.4.1 Metodología.

La encuesta se fundamenta en la metodología PAJ, aplicada para jerarquizar los criterios de la NTC 6033, busca que el profesional encuestado asigne, según su juicio y en función de su conocimiento, una valoración a los elementos evaluados (criterios y sub-criterios).

Se han formado bloques de comparación de pares, combinando uno con otro sin repetirlos. Para la recolección de datos se realizan encuestas que corresponden al tipo de elección forzosa mediante la comparación de criterios. La estructura jerárquica que se ha establecido para este estudio, reflejados en una encuesta, está compuesto por nueve criterios y cuarenta sub-criterios.

Para determinar los pesos de la NTC 6033, se procede en tres etapas:

1. Descripción de los criterios y sub - criterios de la NTC 6033. Ver la descripción de los criterios en Anexos-C.
2. Tabla-encuesta para la determinación de los valores según la comparación entre criterios y sub-criterios (figura 2 y 3).
3. Determinación de pesos según las respuestas de los decidores.

Las tablas de las encuestas (matriz de comparación pareada), que se muestran a continuación, son un ejemplo de cómo se procedió para la ponderación y jerarquización de la NTC6033. Se compara, según el juicio y conocimiento de los decidores, los criterios principales y sub-criterios con la siguiente valoración:

- 1 = Igual
- 2 = Intermedio entre igual y moderada.
- 3 = Moderada
- 4 = Intermedio entre moderada y fuerte
- 5 = Fuerte
- 6 = Intermedio entre fuerte y muy fuerte.
- 7 = Muy Fuerte
- 8 = Intermedio entre muy fuerte y exagerada.
- 9= Exagerada

Nota: La encuesta realizada se encuentra en el Anexo-C.



Figura 2. Encuesta de los Criterios Principales, para la jerarquización de la NTC-6033, Resultados del ARQ1 correspondientes al primer grupo de encuestados G1.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

La encuesta es una matriz de comparación pareada.

Para responder la encuesta se procede de la siguiente manera:

Si se considera que el criterio de lado izquierdo es más importante que el criterio de lado derecho se marcará con una X de acuerdo a la valoración y su nivel de importancia en lado izquierdo y viceversa, en el caso que se consideren de igual importancia se coloca una X en la mitad por ejemplo:

1. Comparando el criterio **A** con los demás criterios principales el decidor ha determinado que: LEGISLACIÓN AMBIENTAL **A** vs REQUISITOS GENERALES **B**, el criterio **A** es el más importante y se da una valoración de 5 correspondiente a Fuerte, marcando con una X el casillero de la izquierda.
2. Comparando el criterio **B** con los demás criterios principales el decidor ha determinado que: REQUISITOS GENERALES **B** vs GESTIÓN DE PROVEEDORES **C**, los dos criterios son iguales por lo tanto se da una valoración de 1 marcando con una X en la mitad.
3. Comparando el criterio **F** con los demás criterios principales el decidor ha determinado que: EMPAQUE Y EMBALAJE **F** vs APTITUD PARA EL USO **I**, el criterio **I** es el más importante, marcando con una X el casillero de la derecha con una valoración de 3 Moderada.

La encuesta de los sub-criterios se realiza de la misma manera, comparando: sub-criterio vs sub-criterio. (ANEXOS-C)

CRITERIOS AMBIENTALES PRINCIPALES		MATRÍZ DE COMPARACIÓN PAREADA DE CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERÍA															CRITERIOS AMBIENTALES PRINCIPALES	
		IMPORTANCIA					Igual	IMPORTANCIA										
		Extrema	Muy fuerte	Fuerte	Moderada			Moderada	Fuerte	Muy fuerte	Extrema							
9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
A. LEGISLACIÓN AMBIENTAL				X														B. REQUISITOS GENERALES
							X											C. GESTIÓN DE PROVEEDORES
					X													D. MATERIA PRIMA
						X												E. FABRICACIÓN
								X										F. EMPAQUE Y EMBALAJE
									X									G. TRANSPORTE
										X								H. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO
											X							I. APTITUD PARA EL USO
												X						C. GESTIÓN DE PROVEEDORES
B. REQUISITOS GENERALES				X														D. MATERIA PRIMA
								X										E. FABRICACIÓN
									X									F. EMPAQUE Y EMBALAJE
										X								G. TRANSPORTE
											X							H. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO
C. GESTIÓN DE PROVEEDORES									X									I. APTITUD PARA EL USO
										X								D. MATERIA PRIMA
											X							E. FABRICACIÓN
												X						F. EMPAQUE Y EMBALAJE
D. MATERIA PRIMA												X						G. TRANSPORTE
													X					H. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO
														X				I. APTITUD PARA EL USO
																X		F. EMPAQUE Y EMBALAJE
E. FABRICACIÓN																		G. TRANSPORTE
																		H. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO
																		I. APTITUD PARA EL USO
F. EMPAQUE Y EMBALAJE																		G. TRANSPORTE
																		H. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO
																		I. APTITUD PARA EL USO
G. TRANSPORTE																		H. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO
																		I. APTITUD PARA EL USO
H. INFORMACIÓN DEL PRODUCTO																		I. APTITUD PARA EL USO
																		I. APTITUD PARA EL USO

Figura 2.



2.4.2 Determinación de pesos establecidos de los criterios.

Después de la obtención de las valoraciones por parte de los especialistas, para determinar los pesos de los criterios según el proceso de análisis jerárquico, se cumplen las siguientes etapas:

Formación de matrices de comparación pareada.

Se construye la matriz de comparación pareada con base en las respuestas de cada encuestado, primero se realiza la matriz de los criterios, consiguiente se forma las matrices de los sub-criterios. Las matrices de todos los encuestados pueden ser revisadas en Anexos C, y corresponde a una matriz cuadrada de rango nueve, conforme al número de criterios.

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA									
ARQ 1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1.00	5.00	2.00	5.00	5.00	1.00	1.00	3.00	3.00
B	0.20	1.00	1.00	0.20	1.00	2.00	1.00	1.00	0.50
C	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
D	0.20	5.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
E	0.20	1.00	1.00	0.50	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00
F	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	2.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	0.33
H	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
I	0.33	2.00	1.00	1.00	0.50	1.00	3.00	1.00	1.00

Figura 3.

Figura 3. Ejemplo de matriz de comparación pareada del grupo ARQ1 (G1) de los criterios principales.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según el Saanthy¹, la matriz debe cumplir con las siguientes propiedades, las mismas que se emplean para la construcción de la matriz:

- **Propiedad de Reciprocidad:** el decidor define que un criterio es más importante que el otro y debía elegir un valor. Por ejemplo en la figura 5, se ha comparado el criterio "A" con el criterio "E" y el decidor ha respondido según su criterio que éstos no son iguales; entre los dos, el más importante es A y le ha asignado un valor de importancia correspondiente a cinco. "Según la propiedad de reciprocidad, si $a_{ij} = x$, entonces $a_{ji} = 1/x$, donde $1/9 \leq x \leq 9$. El mismo concepto es aplicado en las comparaciones de todos los criterios" (Viscaino Cuzco, 2016, p. 50).

1. Saanthy. Herramienta basada en matemáticas y psicología, desarrollada por Thomas L. Saaty

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_Análisis_Jerárquico



Figura 4. Propiedad de reciprocidad en la matriz de comparación pareada.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

ARQ1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	5	2	5	5	1	1	3	3
B	1/5	1	1	1/5	1	2	1	1	1/2
C	1/2	1	1	1	1	2	1	1	1
D	1/5	5	1	1	2	2	2	1	1
E	1/5	1	1	1/2	1	2	2	1	2
F	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1	2	1	1
G	1	1	1	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/3
H	1/3	1	1	1	1	1	2	1	1
I	1/3	2	1	1	1/2	1	3	1	1

Figura 4.

- Propiedad de Homogeneidad:** El decidor define que los dos criterios son iguales, por lo tanto se asigna el valor de 1. Por ejemplo, en la matriz de la figura 5, la persona encuestada ha establecido según su juicio que al comparar los criterios "A" y "F", éstos son iguales, la matriz de comparación se colocará el valor de uno en las celdas en las que se comparan estos dos Criterios. (Viscaíno Cuzco, 2016)

Figura 5. Propiedad de homogeneidad en la matriz de comparación pareada.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

ARQ1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	5	2	5	5	1	1	3	3
B	1/5	1	1	1/5	1	2	1	1	1/2
C	1/2	1	1	1	1	2	1	1	1
D	1/5	5	1	1	2	2	2	1	1
E	1/5	1	1	1/2	1	2	2	1	2
F	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1	2	1	1
G	1	1	1	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/3
H	1/3	1	1	1	1	1	2	1	1
I	1/3	2	1	1	1/2	1	3	1	1

Figura 5.

- Propiedad de Consistencia:** "Este índice permite determinar las inconsistencias en las comparaciones realizadas por el decidor, en el caso de existir las. El grado de consistencia se determina a través del cálculo del Ratio de Consistencia (RC) y tiene que ser menor al diez por ciento (10%), para que sea considerado como una "Consistencia Razonable". (Viscaíno Cuzco, 2016, p. 51). De acuerdo a las encuestas realizadas a los profesionales en este caso 40, de los cuales 26 fueron consistentes y 14 inconsistentes.

ENCUESTADOS	TOTAL	%
	40	100
Encuestas Inconsistentes	14	35
Encuestas Consistentes	26	65

Tabla 1.

En la **Tabla 1** se puede constatar que el 65% de las encuestas se tomarán para el análisis, siendo los resultados confiables según:

El artículo científico "Best Practice Criteria for Sustainable Maintenance Management of Heritage Buildings in Malaysia" toma un mínimo de 30 encuestas de las cuales el 52% del total sirven para el análisis y se considera que ese porcentaje es bueno.



2.4.3 Descripción del proceso para determinar el Ratio de Consistencia.

Se ha tomado los resultados de un encuestado, siguiendo el proceso a todas sus respuestas en la comparación de los diferentes criterios, con el fin de determinar el RC.

1. Se realiza la matriz de comparación pareada (figura 6), se aplica las propiedades de reciprocidad y homogeneidad.

ARQ1

AR1	A	B
A	1	5
B	0.2	1
C	0.5	1
D	0.2	5
E	0.2	1
F	1	0.5
G	1	1
H	0.33	1
I	0.33	2
SUMA:	4.77	17.50

=

Gráfico ilustrativo 1

	A	B
A	0.20979	0.28571
B	0.04196	0.05714
C	0.10490	0.05714
D	0.04196	0.28571
E	0.04196	0.05714
F	0.20979	0.02857
G	0.20979	0.05714
H	0.06993	0.05714
I	0.06993	0.11429

Gráfico ilustrativo 2

ARQ1

AR1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	5	2	5	5	1	1	3	3
B	0.2	1	1	0.2	1	2	1	1	0.5
C	0.5	1	1	1	1	2	1	1	1
D	0.2	5	1	1	2	2	2	1	1
E	0.2	1	1	0.5	1	2	2	1	2
F	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	2	1	1
G	1	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.333
H	0.33	1	1	1	1	1	2	1	1
I	0.33	2	1	1	0.5	1	3	1	1
SUMA:	4.77	17.50	9.50	10.70	12.50	12.50	15.00	10.50	10.83

Figura 6.

2. A partir de la matriz de comparación pareada, se obtiene la matriz normalizada (figura 7), obteniendo la sumatoria de cada columna y dividiendo cada celda, para la sumatoria correspondiente a su columna, ver gráfico ilustrativo 1 y 2.

MATRIZ NORMALIZADA

ARQ1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0.20979	0.28571	0.21053	0.46729	0.40000	0.08000	0.06667	0.28571	0.27692
B	0.04196	0.05714	0.10526	0.01869	0.08000	0.16000	0.06667	0.09524	0.04615
C	0.10490	0.05714	0.10526	0.09346	0.08000	0.16000	0.06667	0.09524	0.09231
D	0.04196	0.28571	0.10526	0.09346	0.16000	0.16000	0.13333	0.09524	0.09231
E	0.04196	0.05714	0.10526	0.04673	0.08000	0.16000	0.13333	0.09524	0.18462
F	0.20979	0.02857	0.05263	0.04673	0.04000	0.08000	0.13333	0.09524	0.09231
G	0.20979	0.05714	0.10526	0.04673	0.04000	0.04000	0.06667	0.04762	0.03077
H	0.06993	0.05714	0.10526	0.09346	0.08000	0.08000	0.13333	0.09524	0.09231
I	0.06993	0.11429	0.10526	0.09346	0.04000	0.08000	0.20000	0.09524	0.09231

Figura 7.

Figura 6. Matriz de comparación pareada

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Figura 7. Matriz Normalizada

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



- La obtención de la matriz promedio, se obtiene a través del cálculo del promedio de cada fila de la matriz normalizada. La suma de la matriz promedio debe ser uno (1), como se puede observar en la Figura 8.

Figura 8 . Matriz promedio

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

MATRIZ NORMALIZADA									
ARQ1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	0.20979	0.28571	0.21053	0.46729	0.40000	0.08000	0.06667	0.28571	0.27692
B	0.04196	0.05714	0.10526	0.01869	0.08000	0.16000	0.06667	0.09524	0.04615
C	0.10490	0.05714	0.10526	0.09346	0.08000	0.16000	0.06667	0.09524	0.09231
D	0.04196	0.28571	0.10526	0.09346	0.16000	0.16000	0.13333	0.09524	0.09231
E	0.04196	0.05714	0.10526	0.04673	0.08000	0.16000	0.13333	0.09524	0.18462
F	0.20979	0.02857	0.05263	0.04673	0.04000	0.08000	0.13333	0.09524	0.09231
G	0.20979	0.05714	0.10526	0.04673	0.04000	0.04000	0.06667	0.04762	0.03077
H	0.06993	0.05714	0.10526	0.09346	0.08000	0.08000	0.13333	0.09524	0.09231
I	0.06993	0.11429	0.10526	0.09346	0.04000	0.08000	0.20000	0.09524	0.09231

$\rightarrow \Sigma = 2.283 \rightarrow \Sigma / 9 =$

MATRIZ PROMEDIO
0.2536
0.0746
0.0950
0.1297
0.1005
0.0865
0.0716
0.0896
0.0989
1.0000

SUMATORIA =

Figura 8.

- Luego, se obtendrá el vector fila total. Se podrá decir que éste es el vector resultante del producto de la matriz de comparación pareada y la matriz promedio, como se observa en la Figura 9.

Figura 9. Vector fila total

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA									
ARQ 1	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1.00	5.00	2.00	5.00	5.00	1.00	1.00	3.00	3.00
B	0.20	1.00	1.00	0.20	1.00	2.00	1.00	1.00	0.50
C	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00
D	0.20	5.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00
E	0.20	1.00	1.00	0.50	1.00	2.00	2.00	1.00	2.00
F	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	2.00	1.00	1.00
G	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	0.33
H	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
I	0.33	2.00	1.00	1.00	0.50	1.00	3.00	1.00	1.00

X

MATRIZ PROMEDIO
0.2536
0.0746
0.0950
0.1297
0.1005
0.0865
0.0716
0.0896
0.0989
1.0000

=

VECTOR FILA TOTAL
2.691
0.730
0.960
1.354
0.989
0.872
0.731
0.902
0.998

Figura 9.

- Una vez determinado el vector fila total y la matriz promedio, se procederá a obtener el vector cociente, que es el resultado de dividir la celda correspondiente del vector fila total con la celda correspondiente de la matriz promedio Figura 10.



VECTOR FILA TOTAL		MATRIZ PROMEDIO		COCIENTE
2.691	÷	0.2536	=	10.6106
0.730		0.0746		9.7948
0.960		0.0950		10.1024
1.354		0.1297		10.4391
0.989		0.1005		9.8458
0.872		0.0865		10.0760
0.731		0.0716		10.2145
0.902		0.0896		10.0688
0.998		0.0989		10.0902
				1.0000

PROMEDIO λ máx

Figura 10.

Figura 10 Vector cociente

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Para obtener el valor de λ máx, se realiza el promedio del vector cociente.

- El índice de consistencia (IC), el cual está en función de λ máx, y de n, que es el rango de la matriz de comparación; en el caso de los criterios, todas las matrices son de rango nueve (9).

$$IC = \frac{\lambda Max - n}{n - 1} = \frac{10.1380 - 9}{9 - 1} = 0.1423$$

- Ratio de consistencia (RC), "se requiere conocer el índice de consistencia aleatorio (IA), según la literatura revisada, otras investigaciones han determinado una tabla de valores para matrices de diferente rango" (Viscaíno Cuzco, 2016, p. 54). En el caso de las matrices de comparación, que son de rango nueve (9), el valor que corresponde es de 1,45. Conocidos todas las variables que influyen en el ratio de consistencia, se determina este valor, mediante la siguiente ecuación.

$$RC = IC/IA = 0,1423/1,45 = 0,10 \leq 0,10 \text{ valor que debe cumplir.}$$

Nº de Elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indice Aleatorio de Consistencia (IA)	0	0	0.58	0.89	1.11	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49

Tabla 1.

Tabla 1. Determinación de los valores de IA, según el número de criterios analizados

Fuente: Capítulo III, Proceso de análisis jerárquico de Toskano Hurtado y Gérard Bruno.



Figura 11. Ratio de consistencia de los encuestados para la determinación de los criterios principales..

de profesionales consistentes = veinte y seis (26)

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

La Figura 11 presenta los encuestados menores al diez por ciento en función a los criterios principales de la NTC 6033, los RC de los sub criterios se pueden verificar en el Anexo C. Los encuestados con el ratio de consistencia mayor al 10% no se tomaron en cuenta para la ponderación de resultados.

ENCUESTADOS	RATIO DE CONSISTENCIA							
Arquitectos expertos en arquitectura sustentable	0.09	0.107	0.08	0.09	0.089	0.09	0.09	0.103
Arquitectos	0.101	0.092	0.04	0.103	0.03	0.107	0.03	
Ingenieros Industriales	0.95	0.94	0.048	0.05				
Ingenieros Abientales	0.108	0.08	0.1011	0.1019	0.1013	0.85	0.075	

Figura 11.

2.4.4 Determinación de pesos

Una vez verificado la consistencia de los encuestados en donde el máximo valor aceptable de inconsistencia es el 10% se determinan los pesos de los criterios ambientales de la norma de la siguiente manera:

Se multiplica, tantas veces como sean necesarias la matriz de comparación pareada por sí misma, hasta que su resultado coincida en las cuatro primeras cifras de los componentes del vector obtenido con los componentes del vector resultante de la multiplicación anterior. Con estas multiplicaciones se obtiene el vector propio. Véase la siguiente página.

La figura 12 muestra el proceso de multiplicación entre matrices para la obtención de pesos. Los cálculos de todos los encuestados se muestran en el Anexo C.

Ilustración de determinación de pesos

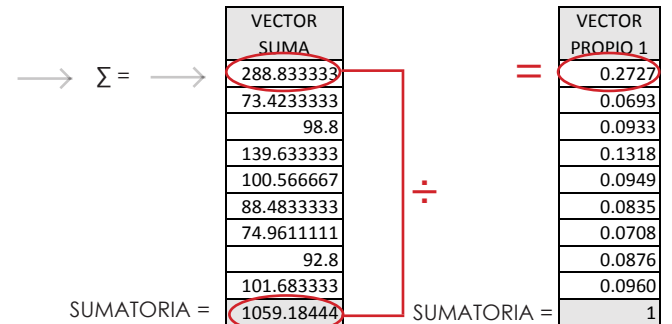
MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	5	2	5.00	5	1	1.00	3.00	3.00
B	0.20	1	1	0.20	1	2	1.00	1.00	0.50
C	0.5	1	1	1.00	1.00	2	1	1	1
D	0.2	5	1	1	2.00	2	2	1	1
E	0.20	1.00	1	0.50	1	2.00	2.00	1.00	2.00
F	1	0.50	0.50	0.50	0.5	1	2	1	1
G	1	1	1	0.50	0.5	0.50	1	0.5	0.33
H	0.333	1	1.00	1.00	1	1.00	2	1	1
I	0.333	2	1.00	1.00	0.5	1.00	3	1	1
SUMA:	4.767	17.5	9.5	10.7	12.5	12.5	15.0	10.5	10.8

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	1	5	2	5.00	5	1	1.00	3.00	3.00
B	0.20	1	1	0.20	1	2	1.00	1.00	0.50
C	0.5	1	1	1.00	1.00	2	1	1	1
D	0.2	5	1	1	2.00	2	2	1	1
E	0.20	1.00	1	0.50	1	2.00	2.00	1.00	2.00
F	1	0.50	0.50	0.50	0.5	1	2	1	1
G	1	1	1	0.50	0.5	0.50	1	0.5	0.33
H	0.333	1	1.00	1.00	1	1.00	2	1	1
I	0.333	2	1.00	1.00	0.5	1.00	3	1	1
SUMA:	4.767	17.5	9.5	10.7	12.5	12.5	15.0	10.5	10.8

PRIMER PRODUCTO									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	9	52.5	26.5	22.5	32.5	43	46	27.5	29.83
B	4.64	9	7.1	5.9	7.15	11	13.1	7.8	8.133
C	5.267	15.5	9	8.7	10.5	13	16.5	10	10.33
D	6.967	20	14.4	9	14.5	23	23.2	14.6	13.77
E	6.2	14.5	9.9	8.2	9	13	19.2	10.1	10.27
F	5.217	14.5	8.5	9.85	10.5	9	13	9	8.917
G	3.678	12.4	7.083	8.53	9.917	8.8	9	7.833	7.667
H	5.1	15.2	9.167	7.87	9.667	12	15.3	9	9.167
I	6.2	16.7	10.67	8.32	10.67	14	16.3	10	9

PRIMER PRODUCTO									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	9	52.5	26.5	22.5	32.5	43	46	27.5	29.83
B	4.64	9	7.1	5.9	7.15	11	13.1	7.8	8.133
C	5.267	15.5	9	8.7	10.5	13	16.5	10	10.33
D	6.967	20	14.4	9	14.5	23	23.2	14.6	13.77
E	6.2	14.5	9.9	8.2	9	13	19.2	10.1	10.27
F	5.217	14.5	8.5	9.85	10.5	9	13	9	8.917
G	3.678	12.4	7.083	8.53	9.917	8.8	9	7.833	7.667
H	5.1	15.2	9.167	7.87	9.667	12	15.3	9	9.167
I	6.2	16.7	10.67	8.32	10.67	14	16.3	10	9

Ilustración de determinación de pesos





PRIMER PRODUCTO										PRIMER PRODUCTO										SEGUNDO PRODUCTO										VECTOR SUMA	VECTOR PROPIO 2
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
A	9	52.5	26.5	22.5	32.5	43	46	27.5	29.83	A	9	52.5	26.5	22.5	32.5	43	46	27.5	29.83	A	1539	4379	2753	2487	3051	3775	4560	2867	2865	28276.9	0.2614
B	4.64	9	7.1	5.9	7.15	11	13.1	7.8	8.133	B	4.64	9	7.1	5.9	7.15	11	13.1	7.8	8.133	B	400	1227	747.7	676.2	843	1036	1231	776.7	779.3	7716.14	0.0713
C	5.267	15.5	9	8.7	10.5	13	16.5	10	10.33	C	5.267	15.5	9	8.7	10.5	13	16.5	10	10.33	C	536	1599	989.1	886.1	1104	1375	1637	1028	1031	10185.1	0.0942
D	6.967	20	14.4	9	14.5	23	23.2	14.6	13.77	D	6.967	20	14.4	9	14.5	23	23.2	14.6	13.77	D	750	2235	1372	1256	1543	1880	2266	1429	1435	14164.9	0.1310
E	6.2	14.5	9.9	8.2	9	13	19.2	10.1	10.27	E	6.2	14.5	9.9	8.2	9	13	19.2	10.1	10.27	E	543	1658	1014	917.5	1145	1410	1668	1056	1060	10472.1	0.0968
F	5.217	14.5	8.5	9.85	10.5	9	13	9	8.917	F	5.217	14.5	8.5	9.85	10.5	9	13	9	8.917	F	489	1462	909.7	796.2	1005	1283	1518	944.4	947.5	9355.24	0.0865
G	3.678	12.4	7.083	8.53	9.917	8.8	9	7.833	7.667	G	3.678	12.4	7.083	8.53	9.917	8.8	9	7.833	7.667	G	416	1216	762.8	664.9	835.2	1071	1278	790.7	791.8	7825.35	0.0723
H	5.1	15.2	9.167	7.87	9.667	12	15.3	9	9.167	H	5.1	15.2	9.167	7.87	9.667	12	15.3	9	9.167	H	503	1502	928	833.4	1038	1291	1539	966.5	970.3	9570.89	0.0885
I	6.2	16.7	10.67	8.32	10.67	14	16.3	10	9	I	6.2	16.7	10.67	8.32	10.67	14	16.3	10	9	I	552	1667	1025	922.1	1149	1429	1704	1069	1076	10593.9	0.0979
																														108161	1
X										=																					
SEGUNDO PRODUCTO										SEGUNDO PRODUCTO										TERCER PRODUCTO										VECTOR SUMA	VECTOR PROPIO 3
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
A	1539	4379	2753	2487	3051	3775	4560	2867	2865	A	1539	4379	2753	2487	3051	3775	4560	2867	2865	A	2E+07	5E+07	3E+07	3E+07	3E+07	4E+07	5E+07	3E+07	3E+07	3E+08	0.2623
B	400	1227	747.7	676.2	843	1036	1231	776.7	779.3	B	400	1227	747.7	676.2	843	1036	1231	776.7	779.3	B	4E+06	1E+07	8E+06	7E+06	9E+06	1E+07	1E+07	8E+06	8E+06	8.2E+07	0.0712
C	536	1599	989.1	886.1	1104	1375	1637	1028	1031	C	536	1599	989.1	886.1	1104	1375	1637	1028	1031	C	6E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	1.1E+08	0.0941
D	750	2235	1372	1256	1543	1880	2266	1429	1435	D	750	2235	1372	1256	1543	1880	2266	1429	1435	D	8E+06	2E+07	1E+07	1E+07	2E+07	2E+07	2E+07	2E+07	2E+07	1.5E+08	0.1310
E	543	1658	1014	917.5	1145	1410	1668	1056	1060	E	543	1658	1014	917.5	1145	1410	1668	1056	1060	E	6E+06	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	1.1E+08	0.0966
F	489	1462	909.7	796.2	1005	1283	1518	944.4	947.5	F	489	1462	909.7	796.2	1005	1283	1518	944.4	947.5	F	5E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	9.9E+07	0.0863
G	416	1216	762.8	664.9	835.2	1071	1278	790.7	791.8	G	416	1216	762.8	664.9	835.2	1071	1278	790.7	791.8	G	4E+06	1E+07	8E+06	7E+06	9E+06	1E+07	1E+07	8E+06	8E+06	8.3E+07	0.0723
H	503	1502	928	833.4	1038	1291	1539	966.5	970.3	H	503	1502	928	833.4	1038	1291	1539	966.5	970.3	H	5E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	1E+08	0.0884
I	552	1667	1025	922.1	1149	1429	1704	1069	1076	I	552	1667	1025	922.1	1149	1429	1704	1069	1076	I	6E+06	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	2E+07	2E+07	1E+07	1E+07	1.1E+08	0.0978
																														1.1E+09	1
X										=																					
TERCER PRODUCTO										TERCER PRODUCTO										CUARTO PRODUCTO										VECTOR SUMA	VECTOR PROPIO 4
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F	G	H	I		A	B	C	D	E	F	G	H	I		
A	2E+07	5E+07	3E+07	3E+07	3E+07	4E+07	5E+07	3E+07	3E+07	A	2E+07	5E+07	3E+07	3E+07	3E+07	4E+07	5E+07	3E+07	3E+07	A	2E+15	5E+15	3E+15	3E+15	4E+15	5E+15	5E+15	3E+15	3E+15	3.4E+16	0.2623
B	4E+06	1E+07	8E+06	7E+06	9E+06	1E+07	1E+07	8E+06	8E+06	B	4E+06	1E+07	8E+06	7E+06	9E+06	1E+07	1E+07	8E+06	8E+06	B	5E+14	1E+15	9E+14	8E+14	1E+15	1E+15	1E+15	9E+14	9E+14	9.2E+15	0.0712
C	6E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	C	6E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	C	6E+14	2E+15	1E+15	1E+15	1E+15	2E+15	2E+15	1E+15	1E+15	1.2E+16	0.0941
D	8E+06	2E+07	1E+07	1E+07	2E+07	2E+07	2E+07	2E+07	2E+07	D	8E+06	2E+07	1E+07	1E+07	2E+07	2E+07	2E+07	2E+07	2E+07	D	9E+14	3E+15	2E+15	1E+15	1E+15	2E+15	2E+15	3E+15	2E+15	1.7E+16	0.1310
E	6E+06	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	E	6E+06	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	E	7E+14	2E+15	1E+15	1E+15	1E+15	2E+15	2E+15	1E+15	1E+15	1.3E+16	0.0966
F	5E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	F	5E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	F	6E+14	2E+15	1E+15	1E+15	1E+15	2E+15	2E+15	1E+15	1E+15	1.1E+16	0.0863
G	4E+06	1E+07	8E+06	7E+06	9E+06	1E+07	1E+07	8E+06	8E+06	G	4E+06	1E+07	8E+06	7E+06	9E+06	1E+07	1E+07	8E+06	8E+06	G	5E+14	1E+15	9E+14	8E+14	1E+15	1E+15	2E+15	9E+14	9E+14	9.4E+15	0.0723
H	5E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	H	5E+06	2E+07	1E+07	9E+06	1E+07	1E+07	2E+07	1E+07	1E+07	H	6E+14	2E+15	1E+15	1E+15	1E+15	2E+15	2E+15	1E+15	1E+15	1.1E+16	0.0884
I	6E+06	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	2E+07	2E+07	1E+07	1E+07	I	6E+06	2E+07	1E+07	1E+07	1E+07	2E+07	2E+07	1E+07	1E+07	I	7E+14	2E+15	1E+15	1E+15	1E+15	2E+15	2E+15	1E+15	1E+15	1.3E+16	0.0978
																														1.3E+17	1

Ilustración de determinación de pesos

Figura 12. Determinación del vector propio de una matriz de comparación pareada tipo.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



El producto de las matrices deberá realizarse hasta que los vectores propios tengan a sus elementos iguales hasta su cuarto dígito decimal, como se puede observar en los vectores propios tres y cuatro, determinando sus cuatro primeros decimales iguales

Se obtuvo la igualdad de los vectores propios de cada criterio hasta el cuarto producto. Vector propio 3 = Vector propio 4

Los valores del vector propio 4 son los pesos finales para la jerarquización. Por lo tanto, el decisor ARQ1 ha determinado la valoración y ponderación de los criterios principales, donde el criterio más importante es:

A = LEGISLACIÓN AMBIENTAL 26.23% y
B = REQUISITOS GENERALES 7.12% como el de menor importancia.

Para obtener el valor en porcentaje, se multiplica por 100 al vector propio donde la sumatoria da el cien por ciento (100%) como se muestra en el siguiente gráfico ilustrativo.

VECTOR PROPIO 3		=	VECTOR PROPIO 4		X100	PESO (%)	
A	0.2623		A	0.2623		A	26.23
B	0.0712	B	0.0712	B	7.12		
C	0.0941	C	0.0941	C	9.41		
D	0.1310	D	0.1310	D	13.10		
E	0.0966	E	0.0966	E	9.66		
F	0.0863	F	0.0863	F	8.63		
G	0.0723	G	0.0723	G	7.23		
H	0.0884	H	0.0884	H	8.84		
I	0.0978	I	0.0978	I	9.78		
SUMATORIA	1	SUMATORIA	1	SUMATORIA	100		

Gráfico ilustrativo para la determinación de pesos.

Se ha seguido el mismo procedimiento para todas las matrices de comparación pareada de todos los criterios y sub-criterios de los grupos encuestados: arquitectos que cuentan con el conocimiento en el campo de la arquitectura sustentable, arquitectos, ingenieros industriales, e ingeniero ambientales.



La figura 13 muestra los valores de vector propio correspondientes al primer grupo de encuestados E.ARQ 1 (arquitectos que cuentan con el conocimiento en el campo de la arquitectura sustentable).

Para obtener el peso entre todos los criterios de todos los encuestados del grupo 1 (G1) se realiza lo siguiente:

Se determina la agregación que es un valor correspondiente a la media geométrica¹ con la siguiente fórmula:

CRITERIOS		VALORES DE VECTOR PROPIO - GRUPO No. 1								AGREACIÓN	
		ARQ 1	ARQ 2	ARQ 3	ARQ 4	ARQ 5	ARQ 6	ARQ 7	ARQ 8		
A	LEGISLACIÓN AMBIENTAL	0.2623	0.0893	0.0750	0.0619	0.0607	0.0611	0.1675	0.0731	0.0	0.0915
B	REQUISITOS GENERALES	0.0712	0.0693	0.1158	0.0452	0.0707	0.1035	0.0657	0.0355	0.0	0.0677
C	GESTIÓN DE PROVEEDORES	0.0941	0.0478	0.1062	0.0637	0.0538	0.0579	0.0514	0.2106	0.0	0.0752
D	MATERIA PRIMA	0.1310	0.1138	0.1011	0.1951	0.1389	0.0639	0.0563	0.1993	0.1	0.1144
E	FABRICACIÓN	0.0966	0.1057	0.1801	0.2095	0.2482	0.0754	0.0386	0.1959	0.1	0.1236
F	EMPAQUE Y EMBALAJE	0.0863	0.0555	0.0850	0.0317	0.1157	0.1092	0.0534	0.0236	0.0	0.0615
G	TRANSPORTE	0.0723	0.2281	0.1330	0.1374	0.0624	0.0472	0.0746	0.0274	0.0	0.0808
H	INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	0.0884	0.0611	0.0816	0.0806	0.1158	0.1264	0.1047	0.0455	0.0	0.0840
I	APTITUD PARA EL USO	0.0978	0.2294	0.1223	0.1749	0.1339	0.3555	0.3877	0.1890	0.1	0.1897
SUMATORIA:		1	1	1	1	1	1	1	1	0.8884	1.00

$$\bar{X} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \dots x_n}$$

Figura13

Con los valores de los vectores propios de los decidores del grupo 1 (G1) de encuestados (arquitectos que cuentan con el conocimiento en el campo de la arquitectura sustentable), se procede a obtener los valores de agregación, que son determinados calculando la media geométrica de cada criterio obtenidos en el vector propio de cada decidor.

Una vez obtenidos los valores para la agregación, se procede a dividir cada celda para la sumatoria total obteniendo los valores de normalización, en otras palabras se obtiene los pesos de cada criterio del grupo 1 (G1) como se muestra en el gráfico ilustrativo.

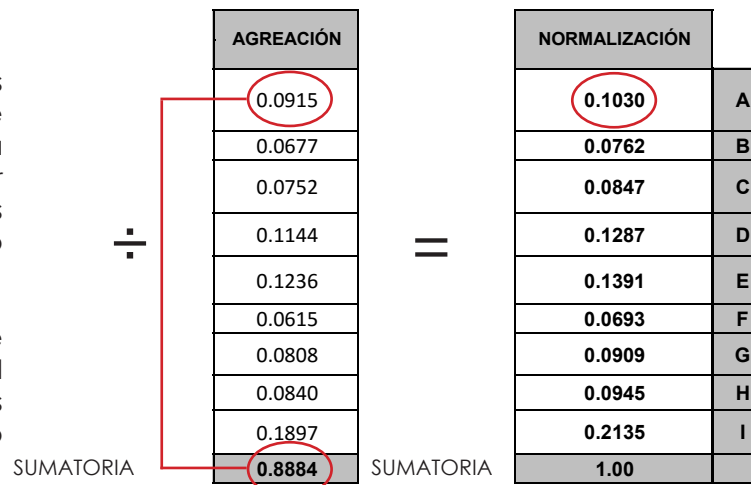


Figura 13. Valores de vectores propios de los decidores del grupo N°1

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

1: Media Geométrica.- En matemáticas y estadística, la media geométrica de una cantidad arbitraria de números (por decir n números) es la raíz n-ésima del producto de todos los números, es recomendada para datos de progresión geométrica, para promediar razones, interés compuesto y números índices.
Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Media_geom%C3%A9trica



En la Figura 14 se pueden observar los valores unidos de todos los decisores del grupo 1 (G1) de vectores propios graficados y se verifica que, en la mayoría de los criterios analizados de los decisores, en algunos existe concordancia en la respuestas comparadas entre sí, en otros la variación de respuestas es muy baja, esto quiere decir que los decisores del grupo 1 (G1) concuerdan en mayor importancia con los criterios de la NTC 6033 .

Figura 14. Priorización de criterios de la Norma Técnica Colombiana según los decisores del grupo de encuestados (Arquitectos que cuentan con el conocimiento en el campo de la arquitectura sustentable) No.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

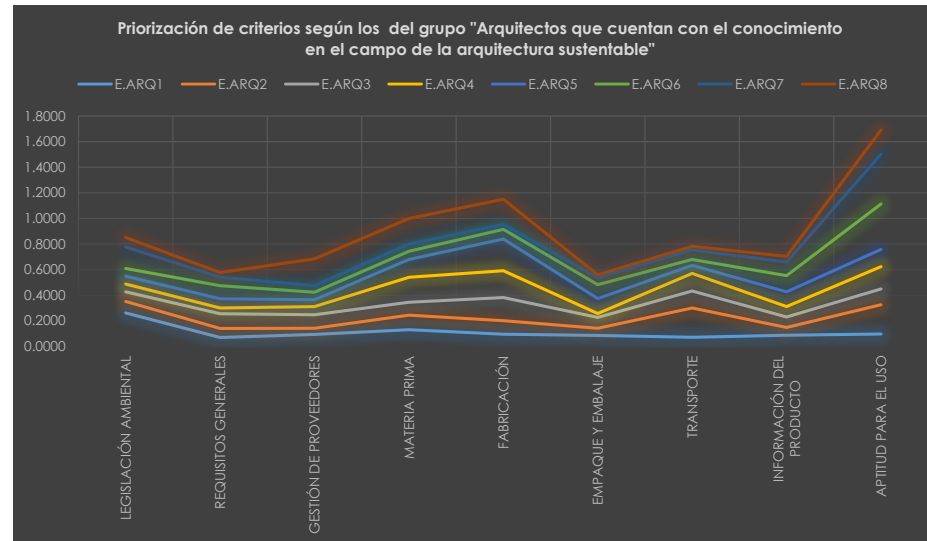


Figura 14

Luego de analizar el gráfico de respuestas de los decisores, en la figura 14 se presentan los pesos jerarquizados de cada criterio principal de la NTC-6033, correspondientes al primer grupo de encuestados (G1)

CRITERIOS PRINCIPALES JERARQUIZADOS		PESOS
I	APTITUD PARA EL USO	21.35%
E	FABRICACIÓN	13.91%
D	MATERIA PRIMA	12.87%
A	LEGISLACIÓN AMBIENTAL	10.30%
H	INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	9.45%
G	TRANSPORTE	9.09%
C	GESTIÓN DE PROVEEDORES	8.47%
B	REQUISITOS GENERALES	7.62%
F	EMPAQUE Y EMBALAJE	6.93%



Se realiza el procedimiento anterior para obtener el valor de normalización de los criterios principales de los demás grupos entre estos: arquitectos, ingenieros industriales e ingenieros ambientales. En la figura 15 se observa el valor de normalización de todos los 4 grupos de decidores, es decir los pesos totales de cada criterio principal.

CRITERIOS PRINCIPALES	PESOS				AGREACIÓN	NORMALIZACIÓN
	G1	G2	G3	G4		
A LEGISLACIÓN AMBIENTAL	10.30%	18.93%	7.91%	5.87%	9.76%	9.98%
B REQUISITOS GENERALES	7.62%	6.37%	5.63%	8.30%	6.90%	7.06%
C GESTIÓN DE PROVEEDORES	8.47%	9.54%	7.19%	7.70%	8.18%	8.36%
D MATERIA PRIMA	12.87%	16.45%	21.21%	15.17%	16.15%	16.52%
E FABRICACIÓN	13.91%	16.45%	16.29%	17.19%	15.91%	16.27%
F EMPAQUE Y EMBALAJE	6.93%	5.02%	6.44%	9.11%	6.72%	6.87%
G TRANSPORTE	9.09%	7.22%	7.97%	9.47%	8.39%	8.58%
H INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	9.45%	7.36%	13.39%	10.91%	10.04%	10.27%
I APTITUD PARA EL USO	21.35%	12.65%	13.97%	16.28%	15.74%	16.10%
SUMATORIA:	1	1	1	1	97.80%	100.00%

Figura 15.

Como resultado de las respuestas de todos los grupos de encuestados, correspondiente a los criterios principales, se puede observar que las curvas son similares, esto quiere decir que los decidores tienden a elegir el mismo criterio con su respectiva importancia (figura 16).

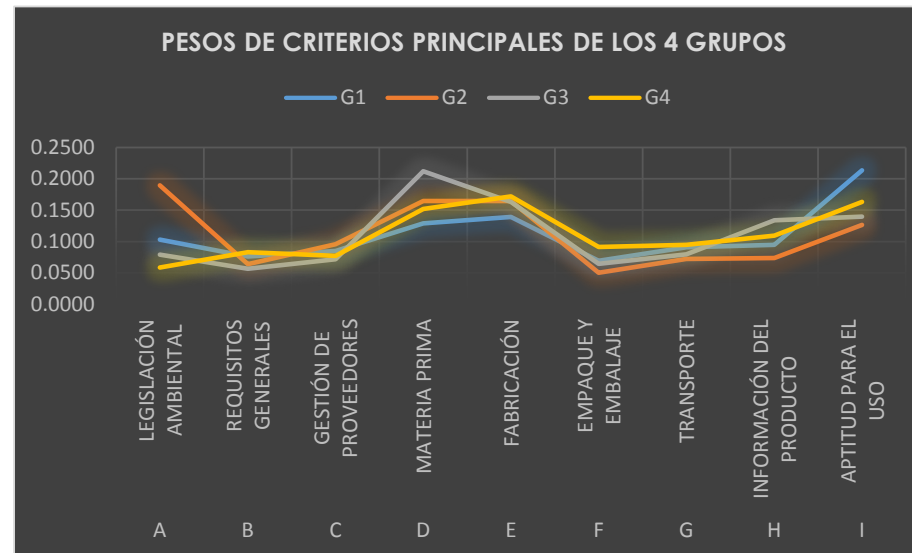


Figura 16.

Figura 15. Gráfico de respuestas de los criterios principales correspondiente a todos los grupos de decidores.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Figura 16. Gráfico de valoración de los CRITERIOS PRINCIPALES de todos los grupos de encuestados jerarquizado

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



Luego de analizar el gráfico de respuestas de los decidores, en la figura 17 se presentan los pesos jerarquizados de cada criterio principal de la NTC-6033, de todos los encuestados.

CRITERIOS DE ETIQUETAS AMBIENTALES TIPO I JERARQUIZADOS		PESOS
D	MATERIA PRIMA	16.52%
E	FABRICACIÓN	16.27%
I	APTITUD PARA EL USO	16.10%
H	INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	10.27%
A	LEGISLACIÓN AMBIENTAL	9.98%
G	TRANSPORTE	8.58%
C	GESTIÓN DE PROVEEDORES	8.36%
B	REQUISITOS GENERALES	7.06%
F	EMPAQUE Y EMBALAJE	6.87%

Figura 17.

2.4.5 Resultados de los decidores.

Para categorizar la NTC 6033, se ha dividido en cuatro grupos de decidores:

1. Arquitectos que cuentan con el conocimiento en el campo de la arquitectura sustentable
2. Arquitectos
3. Ingenieros industriales
4. Ingenieros ambientales

A continuación realizará un análisis de las respuestas obtenidas en las encuestas de todos los grupos de encuestados, siguiendo el mismo método del Proceso de Análisis Jerárquico para ponderar los criterios y sub-criterios, llegando a categorizar la NTC 6033.



Los pesos de los sub-criterios se obtienen sobre el 100% con el proceso de análisis jerárquico, por lo que se procede a determinar el peso relativo y así obtener el valor de cada sub-criterio el cual es parte del 100% de toda la NTC 6033

Para obtener el peso relativo de los subcriterios jerarquizados se realiza una regla de tres como se muestra en el siguiente gráfico ilustrativo donde se obtiene el peso relativo del sub-criterio D7.

$$\begin{array}{ccc}
 \text{Criterio padre} & & \text{TOTAL} \\
 \text{(criterio principal)} & & \\
 16.52\% & \times & 100\% \\
 X & & 19.59\% \\
 X = \frac{16.52\% \times 19.59\%}{100\%} = 3.24\%
 \end{array}$$

Los resultados de los criterios y sub-criterios de los decisores han sido categorizados de mayor a menor importancia, como se aprecia en las siguientes tablas:

CRITERIO D: MATERIA PRIMA			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
D7	No utilizar materiales que impliquen riesgo para la salud humana	19.59%	3.24%
D3	Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental	17.94%	2.96%
D6	Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono	15.29%	2.53%
D1	Reemplazo de materias primas por menos contaminantes	14.94%	2.47%
D4	Sitios de extracción por terceros exigir planes de gestión ambiental	13.69%	2.26%
D5	Pre-consumo o post-consumo	9.59%	1.58%
D2	Exigir proveedores que demuestren criterios ambientales	8.95%	1.48%
PESO DEL CRITERIO PADRE			16.52%

Figura 18.

Figura 18. Gráfico de valoración de los CRITERIOS PRINCIPALES de todos los grupos de encuestados.
Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



Figura 19. Pesos de los sub-criterios del criterio E jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

CRITERIO E: FABRICACIÓN			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
E9	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.	16.94%	2.76%
E6	Plan de gestión integral de residuos	14.26%	2.32%
E5	Plan para el ahorro y uso eficiente de agua, registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción	12.93%	2.10%
E7	Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente	12.69%	2.07%
E8	Los residuos deban ser reciclados o aprovechados por terceros	11.48%	1.87%
E4	Plan para el uso eficiente de energía, registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción,	11.09%	1.80%
E2	Plan de respuesta ante derrames de sustancias peligrosas	7.98%	1.30%
E3	Plan de control de emisiones de material particulado	7.30%	1.19%
E1	Almacenamiento de sustancias peligrosas en diques de contención	5.33%	0.87%
PESO DEL CRITERIO PADRE			16.27%

Figura 19.

Figura 20. Pesos de los sub-criterios del criterio I jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

CRITERIO I: APTITUD PARA EL USO			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
I1	Aptitud para el uso según normas técnicas	16.10%	16.10%
PESO DEL CRITERIO PADRE			16.10%

Figura 20.



CRITERIO H: INFORMACIÓN DEL PRODUCTO			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
H2	Información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra	25.08%	2.57%
H3	Información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto	22.51%	2.31%
H1	Suministrar la información que le permita al usuario el adecuado mantenimiento del material	20.00%	2.05%
H5	Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado	17.61%	1.81%
H4	Rotulado libres de metales pesados	14.80%	1.52%
PESO DEL CRITERIO PADRE			10.27%

Figura 21.

CRITERIO A : LEGISLACIÓN AMBIENTAL			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
A1	Cumplimiento de la ley ambiental del producto y a la extracción de la materia prima.	65.72%	6.56%
A2	Materia prima provista por otros solicitar que se cumpla con la ley ambiental.	34.28%	3.42%
PESO DEL CRITERIO PADRE			9.98%

Figura 22.

CRITERIO G: TRANSPORTE			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
G1	Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para todos los vehículos	36.99%	3.17%
G3	La maquinaria utilizada en el proceso de producción y todos los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios	36.30%	3.11%
G2	Establecer y hacer seguimiento a los indicadores de eficiencia para el transporte del producto .	26.71%	2.29%
PESO DEL CRITERIO PADRE			8.58%

Figura 23.

Figura 21. Gráfico de pesos de los sub-criterios del criterio H jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Figura 22. Gráfico de pesos de los sub-criterios del criterio A jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Figura 23. Gráfico de pesos de los sub-criterios del criterio G jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



Figura 24. Gráfico de pesos de los sub-criterios del criterio C jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

CRITERIO C: GESTIÓN DE PROVEEDORES			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
C3	Verificar legalidad de proveedores	23.25%	1.94%
C2	Dar prioridad a proveedores comprometidos con la protección del medio ambiente	22.63%	1.89%
C1	Establecer criterios de compra con consideraciones ambientales	18.99%	1.59%
C5	Recolección de empaques y aprovechamiento	18.40%	1.54%
C4	Exigir optimización de empaque	16.73%	1.40%
PESO DEL CRITERIO PADRE			8.36%

Figura 24.

Figura 25. Gráfico de pesos de los sub-criterios del criterio B jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

CRITERIO B: REQUISITOS GENERALES			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
B2	Identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento	32.30%	2.28%
B4	Para la producción no emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extintores que contengan CFC Y HCFC	27.79%	1.96%
B3	Los solventes utilizados para limpiar las maquinas no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono.	20.71%	1.46%
B1	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las máquinas utilizadas.	19.20%	1.36%
PESO DEL CRITERIO PADRE			7.06%

Figura 25.

Figura 26. Gráfico de pesos de los sub-criterios del criterio F jerarquizado.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

CRITERIO F: EMPAQUE Y EMBALAJE			
SUBCRITERIOS JERARQUIZADOS		PESOS	PESOS RELATIVOS
F1	Diseño del empaque con ahorro de recursos y materiales reciclables	39.31%	2.70%
F2	Elementos para el empaque debe ser reciclables o degradables	32.05%	2.20%
F3	Los plásticos no deben incluir compuestos de halógenos orgánicos	28.64%	1.97%
PESO DEL CRITERIO PADRE			6.87%

Figura 26.



2.4.6 Discusión de los resultados obtenidos.

Una vez que se obtuvieron las respuestas de las encuestas, se analizaron los resultados de los 4 grupos, obteniendo como resultado diferentes afirmaciones sobre qué criterio es el más importante. Para el grupo G1 es "APTITUD PARA EL USO", el grupo G2 es " LEGISLACIÓN AMBIENTAL", el grupo G3 es "MATERIA PRIMA", el grupo G4 es "FABRICACIÓN" y "APTITUD PARA EL USO".

Los criterios menos importantes según los grupo G1 y G2 son "EMPAQUE Y EMBALAJE", según el grupo G3 el criterio menos importante es "REQUISITOS GENERALES", el grupo G4 es "LEGISLACIÓN AMBIENTAL".

Los resultados de los grupos G1 y G2 coinciden con el criterio menos importante, el resto de grupo afirman que los criterios seleccionados son los de menor importancia en el resultado final.



Según los resultados de cada grupo, los criterios más importantes son los que encabezan el listado del resultado final. Los criterios de mayor peso de los grupos coinciden con la prioridad de los criterios principales establecidos en la NTC 6033 al igual que con los criterios de menor importancia.

La prioridad dada a los criterios por todos los encuestados es similar por lo que se ha demostrado que es pertinente sacar una media geométrica entre todos los grupos y así obtener los valores de los pesos de varios profesionales expertos en el tema.

CRITERIOS PRINCIPALES		PESOS			
		G1	G2	G3	G4
A	LEGISLACIÓN AMBIENTAL	10.30%	18.93%	7.91%	5.87%
B	REQUISITOS GENERALES	7.62%	6.37%	5.63%	8.30%
C	GESTIÓN DE PROVEEDORES	8.47%	9.54%	7.19%	7.70%
D	MATERIA PRIMA	12.87%	16.45%	21.21%	15.17%
E	FABRICACIÓN	13.91%	16.45%	16.29%	17.19%
F	EMPAQUE Y EMBALAJE	6.93%	5.02%	6.44%	9.11%
G	TRANSPORTE	9.09%	7.22%	7.97%	9.47%
H	INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	9.45%	7.36%	13.39%	10.91%
I	APTITUD PARA EL USO	21.35%	12.65%	13.97%	16.28%

Figura 27. Gráfico de resultado de valoración de criterios según los grupos encuestados.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

 Criterios más importantes.
 Criterios menos importantes.

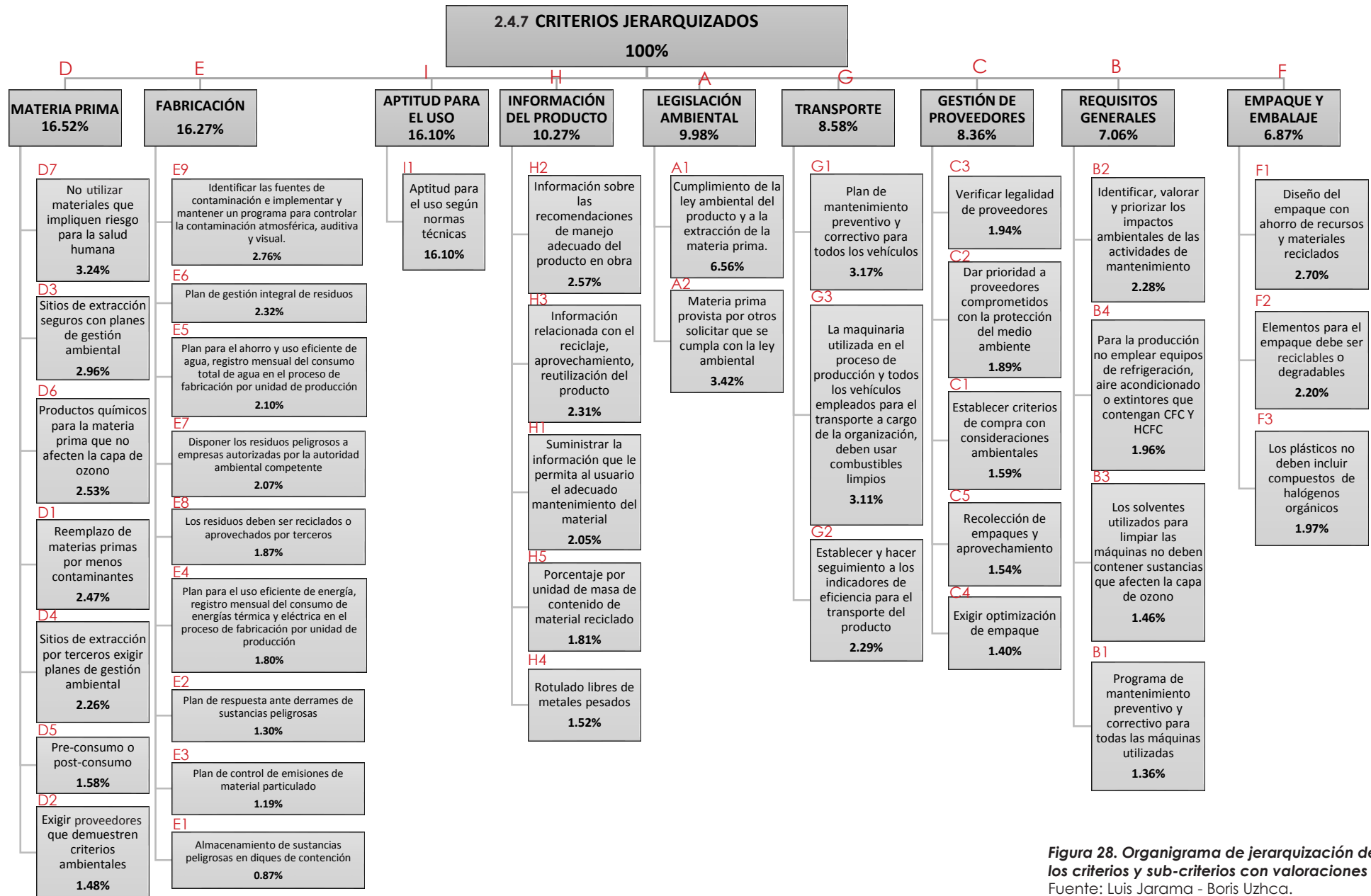


Figura 28. Organigrama de jerarquización de los criterios y sub-criterios con valoraciones
Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



2.4.8 Categorización de la Etiqueta Ambiental Tipo I.

Se ha categorizado la NTC 6033 en tres tipos: **1** Buenas Prácticas (89% - 100%), **2** Intermedia (75% - 89%), **3** Estándar (75%) de acuerdo al cumplimiento de los criterios jerarquizados que se muestran en los cada gráfico.

La categorización está dada por el cumplimiento mayoritario de los criterios de todos los fabricantes de material para mampostería tradicional, ladrillo y bloque analizados. Para definir la categorización de la Etiqueta Ambiental Tipo I, se procedió a tomar los criterios de mayor prioridad y puntuación según los resultados del PAJ.

El porcentaje de cumplimiento de los criterios está de acuerdo a los valores obtenidos en el PAJ.

- **Estándar.-** El valor mínimo para obtener esta categoría es el 75%, debido a que todos los fabricantes pueden cumplir los criterios.
- **Intermedio.-** El valor está entre 75% - 89%, adicionando, a los criterios que no se cumplen en la categoría estándar, los de prioridad.
- **Buenas Prácticas.-** El valor está entre 89% - 100%, adicionando a los criterios que no se cumplen en la categoría estándar los de prioridad.

BUENAS PRÁCTICAS

Figura 29. Categoría de BUENAS PRÁCTICAS DE LA ECOETIQUETA AMBIENTAL TIPO I 89-100% de cumplimiento con la NTC 6033

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

16.52%		16.27%		16.10%		10.27%		9.98%		8.58%		8.36%		7.06%		6.87%		100.00%
MATERIA PRIMA		FABRICACIÓN		APTITUD PARA EL USO		INFORMACIÓN DEL PRODUCTO		LEGISLACIÓN AMBIENTAL		TRANSPORTE		GESTIÓN DE PROVEEDORES		REQUISITOS GENERALES		EMPAQUE Y EMBALAJE		TOTAL
D7	3.24%	E9	2.76%	I1	16.10%	H2	2.57%	A1	6.56%	G1	3.17%	C3	1.94%	B2	2.28%	F1	2.70%	
D3	2.96%	E6	2.32%			H3	2.31%	A2	3.42%	G3	3.11%	C2	1.89%	B4	1.96%	F2	2.20%	
D6	2.53%	E5	2.10%			H1	2.05%			G2	2.29%	C1	1.59%	B3	1.46%	F3	1.97%	
D1	2.47%	E7	2.07%			H5	1.81%					C5	1.54%	B1	1.36%			
D4	2.26%	E8	1.87%			H4	1.52%					C4	1.40%					
D5	1.58%	E4	1.80%															
D2	1.48%	E2	1.30%															
		E3	1.19%															
		E1	0.87%															
SUMA	16.52%	SUMA	16.27%	SUMA	16.10%	SUMA	10.27%	SUMA	9.98%	SUMA	8.58%	SUMA	8.36%	SUMA	7.06%	SUMA	6.87%	100.00%



16.52%		16.27%		16.10%		10.27%		9.98%		8.58%		8.36%		7.06%		6.87%		100.00%
MATERIA PRIMA		FABRICACIÓN		APTITUD PARA EL USO		INFORMACIÓN DEL PRODUCTO		LEGISLACIÓN AMBIENTAL		TRANSPORTE		GESTIÓN DE PROVEEDORES		REQUISITOS GENERALES		EMPAQUE Y EMBALAJE		TOTAL
D7	3.24%	E9	2.76%	I1	16.10%	H2	2.57%	A1	6.56%	G1	3.17%	C3	1.94%	B2	2.28%	F1	2.70%	
D3	2.96%	E6	2.32%			H3	2.31%			G3	3.11%	C2	1.89%	B4	1.96%	F2	2.20%	
D6	2.53%	E5	2.10%			H1	2.05%			G2	2.29%	C1	1.59%	B3	1.46%	F3	1.97%	
D1	2.47%	E8	1.87%			H4	1.52%					C5	1.54%	B1	1.36%			
D4	2.26%	E2	1.30%									C4	1.40%					
D5	1.58%	E3	1.19%															
		E1	0.87%															
SUMA	15.04%	SUMA	12.40%	SUMA	16.10%	SUMA	8.46%	SUMA	6.56%	SUMA	8.58%	SUMA	8.36%	SUMA	7.06%	SUMA	6.87%	89.43%

INTERMEDIO

Figura 30. Categoría INTERMEDIA DE LA ECOETIQUETA AMBIENTAL TIPO I 75 - 89 % de cumplimiento con la NTC 6033

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

16.52%		16.27%		16.10%		10.27%		9.98%		8.58%		8.36%		7.06%		6.87%		100.00%
MATERIA PRIMA		FABRICACIÓN		APTITUD PARA EL USO		INFORMACIÓN DEL PRODUCTO		LEGISLACIÓN AMBIENTAL		TRANSPORTE		GESTIÓN DE PROVEEDORES		REQUISITOS GENERALES		EMPAQUE Y EMBALAJE		TOTAL
D7	3.24%	E9	2.76%	I1	16.10%	H2	2.57%	A1	6.56%	G1	3.17%	C3	1.94%	B4	1.96%	F1	2.70%	
D3	2.96%	E6	2.32%			H1	2.05%			G3	3.11%	C2	1.89%	B3	1.46%	F2	2.20%	
D6	2.53%	E8	1.87%			H4	1.52%					C1	1.59%	B1	1.36%			
D1	2.47%	E2	1.30%									C5	1.54%					
D4	2.26%	E3	1.19%															
		E1	0.87%															
SUMA	13.45%	SUMA	10.30%	SUMA	16.10%	SUMA	6.15%	SUMA	6.56%	SUMA	6.29%	SUMA	6.96%	SUMA	4.78%	SUMA	4.90%	75.49%

ESTÁNDAR

Figura 31. Categoría ESTANDAR 75 % DE LA ECOETIQUETA AMBIENTAL TIPO I de cumplimiento con la NTC 6033

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



2.5 Análisis y evaluación del proceso de producción y materiales para mampostería (ladrillo y bloque) según la ponderación de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033.



2.5.1 Cumplimiento de las fábricas de ladrillo y bloque con los criterios ambientales jerarquizados de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033.

Para verificar el cumplimiento de los criterios ambientales de la NTC 6033 con los diferentes fabricantes de material (ladrillo y bloque) se realizó una encuesta en la cual se confirma mediante: documentación, visitas a las diferentes fábricas de materiales, el proceso de producción y la información proporcionada de los propietarios o gerentes de las fábricas.

La encuesta realizada a los diferentes fabricantes de materiales (bloque y ladrillo), cuenta con los criterios y requisitos ambientales establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 6033.

Gráfico 1. Encuesta de los Criterios ambientales, para la verificación del cumplimiento de los fabricantes con la NTC 6033.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

La encuesta está ordenada por criterios principales y sub-criterios según la NTC-6033; para responder la encuesta se procede de la siguiente manera:

Mediante la verificación de cumplimiento se responde Si o No, caso contrario OTROS si se da el caso.

En este caso para el criterio **C** "Gestión de proveedores" la empresa HORMIAZUAY ha respondido lo siguiente:

- C1. **No** toma consideraciones ambientales en la compra de productos para la fabricación, debido a que para esta empresa lo más importante es el abastecimiento del material.
- C3. **Si** Verifica la idoneidad y legalidad de los proveedores que contrata, debido a que el material que utilizan es aceptable para la elaboración de su producto.

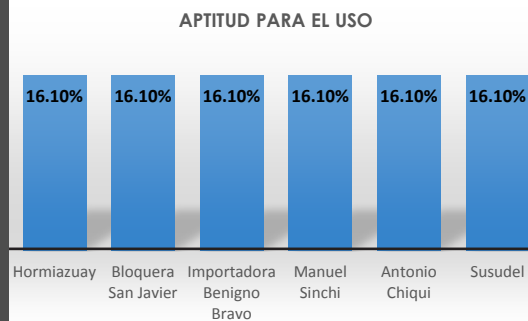
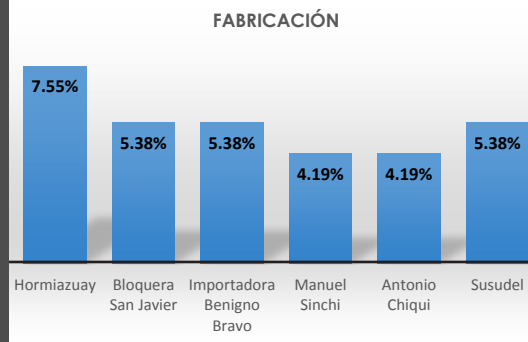
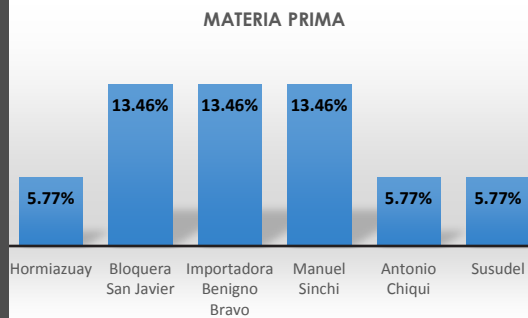
ENCUESTAS A FABRICANTES					
A	LEGISLACIÓN AMBIENTAL		SÍ	NO	OTROS
A1.1	Cumplimiento de la legislación ambiental del material			X	
A1.2	Cumplimiento de la legislación ambiental de la materia prima			X	
A2	Materia prima provista por otros solicita que se cumpla con la ley ambiental			X	
B	REQUISITOS GENERALES		SÍ	NO	OTROS
B1	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las máquinas utilizadas.	X			
B2	Identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento, para evitar y controlar los de carácter significativo	X			
B3	Los solventes utilizados para limpiar las máquinas no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono	X			
B4	Para la producción no emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extintores que contengan CFC Y HCFC	X			
C	GESTIÓN DE PROVEEDORES		SÍ	NO	OTROS
C1	Consideraciones ambientales en la compra de productos para la fabricación			X	
C2	Dar prioridad a los proveedores que demuestren compromisos con la protección del medio ambiente			X	
C3	Verificar la idoneidad y legalidad de los proveedores que contrata	X			
C4	Exigencias de empaques optimizados a proveedores			X	
C5	Programa de recolección o empaques degradables	X			

Gráfico 1.



De acuerdo a las encuestas y seguimientos realizados a los principales fabricantes de material para mampostería de ladrillo y bloque, se han obtenido los siguientes resultados, según la ponderación y el cumplimiento de la NTC 6033.

El resultado de las encuestas realizadas a las fábricas se visualiza en el Anexo B.



MATERIA PRIMA	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	TOTAL
		2.47%	1.48%	2.96%	2.26%	1.58%	2.53%	3.24%
BLOQUERAS								
Hormiazuay	0%	0%	0%	0%	0%	2.53%	3.24%	5.77%
Bloquera San Javier	2.47%	0%	2.96%	2.26%	0%	2.53%	3.24%	13.46%
Importadora Benigno Bravo	2.47%	0%	2.96%	2.26%	0%	2.53%	3.24%	13.46%
LADRILLERAS								
Manuel Sinchi	2.47%	0%	2.96%	2.26%	0%	2.53%	3.24%	13.46%
Antonio Chiqui	0%	0%	0%	0%	0%	2.53%	3.24%	5.77%
Susudel	0%	0%	0%	0%	0%	2.53%	3.24%	5.77%

Figura 1.

FABRICACIÓN	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	TOTAL
		0.87%	1.30%	1.19%	1.80%	2.10%	2.32%	2.07%	1.87%	2.76%
BLOQUERAS										
Hormiazuay	0.87%	1.30%	1.19%	0%	0%	2.32%	0%	1.87%	0%	7.55%
Bloquera San Javier	0%	0%	1.19%	0%	0%	2.32%	0%	1.87%	0%	5.38%
Importadora Benigno Bravo	0%	0%	1.19%	0%	0%	2.32%	0%	1.87%	0%	5.38%
LADRILLERAS										
Manuel Sinchi	0%	0%	0%	0%	0%	2.32%	0%	1.87%	0%	4.19%
Antonio Chiqui	0%	0%	0%	0%	0%	2.32%	0%	1.87%	0%	4.19%
Susudel	0%	0%	1.19%	0%	0%	2.32%	0%	1.87%	0%	5.38%

Figura 2.

APTITUD PARA EL USO	I1	TOTAL
		16.10%
BLOQUERAS		
Hormiazuay	16.10%	16.10%
Bloquera San Javier	16.10%	16.10%
Importadora Benigno Bravo	16.10%	16.10%
LADRILLERAS		
Manuel Sinchi	16.10%	16.10%
Antonio Chiqui	16.10%	16.10%
Susudel	16.10%	16.10%

Figura 3.

Figura 1. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio MATERIA PRIMA.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Ninguno de los fabricantes cumple con el 100% de los sub-criterios de la materia prima, todos los fabricantes analizados cumplen con el sub-criterio **D7** que es el más importante de acuerdo a la jerarquización. Los sub-criterios que no se cumplen por ningún fabricante **D2** y **D5**, son los de menor valor. Este cumplimiento es tomado en cuenta para la categorización de la Etiqueta Ambiental Tipo I.

Figura 2. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio FABRICACIÓN.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Ninguno de los fabricantes cumplen con los sub - criterios **E9**, **E7**, **E5** y **E4** que son de mayor valorización, por lo tanto estos sub-criterios son tomados en cuenta para la categorización de la Etiqueta Ambiental Tipo I.

Figura 3. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio APTITUD PARA EL USO.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Todos los fabricantes cumplen el 100% con el criterio **I1**, que es uno de los criterios de mayor valorización de acuerdo a la jerarquización de la NTC 6033. Todos los fabricantes deben cumplir al 100% con este criterio.



Figura 4. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

El sub-criterio **H4** de menor valorización cumplen todos los fabricantes. El sub-criterio **H2** de mayor valorización cumple únicamente la fábrica HORMIAZUAY de todos los fabricantes analizados. El sub-criterios **H3** de alta valorización no cumple ningún fabricante. Estos sub-criterios son tomados en cuenta para la categorización de la Etiqueta Ambiental Tipo I.

INFORMACIÓN PRODUCTO	DEL	H1	H2	H3	H4	H5	TOTAL
			2.05%	2.57%	2.31%	1.52%	1.81%
BLOQUERAS							
Hormiazuay		2.05%	2.57%	0%	1.52%	0%	6.14%
Bloquera San Javier		0%	0%	0%	1.52%	0%	1.52%
Importadora Benigno Bravo		0%	0%	0%	1.52%	0%	1.52%
LADRILLERAS							
Manuel Sinchi		0%	0%	0%	1.52%	0%	1.52%
Antonio Chiqui		0%	0%	0%	1.52%	0%	1.52%
Susudel (Enrique Ñaguazo)		0%	0%	0%	1.52%	0%	1.52%

Figura 4.

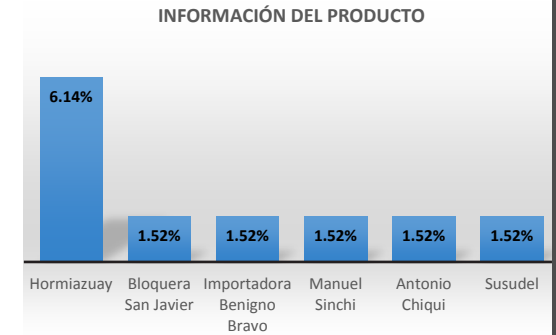


Figura 5. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio LEGISLACIÓN AMBIENTAL

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

La fábrica de bloques San Javier, y la ladrillera de Manuel Sinchi, cumplen con el 100% de los sub-criterios, por lo que se demuestra que las ladrilleras y bloqueras pueden cumplir con la Legislación Ambiental.

LEGISLACIÓN AMBIENTAL	A1	A2	TOTAL
		6.56%	3.42%
BLOQUERAS			
Hormiazuay	0.00%	0%	0.00%
Bloquera San Javier	6.56%	3.42%	9.98%
Importadora Benigno Bravo	0.00%	0%	0.00%
LADRILLERAS			
Manuel Sinchi	6.56%	3.42%	9.98%
Antonio Chiqui	0%	0%	0.00%
Susudel (Enrique Ñaguazo)	0%	0%	0.00%

Figura 5.

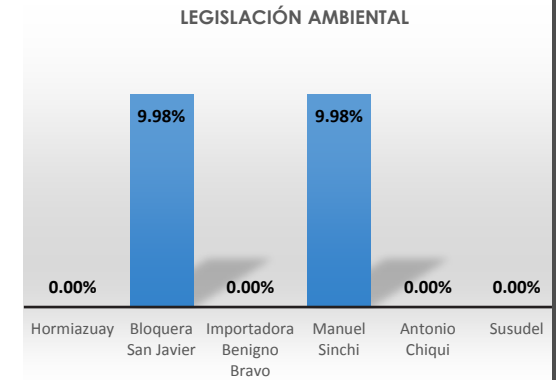


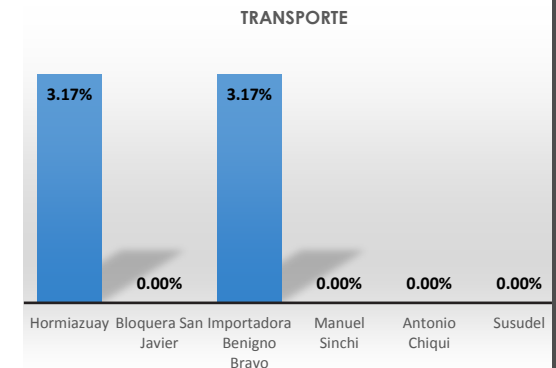
Figura 6. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio TRANSPORTE

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Los fabricantes analizados no cumplen con los sub-criterios G2 y G3. Se puede evidenciar que el criterio de Transporte no está tomado en cuenta por parte de los fabricantes.

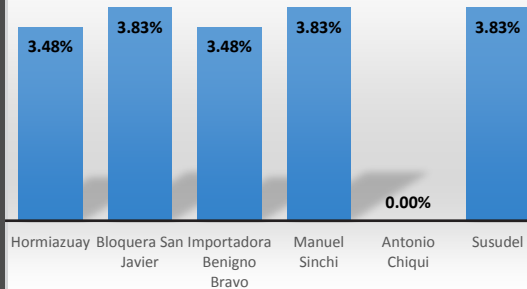
TRANSPORTE	G1	G2	G3	TOTAL
		3.17%	2.29%	3.11%
BLOQUERAS				
Hormiazuay	3.17%	0%	0%	3.17%
Bloquera San Javier	0%	0%	0%	0.00%
Importadora Benigno Bravo	3.17%	0%	0%	3.17%
LADRILLERAS				
Manuel Sinchi	0%	0%	0%	0.00%
Antonio Chiqui	0%	0%	0%	0.00%
Susudel (Enrique Ñaguazo)	0%	0%	0%	0.00%

Figura 6.

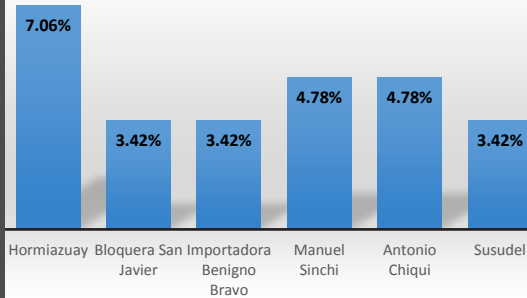




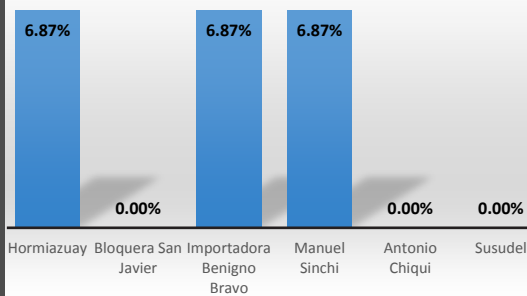
GESTIÓN DE PROVEEDORES



REQUISITOS GENERALES



EMPAQUE Y EMBALAJE



GESTIÓN DE PROVEEDORES	DE	C1	C2	C3	C4	C5	TOTAL
		1.59%	1.89%	1.94%	1.40%	1.54%	8.36%
BLOQUERAS							
Hormiazuary		0%	0%	1.94%	0%	1.54%	3.48%
Bloquera San Javier		0%	1.89%	1.94%	0%		3.83%
Importadora Benigno Bravo		0%	0%	1.94%	0%	1.54%	3.48%
LADRILLERAS							
Manuel Sinchi		0%	1.89%	1.94%	0%	0%	3.83%
Antonio Chiqui		0%	0%	0%	0%	0%	0.00%
Susudel (Enrique Iñaguazo)		0%	1.89%	1.94%	0%	0%	3.83%

Figura 7.

REQUISITOS GENERALES	B1	B2	B3	B4	TOTAL
	1.36%	2.28%	1.46%	1.96%	7.06%
BLOQUERAS					
Hormiazuary	1.36%	2.28%	1.46%	1.96%	7.06%
Bloquera San Javier	0%	0%	1.46%	1.96%	3.42%
Importadora Benigno Bravo	0%	0%	1.46%	1.96%	3.42%
LADRILLERAS					
Manuel Sinchi	1.36%	0%	1.46%	1.96%	4.78%
Antonio Chiqui	1.36%	0%	1.46%	1.96%	4.78%
Susudel (Enrique Iñaguazo)	0%	0%	1.46%	1.96%	3.42%

Figura 8.

EMPAQUE Y EMBALAJE	F1	F2	F3	TOTAL
	2.70%	2.20%	1.97%	6.87%
BLOQUERAS				
Hormiazuary	2.70%	2.20%	1.97%	6.87%
Bloquera San Javier	0%	0%	0%	0.00%
Importadora Benigno Bravo	2.70%	2.20%	1.97%	6.87%
LADRILLERAS				
Manuel Sinchi	2.70%	2.20%	1.97%	6.87%
Antonio Chiqui	0%	0%	0%	0.00%
Susudel (Enrique Iñaguazo)	0%	0%	0%	0.00%

Figura 9.

Figura 7. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio GESTIÓN DE PROVEEDORES

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

La mayoría de fabricantes cumplen con el sub-criterio C3 de mayor valorización. Ningún fabricante cumple con el sub-criterio C4 de menor valorización. Los valores de los sub-criterios no varían entre ellos, por lo tanto se deberían tomar en cuenta todos.

Figura 8. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio REQUISITOS GENERALES

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según los resultados se evidencia que todos los sub-criterios pueden ser cumplidos por parte de los fabricantes de bloque y ladrillo.

Figura 9. Gráfico de cumplimiento de la NTC 6033 del criterio EMPAQUE Y EMBALAJE

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Los fabricantes tanto de ladrillo como bloque, con mayor demanda de material, cumplen con el sub-criterio F3. Los fabricantes con menor demanda no cumplen debido a que no presenta ningún tipo de empaque y embalaje.



2.5.2 Resultados del cumplimiento de la NTC 6033 de las fábricas de ladrillo y bloque.

Los siguientes resultados muestran la suma de valores ponderados según la norma NTC - 6033 de las fábricas analizadas de ladrillo y bloque. (Las encuestas de todas las fábricas se encuentran en el Anexo C

Figura 10. Resultado de cumplimiento de la NTC 6033 de la fábrica de bloques HORMIAZUAY

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según los resultados obtenidos para el cumplimiento de la categorización de la NTC 6033, la fábrica de bloques Hormiazuay no cumple con ninguna categoría que sería el mínimo del 75%. Existe un desequilibrio en el cumplimiento de los criterios de mayor jerarquización que son los que no se cumplen al 100% respecto a los de menor jerarquía.

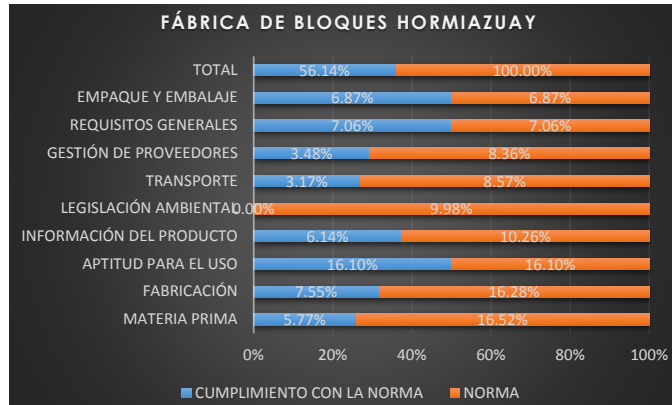


Figura 10.

Figura 11. Resultado de cumplimiento de la NTC 6033 de la fábrica de bloques SAN JAVIER

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según los resultados obtenidos, para el cumplimiento de la categorización de la NTC 6033, la fábrica de bloques SAN JAVIER no cumple con ninguna categoría que sería el mínimo del 75%. La fábrica cumple en mayor porcentaje con los criterios de mayor jerarquización de la norma, comparado con los de menor jerarquización que hay un menor cumplimiento.

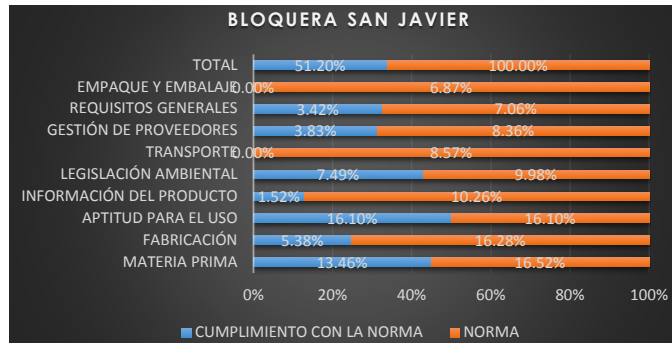


Figura 11.

Figura 12. Resultado de cumplimiento de la NTC 6033 de la fábrica de bloques BENIGNO BRAVO

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según los resultados obtenidos para el cumplimiento de la categorización de la NTC 6033, la fábrica de bloques BENIGNO BRAVO no cumple con ninguna categoría que sería el mínimo del 75%. La fábrica cumple en mayor y menor medida con los criterios de mayor jerarquización y en mejor porcentaje los de menor jerarquización.

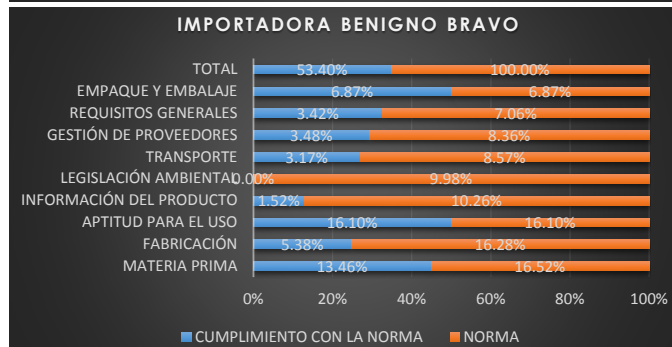


Figura 12.

FÁBRICA DE BLOQUES HORMIAZUAY	CUMPLIMIENTO CON LA NORMA	NORMA
MATERIA PRIMA	5.77%	16.52%
FABRICACIÓN	7.55%	16.28%
APTITUD PARA EL USO	16.10%	16.10%
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	6.14%	10.26%
LEGISLACIÓN AMBIENTAL	0.00%	9.98%
TRANSPORTE	3.17%	8.57%
GESTIÓN DE PROVEEDORES	3.48%	8.36%
REQUISITOS GENERALES	7.06%	7.06%
EMPAQUE Y EMBALAJE	6.87%	6.87%
TOTAL	56.14%	100.00%

BLOQUERA SAN JAVIER	CUMPLIMIENTO CON LA NORMA	NORMA
MATERIA PRIMA	13.46%	16.52%
FABRICACIÓN	5.38%	16.28%
APTITUD PARA EL USO	16.10%	16.10%
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	1.52%	10.26%
LEGISLACIÓN AMBIENTAL	7.49%	9.98%
TRANSPORTE	0.00%	8.57%
GESTIÓN DE PROVEEDORES	3.83%	8.36%
REQUISITOS GENERALES	3.42%	7.06%
EMPAQUE Y EMBALAJE	0.00%	6.87%
TOTAL	51.20%	100.00%

BLOQUERA IMPORTADORA BENIGNO BRAVO	CUMPLIMIENTO CON LA NORMA	NORMA
MATERIA PRIMA	13.46%	16.52%
FABRICACIÓN	5.38%	16.28%
APTITUD PARA EL USO	16.10%	16.10%
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	1.52%	10.26%
LEGISLACIÓN AMBIENTAL	0.00%	9.98%
TRANSPORTE	3.17%	8.57%
GESTIÓN DE PROVEEDORES	3.48%	8.36%
REQUISITOS GENERALES	3.42%	7.06%
EMPAQUE Y EMBALAJE	6.87%	6.87%
TOTAL	53.40%	100.00%



LADRILLERA MANUEL SINCHI	CUMPLIMIENTO CON LA NORMA	NORMA
MATERIA PRIMA	13.46%	16.52%
FABRICACIÓN	4.19%	16.28%
APTITUD PARA EL USO	16.10%	16.10%
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	1.52%	10.26%
LEGISLACIÓN AMBIENTAL	7.49%	9.98%
TRANSPORTE	0.00%	8.57%
GESTIÓN DE PROVEEDORES	3.83%	8.36%
REQUISITOS GENERALES	4.78%	7.06%
EMPAQUE Y EMBALAJE	6.87%	6.87%
TOTAL	58.24%	100.00%

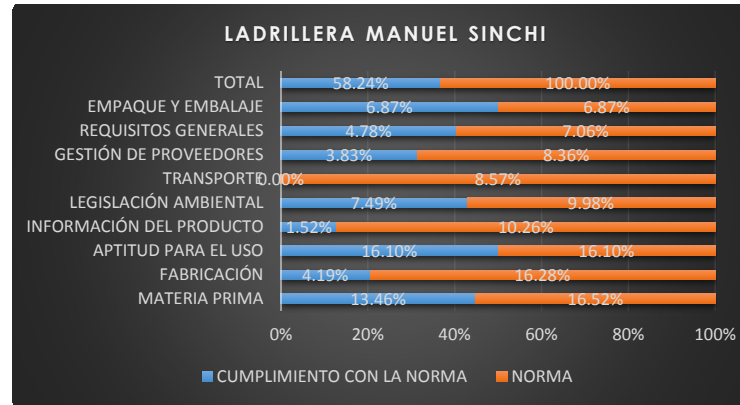


Figura 13.

LADRILLERA ANTONIO CHIQUI	CUMPLIMIENTO CON LA NORMA	NORMA
MATERIA PRIMA	5.77%	16.52%
FABRICACIÓN	4.19%	16.28%
APTITUD PARA EL USO	16.10%	16.10%
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	1.52%	10.26%
LEGISLACIÓN AMBIENTAL	0.00%	9.98%
TRANSPORTE	0.00%	8.57%
GESTIÓN DE PROVEEDORES	0.00%	8.36%
REQUISITOS GENERALES	4.78%	7.06%
EMPAQUE Y EMBALAJE	0.00%	6.87%
TOTAL	32.36%	100.00%

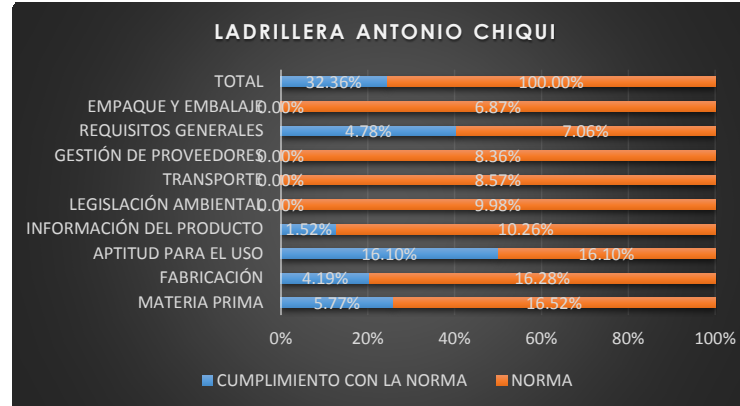


Figura 14.

LADRILLERA SUSUDEL	CUMPLIMIENTO CON LA NORMA	NORMA
MATERIA PRIMA	5.77%	16.52%
FABRICACIÓN	5.38%	16.28%
APTITUD PARA EL USO	16.10%	16.10%
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	1.52%	10.26%
LEGISLACIÓN AMBIENTAL	0.00%	9.98%
TRANSPORTE	0.00%	8.57%
GESTIÓN DE PROVEEDORES	3.83%	8.36%
REQUISITOS GENERALES	3.42%	7.06%
EMPAQUE Y EMBALAJE	0.00%	6.87%
TOTAL	36.02%	100.00%

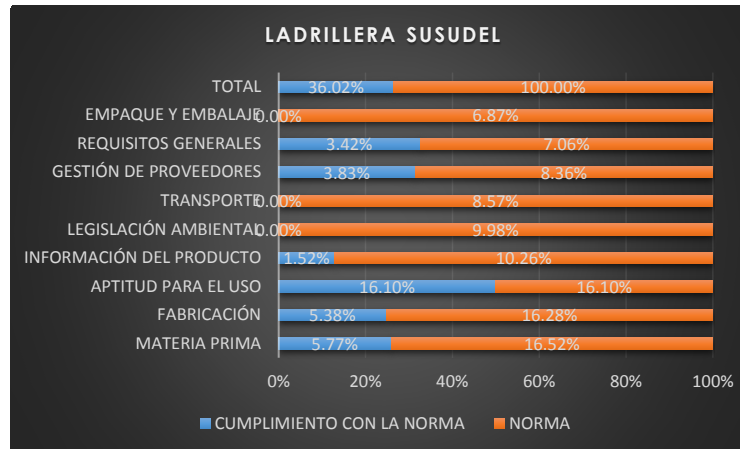


Figura 15.

Figura 13. Resultado de cumplimiento de la NTC 6033 de la fábrica de ladrillos MANUEL SINCHI
Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según los resultados obtenidos para el cumplimiento de la categorización de la NTC 6033, la fábrica de ladrillos MANUEL SINCHI no cumple con ninguna categoría que sería el mínimo del 75%. La fábrica cumple en mayor y menor medida con los criterios de mayor jerarquización y en mejor porcentaje los de menor jerarquización.

Figura 14. Resultado de cumplimiento de la NTC 6033 de la fábrica de ladrillos ANTONIO CHIQUI
Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según los resultados obtenidos para el cumplimiento de la categorización de la NTC 6033, la fábrica de ladrillos ANTONIO CHIQUI no cumple con ninguna categoría que sería el mínimo del 75%. La fábrica cumple en menor porcentaje los criterios de la norma e incluso el cumplimiento de algunos criterios es nulo.

Figura 15. Resultado de cumplimiento de la NTC 6033 de la fábrica de ladrillos SUSUDEL
Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.

Según los resultados obtenidos, para el cumplimiento de la categorización de la NTC 6033, la fábrica de ladrillos SUSUDEL no cumple con ninguna categoría que sería el mínimo del 75%. La fábrica cumple en menor porcentaje los criterios de la norma e incluso el cumplimiento de algunos criterios es nulo.



Al analizar los fabricantes de ladrillo, el que ocasiona el menor impacto ambiental según el cumplimiento de los criterios ambientales ponderados de la NTC 6033 es la ladrillera del Sr. Manuel Sinchi con **58.24%**, y para las fábricas de bloque el que menor impacto ambiental ocasiona es Hormiazuay con **56.14%**.

El cumplimiento de los criterios ambientales de los fabricantes de bloque y ladrillo depende de la demanda del material en el mercado, así como de la maquinaria y el tipo de producción del material. Las fábricas de mayor demanda de ladrillo en el proceso de producción cuentan con mayor tecnología en su maquinaria, esto no sucede con los fabricantes de menor demanda, lo que ocasiona que no se interesen en el cumplimiento de los diferentes criterios jerarquizados de la norma.

Existen criterios ambientales, como el "Empaque y embalaje", que se cumplen por algunos fabricantes debido a: la gran demanda del material, la facilidad de transporte para evitar el fraccionamiento del material durante el manejo y traslado, y que exista desperdicios, significando el gasto energético innecesario que tuvo el material; y los que no cumplen con este criterio es porque no realizan el procedimiento de empaque y embalaje.

Todos los fabricantes cumplen con uno de los criterios de mayor jerarquización de la norma NTC 6033 que es la "Aptitud para el uso", que tiene que ver con el cumplimiento técnico para el uso del material referente a las normas técnicas internacionales y locales, por otro lado descuidan los criterios y consideraciones ambientales para cumplir su aptitud, de acuerdo a la demanda actual del material.

Según el análisis los fabricantes estudiados no cumplen en su totalidad con algunos criterios de la NTC 6033, por lo que se evidencia que ninguno alcanza la categoría mínima estándar correspondiente al 75%, obtenidas en la valoración según el proceso de análisis jerárquico PAJ. Si todos los fabricantes de material para ladrillo y bloque cumplieran con los criterios que si alcanzan entre sí, se pudiera obtener por lo menos esta categoría.

Al cumplir con la categoría: mínima estándar (75%), se garantiza la reducción satisfactoria del impacto ambiental ocasionado por los materiales (ladrillo y bloque), ya que, al acatar la mayoría de requisitos ambientales de la NTC 6033 se cumple con el objetivo general de la ecoetiqueta que es reducir el impacto negativo al entorno.

CONCLUSIÓN



C A P Í T U L O 3

PROPUESTA DE UNA ETIQUETA AMBIENTAL TIPO I PARA
MATERIALES DE MAMPOSTERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN
TRADICIONAL (LADRILLO Y BLOQUE)



Los criterios y requisitos ambientales que están establecidos en la NTC 6033 se han realizado por varios profesionales (ingenieros en varias ramas), fabricantes, instituciones públicas y privadas, normativas, etc; otorgando mayor credibilidad a la norma, la cual se ha enfocado en criterios ambientales múltiples obtenidos a partir de un balance ambiental que resalta varios aspectos claves como: uso racional de recursos, ahorro y uso eficiente de agua y energía, reciclaje y reducción de residuos, etc. Al tener en cuenta estos importantes aspectos, se hace pertinente tomar los criterios ambientales de la NTC 6033 y aplicarlos al medio.

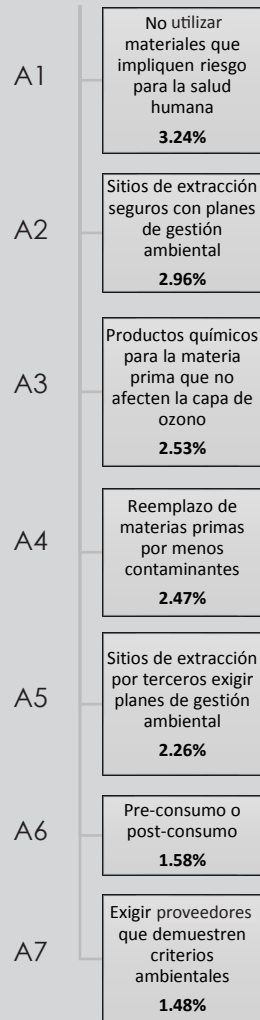
Según el análisis del cumplimiento de los criterios ambientales de los fabricantes de bloque y ladrillo con la Norma Técnica Colombiana NTC 6033, y de acuerdo a las visitas realizadas, se plantea una propuesta con los requisitos ambientales detallados para la obtención de una Etiqueta Ambiental Tipo I de los materiales de mampostería en la construcción tradicional.

Para la Etiqueta Ambiental Tipo I se proponen 3 categorías: Buenas Prácticas con 89% - 100%, Intermedio 75% - 89% y Estándar el 75%; porcentajes que deben alcanzar cada uno de los fabricantes del material, tanto de ladrillo como de bloque. De acuerdo a la experiencia y los datos obtenidos en las visitas a las fábricas de materiales, se ha establecido que todos los fabricantes pueden cumplir con el 75% de criterios ambientales correspondiente a una categoría mínima Estándar para la producción de los materiales.

La propuesta está formada por 9 criterios ambientales principales y 39 sub-criterios jerarquizados con su respectiva valoración y jerarquización, como se muestra en la figura 28 de la página 111. Se han tomado como referencia los criterios ambientales de la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 para la elaboración de la propuesta.



3.1 MATERIA PRIMA (A) 16.52%



3.1.1 Materiales que implican riesgo para la salud humana. (A1)

Los materiales para mampostería (ladrillo y bloque) no deben utilizar:

- Asbestos ni otras sustancias que impliquen riesgo para la salud humana durante su vida útil. PBBs (Polibromobifenilos)¹, PBDEs (polibromodienil éteres)².
- Colorantes Tipo Azo³ en aquellos componentes que puedan estar en contacto con la piel. En caso de emplear dichos colorantes se debe demostrar que los componentes en los que se usan no estarán en contacto con la piel.
- Sustancias Tóxicas o Venenosas: aquellos materiales sólidos o líquidos que al contacto o inhalación de vapores, pueden causar efectos graves a la salud humana. Las sustancias tóxicas en los materiales de construcción pueden encontrarse en: hormigones y cementos, desencofrantes, aminiatos, poliuretanos, resinas, pinturas barnices y disolventes. La figura 1 muestra las principales sustancias tóxicas utilizadas en la fabricación de diferentes materiales.

Sustancia	Usos más frecuentes	Toxicidad aguda	Toxicidad crónica
Amianto	Fabricación uralita Aislantes térmicos Fabricación frenos Textil Construcción	No tiene	Asbestosis Cáncer
Cloruro de vinilo	Inyección de plásticos Marcos de ventana Fontanería Fabricación de piezas de automóviles y barcos	Somnolencia Irritación piel y mucosa	Cáncer de hígado Lesión: huesos de la mano, de hígado Alteraciones de la piel
Monóxido de carbono	Fabricación, distribución de gas Garajes, aparcamientos subterráneos, bomberos Soldadura acetilénica Industria química	Dolor de cabeza Asfixia	Enfermedades cardíacas Enf. del sistema nervioso
Plomo y derivados	Fabricación y uso de pinturas, barnices, esmaltes, cerámicas, baterías, etc. Estabilización de plásticos Soldadura	Con tetraetil de plomo: Encefalopatía, delirios, alucinaciones Coma	Plomo inorgánico: Cólico, anemia, enf. s. nervioso y renal Tetraetil plomo: Irritabilidad, jaqueca Náuseas, vómitos, dolor abdominal

Figura 1. Principales sustancias tóxicas utilizados en la fabricación de materiales.

Fuente: istas.net/web/index.asp?idpagina=3459

1. Los PBB Son sustancias sólidas o cerosas a temperatura ambiente. Son prácticamente insolubles en agua y sumamente resistentes a la degradación.

Fuente: Aguilera, L. H. (2010). La basura electrónica y la contaminación ambiental. Enfoque UTE, 1(1), p. 46

2. Los PBDEs Son químicos ambientalmente persistentes, algunos altamente bioacumulativos y con capacidad de interferir en el desarrollo normal del cerebro de los animales.

Fuente: Aguilera, L. H. (2010). La basura electrónica y la contaminación ambiental. Enfoque UTE, 1(1), p. 46

3. El término azo se aplica a los colorantes sintéticos orgánicos que presentan el grupo cromóforo azo (-N=N-).

Fuente: Quezada, M., & Buitrón, G. (1996). BIODEGRADACIÓN AEROBIA DE COLORANTES TIPO AZO (ROJO ÁCIDO 151). México, 4.



3.1.2 Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental (A2).

Los sitios de extracción de los cuales se obtengan materias primas para la fabricación, deben cumplir los objetivos de la Ley de Minería N° 45 (Registro oficial suplemento 517)¹ reformada por la Constitución de la República del Ecuador. La ley administra, regula, controla, y gestiona el sector estratégico minero, de conformidad con los principios de sostenibilidad, precaución, prevención y eficiencia. (TRIBUNAL CONSTITUCIONAL DEL ECUADOR & MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2009)

La Ley de Minería N° 45 (Registro oficial suplemento 517) reformada por la Constitución de la República del Ecuador contempla los requisitos básicos para el inicio de cualquier actividad minera (exploración, explotación, refinamiento, comercialización) promoviendo los principios de minimización de impactos ambientales y de daños sociales. (TRIBUNAL CONSTITUCIONAL DEL ECUADOR & MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2009)

Los sitios para la extracción de la materia prima deben tener un plan con indicadores de gestión, para minimizar el impacto ambiental que se produzca en las etapas de inicio y finalización del uso del sitio, algunas recomendaciones para minimizar este impacto son:

- Contaminación por ruido, en el proceso de fabricación del material.
- Afectación por vibración y voladuras, si aplica.
- Contaminación por material particulado.
- Vertimientos a agua superficial, subterránea, océanos o suelo.
- Plan de reducción del impacto visual y paisajístico.
- Cuando se hayan finalizado los trabajos de extracción de materia prima, es decir, se debe implementar un plan de restauración de la mina (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013).

3.1.3 Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono (A3).

“Los productos químicos usados en la manufactura de materiales para mampostería deben tener un factor de potencial de afectación de la capa de ozono (ODP - Ozone Depletion Potential) igual a cero” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 6).

1. Los objetivos de la Ley de Minería es regular la administración en la ejecución de los procesos previos a una exploración de yacimientos, productos del subsuelo y demás minerales, el control, regulación y gestión de la minería pequeña, artesanal y a gran escala, mediante los principios de sostenibilidad, precaución, prevención y eficacia.

Fuente: Romero Añazco, V. D. (2014). La ley de minería del Ecuador y su aplicación en los ríos Pache y río Amarillo, por la explotación minera en los cantones Portovelo y Zaruma de la provincia del Oro-Ecuador.



Según el Protocolo de Montreal¹ algunos productos químicos controlados que afectan la capa de ozono son: hidrocarburos clorinados, fluorinados o brominados e incluyen:

- Clorofluorocarbonos (CFC)
- Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)
- Halones
- Hidrobromofluorocarbonos (HBFC)
- Bromoclorometano
- Metilcloroformo
- Tetracloruro de carbono
- Bromuro de metilo (El PNUMA, 2010).

En la figura 2 se determinan las sustancias que miden cuánto ozono estratosférico puede ser destruido por una sustancia comparada con el CFC-11, cuyo Potencial del Agotamiento del Ozono (PAO) es 1.0 (El PNUMA, 2010).

Sustancias	Valor de PAO
CFC-12	1,0
Halon-1301	10,0
Tetracloruro de carbono	1,1
Metilcloroformo	0,1
HCFC-22	0,055
HBFC-22B1	0,74
Bromoclorometano	0,12
Bromuro de metilo	0,6

Figura 2.

3.1.4 Sifios de extracción por terceros, exigir planes de gestión ambiental (A4).

Si la extracción de materias primas es realizada por terceros, la organización encargada de la fabricación de los materiales para mampostería debe exigir a los proveedores de dichas materias primas, el cumplimiento con los criterios de la Ley de Minería N° 45 (Registro oficial suplemento 517) reformada por la Constitución de la República del Ecuador, y los requisitos del numeral 3.1.2 (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013).

Figura 2. Ejemplos de sustancia de PAO .

Fuente: El PNUMA (2010). TRATADOS INTERNACIONALES PARA LA PROTECCIÓN DE LA CAPA DE OZONO.

1. *Protocolo de Montreal 2016-2050. Es un protocolo de la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, limita, controla y regula la producción, el consumo y el comercio de sustancias que contaminan y destruyen la capa de ozono.*

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Montreal



3.1.5 Reemplazo de materia prima por menos contaminantes (A5).

“La organización debe establecer un procedimiento para identificar permanentemente los impactos ambientales negativos significativos de las materias primas e insumos y establecer acciones que permitan prevenir, mitigar o controlar el impacto negativo asociado” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 6).

Los fabricantes de materiales deben preferir el uso de materia prima proveniente de las cercanías al lugar donde se elabora el producto, los mismos deben cumplir con la Ley de Minería N° 45 (Registro oficial suplemento 517) reformada por la Constitución de la República del Ecuador.

3.1.6 Post-consumo (A6).

Los materiales para mampostería deben incorporar como parte de sus materias primas post-consumo¹ generados dentro del propio proceso de fabricación o que procedan de otros procesos o actividades. Los desperdicios y los materiales defectuosos en la producción sean utilizados nuevamente como materia prima para elaborar el material y así no generar residuos, ya sea mediante trituración o disgregación del material seco y fresco, respectivamente (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013).

Utilizar materiales que tengan características técnicas y compatibilidad con la materia prima para la producción e incluso que, el material mismo en etapa de derrocamiento de una mampostería, sea aprovechado para la fabricación del mismo. Reutilización de la materia prima desperdiciada en el proceso de fabricación de los materiales de mampostería.

3.1.7 Proveedores de material con criterio ambiental (A7).

Exigir a los proveedores de materia prima y de material para mampostería que el material tenga buenas prácticas en los procesos de extracción y fabricación y que puedan ser verificadas por la organización. (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013).

En la figura 12 de la Gestión de Proveedores en el capítulo 3.7 de Criterios de compra con consideración ambiental, se detalla los criterios ambientales que deben cumplir los proveedores de materia prima.

1. Post -Consumo. Después de su uso por parte del usuario. Materiales o productos terminados que han servido a su uso y han sido desviados o recuperados de entre desechos destinados a su eliminación definitiva, habiendo completado su vida como producto de consumo.

Fuente: <http://diccionario-internacional.com/>



3.2 FABRICACIÓN (B) 16.27 %

B1	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual. 2.76%
B2	Plan de gestión integral de residuos 2.32%
B3	Plan para el ahorro y uso eficiente de agua, registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción 2.10%
B4	Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente 2.07%
B5	Los residuos deben ser reciclados o aprovechados por terceros 1.87%
B6	Plan para el uso eficiente de energía, registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción 1.80%
B7	Plan de respuesta ante derrames de sustancias peligrosas 1.30%
B8	Plan de control de emisiones de material particulado 1.19%
B9	Almacenamiento de sustancias peligrosas en diques de contención 0.87%

3.2.1 Identificar e implementar un programa para las fuentes de contaminación (B1).

“Se deben identificar y caracterizar las fuentes de contaminación atmosférica, auditiva y visual en el proceso de fabricación de los bloques o ladrillos (Sin considerar comercialización y entrega del producto). A partir de este, las fábricas de mampostería deben, establecer, implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 7).

La figura 3 identifica y prioriza el impacto ambiental (visual, atmosférico y auditivo), e implementa un plan de acción basado en el proceso de mantenimiento y fabricación del ladrillo y bloque.

PLAN DE ACCIÓN PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL									
Acciones para disminuir el impacto ambiental									
Maquinaria utilizada	Identificar y priorizar impacto ambiental	Valorar impacto ambiental	Cumplir manera rigurosa el mantenimiento	Reemplazar maquinaria en mal estado	Reemplazar maquinaria que cumpla ya su vida útil	Seguir todas las instrucciones de la maquinaria	Optimización para uso de horno en ladrillos	Optimización cámara de curado en bloques	Disminuir impacto visual
Preparar una lista con toda la maquinaria	Atmosférico, visual o auditivo	Alto, medio, bajo				Cuidado, instalación, protección etc.			La fábrica no se debe visualizar desde cualquier punto. Implementar un cerramiento a lo largo de todo su perfil.

Figura 3.

3.2.2 Plan de gestión integral de residuos (B2).

“Se debe llevar un registro de la cantidad mensual y tipo de residuos que se generan por unidad de producción (Se deben considerar todas las actividades desarrolladas por la organización para la producción, comercialización y entrega del producto). A partir de estas mediciones se debe diseñar, establecer e implementar un plan de gestión integral de dichos residuos, el cual considere al menos: minimización, separación en la fuente, transporte interno, almacenamiento, presentación diferenciada, aprovechamiento, y disposición de los residuos” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 7).

Figura 3. Plan de acción para disminuir el impacto ambiental.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca



El plan de gestión integral de residuos consiste en:

- Reutilización de los residuos en el proceso de fabricación del material de mampostería, en el cual, la materia prima desperdiciada se separa del resto de los residuos, se limpia y se reincorpora al proceso.
- Sustitución de materias primas que generan residuos durante la fabricación de bloques o ladrillos.
- Devolución de los residuos: se lo realiza con el fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitirán su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada. En la ciudad de Cuenca “EMAC” es la empresa que se encarga en recibir estos residuos peligrosos, la cual se detalla en el capítulo 3.2.4.
- Aprovechamiento y/o valorización: es el proceso de recuperar el poder calorífico¹ de los bloques o ladrillos que componen los residuos o desechos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.
- Reutilización de un residuo conjuntamente con otros materiales para producir el bloque o ladrillo, sin perder sus características técnicas.
- Mantener los residuos de materia prima o desechos peligrosos y los residuos despreciables, es decir, los que no se puedan volver a reutilizar en lugares especiales (UNAD, 2005).

La figura 4 determina el porcentaje por unidad de producción para los residuos generados en la producción del bloque y ladrillo.

Figura 4. Registro de la cantidad mensual y tipo de residuos que se generan por unidad de producción.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca

REGISTRO DE LA CANTIDAD MENSUAL Y TIPO DE RESIDUOS QUE SE GENERAN POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN				
TIPO DE RESIDUO	ESTADO (Sólido - líquido)	# PRODUCCIÓN (ladrillo-bloque) MES	# DE LADRILLOS O BLOQUES DAÑADOS	% POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Figura 4.

1. El poder calorífico es la cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producirse una reacción química de oxidación.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Poder_calorífico



3.2.3 Plan para el uso eficiente de agua.(B3)

“Se debe mantener un registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción (Se deben considerar todas las actividades desarrolladas por la organización para la producción incluyendo consumo de las áreas administrativas) y a partir de ello se debe diseñar, establecer e implementar un plan para el ahorro y uso eficiente de agua en el cual debe definir claramente metas de reducción, los periodos de tiempo para alcanzar estas metas, los responsables y las actividades para su logro” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 7).

A continuación se detallan las diferentes fases para el ahorro y uso eficiente de agua:

- Se da lecturas al consumo de agua por cada zona en la fábrica por ejemplo: fabricación, curado de materiales, protección de materiales, administración, etc.
- Se prioriza las zonas, y se calcula en porcentaje de agua que consume cada zona con relación al total del consumo.
- Con base en la información se realizan gráficos para determinar cuál fue la zona de mayor consumo, posterior se tomarán medidas para reducir el porcentaje de consumo.
- Finalmente, luego de identificar las zonas principales de consumo, es decir, el Pareto¹ del problema, se verifica y prioriza la zona de mayor y menor consumo de agua (UNAD, 2005).

Al determinar las zonas, en las cuales se suministra de mayor y menor medida el agua, se establecen algunas estrategias para optimizar el proceso de producción de los materiales de mampostería:

- Aprovechamiento del agua lluvia.
- Aprovechamiento del agua proveniente de ríos, quebradas y vertientes utilizando tanques o diques.
- Reutilización del agua en el proceso.
- Reutilización del agua de un proceso en otro proceso o zona.
- Implementación de tecnologías de ahorro, sensores de apertura y cierre de válvulas de agua, reducción de diámetros de tuberías para mejorar presión y reducir el consumo y utilización de pistolas de cierre automático en las mangueras, etc.

1. El diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite asignar un orden de prioridades.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Pareto



- Implementar un programa para el mantenimiento preventivo y correctivo, para reducir pérdidas por daños en tuberías y válvulas y por escapes en empaques de equipos y tanques.
- Dotar de información necesaria al personal para que se use de manera racional el agua (UNAD, 2005).

3.2.4 Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente (B4).

“Para los residuos peligrosos que se generen durante las etapas de extracción de materiales, producción, fabricación, mantenimiento de equipos y comercialización del bloque y ladrillo, la organización debe disponer de éstos a través de empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente para realizar la gestión de residuos peligrosos de acuerdo con la etapa que ésta que desarrolle” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 7).

Los residuos peligrosos que se generen durante la producción del ladrillo y bloque serán gestionados por parte de las ordenanzas de la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca EMAC EP, que determina en sus capítulos y artículos lo siguiente:

Según el capítulo V que trata de la clasificación de los residuos y desechos sólidos, el artículo VI dispone que, los residuos y desechos sólidos se los clasifica por sus características físicas y químicas en: residuos peligrosos y desechos de construcción y escombros (EMAC EP, 2013).

El artículo VII norma con mayor precisión la clasificación de los residuos, así como las condiciones que deben reunir para su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final (EMAC EP, 2013).

Según el capítulo VI del almacenamiento y recolección de los residuos y desechos, el artículo VIII determina que, *“el almacenamiento de los residuos y desechos sólidos será normado por la EMAC, pero es de responsabilidad de cada ciudadano o entidad el proveerse de los recipientes cuyas características fije esta institución”* (EMAC EP, 2013, p. 1).



3.2.5 Residuos reciclados o aprovechados por terceros (B5).

“La organización debe garantizar que los residuos generados de los materiales para ladrillo y bloque, en cualquiera de las etapas de fabricación sean reciclados o aprovechados por la misma organización o a través de terceros” (Norma Técnica Colombiana NTC-6033, 2013, p. 7). Se determinan las siguientes estrategias para aumentar la reutilización de residuos en la fabricación de materiales:

- Recolección y almacenamiento adecuado de los residuos de mampostería: piezas crudas rotas (producto crudo), piezas cocidas y secas rotas (producto seco y cocido), para su posterior valorización y reutilización in-situ.
- Diseño óptimo del empaque y embalaje, utilizando para el embalaje, máximo aprovechamiento espacial y utilizar o programar las máquinas embaladoras para que optimicen la cantidad de plástico utilizado en cada embalaje.
- Producto seco y cocido: tras su trituración, se puede almacenar en los propios silos de materia prima para su automatización y reincorporación al proceso de fabricación (Ojeda, Cruz, Taboada, & Quetzalli, 2011).

3.2.6 Plan para el uso eficiente de energía (B6).

“Se debe mantener un registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción (Sin considerar los consumos de las áreas administrativas). A partir de ello se debe diseñar, establecer e implementar un plan para el uso eficiente de energía en el cual debe definir claramente metas, los periodos de tiempo para alcanzar estas metas, los responsables y las actividades para su logro. Los consumos de energía eléctrica se deben registrar en kw-h / unidad de producción y los consumos de energía térmica en MJ / Unidad de producción” (Norma Técnica Colombiana NTC-6033, 2013, p. 6).

Para el ahorro y eficiencia energética en la maquinaria que funciona a electricidad y que se utilizan en la elaboración los bloques o ladrillos, se debe automatizar todo su proceso.

A continuación se determinan algunas estrategias para automatizar el proceso de producción de los materiales para mampostería:



- **Medición.** Identificar y monitorear aquellos puntos críticos del proceso con alto consumo energético, como recomendación se debe instalar instrumentos para visualizar los consumos, realizar seguimiento y registrar los datos.
- **Análisis del proceso.** Realizar un análisis del proceso de producción de las máquinas que funcionan a electricidad, revisando: variables, rangos, tolerancias, capacidades para flexibilizar el proceso y buscar la reducción gradual del consumo de energía del mismo.
- **Identificar las posibilidades de ahorro.** Determinar estrategias y soluciones que aprovechen al máximo el rendimiento de la máquina, maximizando el ahorro energético, para ello se puede utilizar reguladores automáticos para el control de temperatura y presión, que permiten controlar la energía, evitando consumir más de lo necesario.
- **Apagar los equipos.** Cuando no se trabaje con las máquinas se debe establecer un procedimiento de apagado de máquinas. Señalizar los lugares estratégicos indicando los equipos que deben quedar apagados (OPTIMAGRID, 2005).

Los siguientes mecanismos se pueden implementar para el ahorro y uso eficiente de la energía:

- Luminarias más eficientes.
- Implementación de pantallas refractoras.
- Reducción de la energía reactiva.
- Uso de combustibles con mayor poder calorífico.
- Uso de combustibles con menor contenido de azufre.
- Uso de energías limpias.
- Aprovechamiento energético de la biomasa.
- Implementación de sensores para el encendido y apagado automático de luminarias y equipos.
- Implementación de temporizadores que apaguen equipos y luminarias cada determinado tiempo.
- Automatización de líneas de producción que reduzcan los tiempos perdidos.
- Modernización de equipos y motores por otros más eficientes desde el punto de vista energético.
- Aumento en la utilización de la iluminación natural
- Mejoramiento de la ventilación natural.
- Entre otros (UNAD, 2016).



La figura 5 determina un plan de control para el consumo eléctrico al momento de la fabricación de los ladrillos o bloques.

REGISTRO CONSUMO ELÉCTRICO					
MES	(A) CANTIDAD KW/MES	(B) PRODUCCION MENSUAL # UNIDADES	(A)/(B) KW POR UNIDAD	APLICACIÓN DE PASOS PARA AHORRO	% DE DISMINUCIÓN DE CONSUMO POR UNIDAD

3.2.7 Plan de respuesta ante derrames de sustancias peligrosas (B7).

“Incluir un plan de respuesta ante derrames, que detalle los procedimientos para identificar, contener y limpiar cualquier derrame de sustancias peligrosas” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 6).

La figura 6 muestra un ejemplo en el cual se determinan las posibles estrategias en el caso de que se produzca el derrame de alguna sustancia peligrosa.

Figura 5. Tabla de registro de consumo eléctrico por unidad de producción.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca.



Figura 6. Ejemplo de actuación contra DERRAMES/ FUGAS

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca

Frente a un derrame o fuga de un producto químico, la secuencia de actuación más habitual quedaría resumida en los siguientes puntos:

1. Ponerse a salvo, alejándose de la zona peligrosa.
2. Identificar el producto químico, siempre que sea posible.
3. Informar de lo ocurrido inmediatamente, alertando de la presencia de heridos, si los hubiera (en caso afirmativo, las acciones principales deberían ir encaminadas al rescate y aplicación de primeros auxilios).
4. Aislar la zona.
5. Informarse sobre los riesgos del producto químico.
6. Establecer un plan de acciones.
7. Equiparse adecuadamente.
8. Contener el derrame o fuga. (García, 1999)

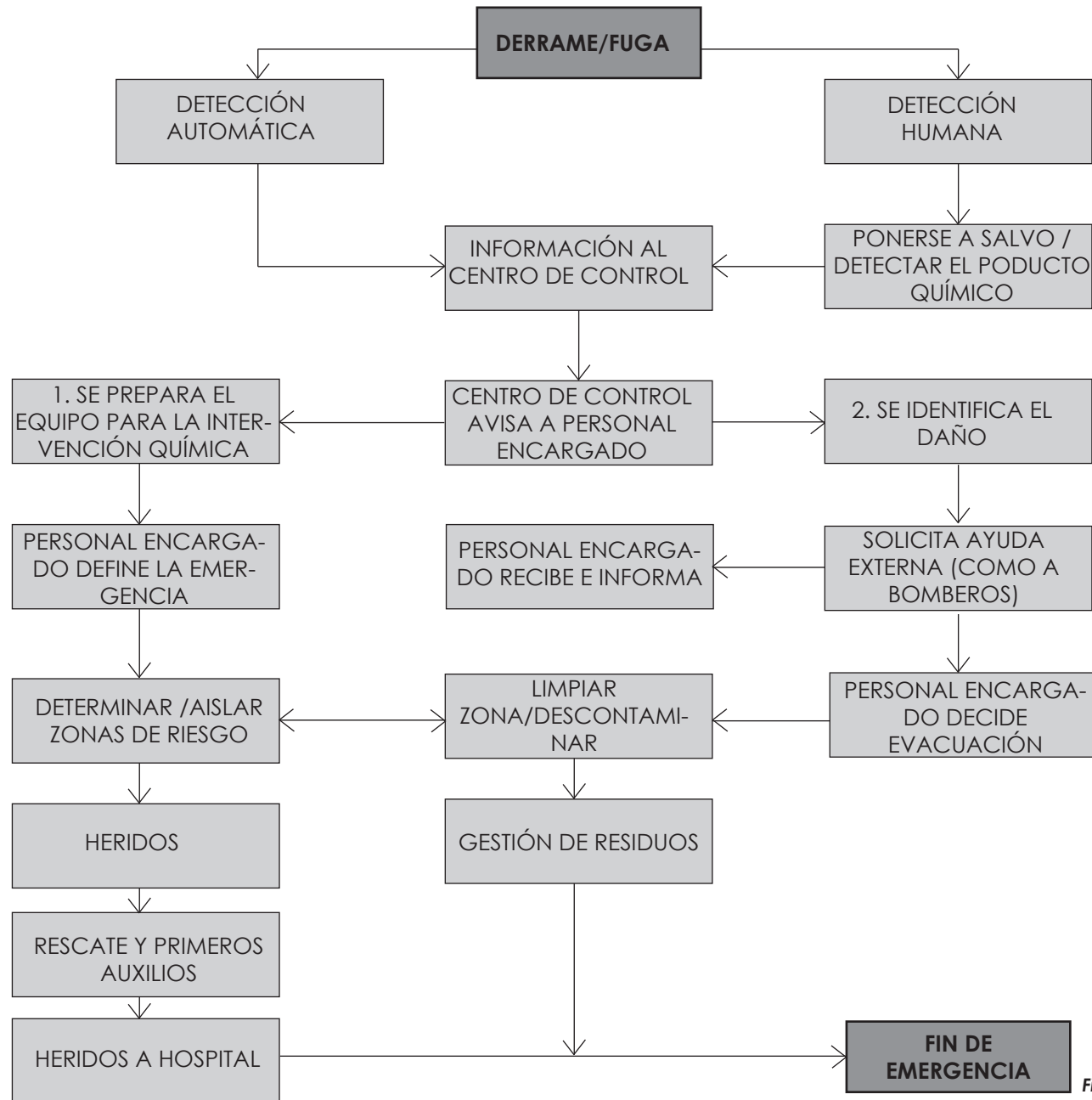


Figura 6.



3.2.8 Plan de control de emisiones de material particulado (B8).

“Establecer un plan de control de emisiones de material particulado en las zonas de almacenamiento de materias primas e insumos, para minimizar la emisión de material particulado se debe cumplir con los siguientes requisitos” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 6).

- Las zonas de almacenamiento de materia prima (ceniza volcánica, arena, chasqui, etc.), que se encuentren a la intemperie deben realizar un proceso de humectación, para evitar que el material particulado se expanda producto del viento.
- Para evitar las emisiones fugitivas de partículas, el promedio de velocidad de las volquetas debe ser de 20 km./h
- Los vehículos destinados para transportar la materia prima deben estar en buen estado durante su transporte, para evitar derrames y pérdida de material. La estructura de los contenedores no deben tener ningún tipo de rotura, perforación o ranura de la cual se pueda escapar la materia prima. Además la capacidad de carga del contenedor debe responder al tipo de chasis.
- El volumen del material no debe sobrepasar el volumen total del contenedor, así también, para la protección del material y evitar la fuga de material particulado, éste debe estar tapado completamente con una lona.
- El transportador debe recoger inmediatamente el material que se fugue del contenedor.
- Los vehículos que sean utilizados para la extracción y transporte de la materia prima, antes de movilizarse en la calzada, deben estar completamente limpios, este punto se enfoca a la limpieza total o parcial de las llantas (Miniambiente Resolución 541, 1994, art.4).

3.2.9 Plan de almacenamiento para sustancias peligrosas (B9).

“La organización encargada de la fabricación debe implementar procedimientos para el almacenamiento y manipulación apropiada de materias primas e insumos, incluidos combustibles. Estos procedimientos deben asegurar que el almacenamiento de sustancias peligrosas se localice y maneje para prevenir la contaminación del agua superficial o el suelo (incluido asegurar que líquidos potencialmente peligrosos cuenten con diques de contención” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 6).



Las áreas de almacenamiento de las sustancias peligrosas deben poseer las siguientes características:

- Estructura sólida, incombustible, con muros y techo livianos con resistencia al fuego.
- Exclusiva para el almacenamiento y bien señalizada.
- Almacenamiento ordenado de las sustancias sobre paletas o anaqueles, independientes o separados según clasificación (mantener separados los materiales o sustancias incompatibles).
- Con acceso limitado al personal autorizado solamente.
- Con buena ventilación natural o forzada.
- Contar con equipo de respuesta a emergencias: alarma o sirena estridente, equipo de protección personal, equipo de control de derrames en cantidad suficiente (materiales absorbentes, pads, herramientas, etc.).
- Con demarcación de pasillos con líneas amarillas para la circulación de montacargas y personas.
- Estar diseñadas para contener derrames de por lo menos la capacidad del mayor envase almacenado en el área.
- Con extintores bien ubicados, cargados, señalizados y en la cantidad necesaria.
- Mantener un inventario actualizado de los materiales peligrosos almacenados.
- Con piso sólido, lavable y no poroso.
- Tener todos los envases etiquetados de manera correcta y con la identificación del contenido (Global Trends Inc, 2009).

Las figuras 7, 8, 9 detallan las sustancias peligrosas utilizadas en el proceso de producción de los materiales de mampostería (bloque y ladrillo), los materiales y sustancias son: **1** Cemento, que es utilizado en la producción del bloque de concreto y pómez; **2** Solventes, son utilizados para el mantenimiento de máquinas; y **3** Lubricantes, para el buen funcionamiento de la máquina, se realiza un proceso de engrasado a las piezas, bandas, cadenas, etc., de las máquinas. Para ello se realiza un plan de manejo y almacenamiento:



PLAN DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSA	
ALMACENAMIENTO	MANEJO
No manipular ni almacenar cerca de alimentos, bebidas o tabaco	Evitar levantar polvo.
El cemento a granel se debe almacenar en silos impermeables, secos (condensación interna mínima), limpios y protegidos de la contaminación	Para el cemento (ensacado) utilizado en mezcladoras abiertas: primero añadir el agua y a continuación, con cuidado, el cemento. Verter desde poca altura. Al principio mezclar/remover suavemente. No apretar los sacos vacíos a no ser que estén dentro de otro saco limpio.
Peligro de sepultamiento: para prevenir el riesgo de enterramiento o de asfixia, no entrar en espacios confinados como silos, contenedores, cubas u otros recipientes que se utilicen para almacenar o contengan cemento acumularse o adherirse a las paredes de los espacios confinados, pudiendo soltarse, derrumbarse o caer inesperadamente.	Evitar nubes de polvo durante la manipulación. Si no es así llevar gafas y mascarilla antipolvo. Evitar el contacto directo del cemento con la piel y las mucosas.
El producto debe envasarse en sacos cerrados, almacenarse sin tocar el suelo, en un lugar fresco y seco, protegido de corrientes de aire excesivas que puedan afectar a la calidad del cemento.	Protección respiratoria: Cuando una persona esté expuesta a concentraciones de polvo de cemento por encima de los límites permitidos, debe utilizar una mascarilla adecuada a la concentración de partículas.
Los sacos deben apilarse de manera estable.	Protección de los ojos: Cuando se maneje cemento o pasta fresca de cemento, utilizar gafas de protección certificada para prevenir riesgo de polvo o proyección de pasta sobre los ojos.
	Protección cutánea: Utilizar guantes impermeables para su uso en mezclas acuosas, resistentes a abrasiones y álcalis, botas, prendas protectoras de manga larga y productos adicionales para el cuidado de la piel para proteger la piel de contactos prolongados con pasta de cemento húmeda. Se debe tener especial cuidado para evitar que la pasta húmeda de cemento entre en las botas.

Figura 7.

Figura 7. Plan de almacenamiento y manejo para sustancias peligrosas. CEMENTO.

Fuente: Global Trends Inc. (2009). PLAN DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS Proyecto Hidroeléctrico Monte Lirio.



Figura 8. Plan de almacenamiento y manejo para sustancias peligrosas. CEMENTO.

Fuente: Global Trends Inc. (2009). PLAN DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS Proyecto Hidroeléctrico Monte Lirio.

PLAN DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSA		
SUST	ALMACENAMIENTO	MANEJO
S O L V E N T E S	Se tomarán todas precauciones para controlar o eliminar fuentes de ignición, como: llamas expuestas, bombillos incandescentes, cigarrillos, soldaduras, superficies calientes, calor de fricción, chispas, electricidad estática, arcos eléctricos, ignición espontánea, reacciones químicas y calor irradiado, en las cercanías del depósito de materiales o donde se almacenen los solventes.	Mantener a mano sólo la cantidad mínima necesaria del líquido inflamable para hacer el trabajo durante un turno de trabajo. Antes de utilizar los solventes, los usuarios deberán leer la Hoja de Información de Sustancias Peligrosas del producto. En caso de contaminación de la ropa con solventes de inmediato proceder a mudar la ropa y lavado personal.
	Los líquidos inflamables, se almacenarán alejados de estructuras o facilidades aledañas, o separadas por paredes que resistan no menos de dos horas de fuego.	No dejar que el disolvente toque la piel (algunos de ellos se absorben por la piel, así que es necesario evitar el contacto directo); al manipular los solventes, utilizar guantes de hule y lentes de seguridad.
	Los líquidos y solventes inflamables se deberán guardar en recipientes y gabinetes o anaqueles de metal, lejos de cualquier fuente de ignición. Los anaqueles tendrán rotulados de dónde se almacena cuál sustancia.	Cuando sea posible, substituir los disolventes. Por ejemplo, emplear pinturas a base de agua (látex), para no usar diluyentes o limpiadores que contienen disolventes.
	En cada área de almacenaje debe haber extintores de incendios, del tipo requerido para líquidos inflamables o solventes, debidamente inspeccionados. Su ubicación deberá estar claramente señalada con letreros visibles; los trabajadores asignados a estas áreas deberán conocer la ubicación y el método de operación de los extintores de incendios.	No usar disolventes para lavar la pintura de las manos. Cuando se use guantes, verificar las instrucciones del fabricante para asegurarse que los guantes protegen contra el disolvente que se está usando. Usar guantes cuando se tenga que limpiar pintura a base de aceite de las brochas.
		Para impedir incendios, cuando deseche los trapos que tengan disolventes, colocar en recipientes especiales

Figura 8.



PLAN DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSA		
SUST	ALMACENAMIENTO	MANEJO
L U B R I C A N T E S	Se permitirá el almacenamiento temporal de contenedores con lubricantes o aceites cuando estén en espera para ser transportados a su lugar de utilización o destino final. En todo momento, los contenedores contarán con paletas de contención para prevenir derrames.	El aceite y los lubricantes en general deben manejarse de forma tal que se prevengan derrames o fugas que causen contaminación del suelo o agua.
	Los sitios de almacenamiento de tanques de aceites y lubricantes deberán tener estructuras de contención para prevenir contaminación en caso de un derrame, estar bajo techo, contar con piso impermeable, sin acceso a drenajes y estar señalados con letreros de seguridad y advertencia.	Los contenedores utilizados para aceites o lubricantes deberán contar con una contención para prevenir derrames, estar libres de corrosión o fugas y contar con bandejas que contengan el goteo de las válvulas dispensadoras.
	Las válvulas de drenaje de las áreas de contención permanecerán cerradas mientras haya contenedores con lubricantes, aceites o hidrocarburos dentro.	Las áreas donde se maneje aceite o exista maquinaria que pueda derramar aceite en el piso deben contar con material absorbente para la limpieza del derrame tan pronto ocurra. Estas áreas deben mantenerse limpias en todo momento
	Deben colocarse, en lugares visibles, letreros con advertencia de NO FUMAR	Se evitará el manejo de aceites o lubricantes en áreas cercanas a los cuerpos de agua.
	Todos los tanques en almacenamiento deberán tener identificado su contenido y los productos se colocarán de tal forma que se tenga mayor acceso a aquellos que se utilizan de manera más frecuente. Es necesario identificar áreas definidas para el almacenamiento temporal de tanques con aceite usado.	
	Los lugares de almacenamiento deben limitarse a uno por área definida, para reducir el potencial de contaminación y facilitar la recolección y el manejo.	
	Los tanques deben estar herméticamente cerrados en todo momento.	
	Los sitios para el almacenamiento de aceite usado deben ser de fácil acceso al vehículo de recolección.	

Figura 9. Plan de almacenamiento y manejo para sustancias peligrosas. CEMENTO.

Fuente: Global Trends Inc. (2009). PLAN DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS Proyecto Hidroeléctrico Monte Lirio.

Figura 9.



3.3.1 Aptitud para el uso según normas técnicas (C1).

Los materiales para mampostería (ladrillo y bloque) deben demostrar su aptitud para el uso de acuerdo con lo establecido en las siguientes normas o en normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional vigente como ISO, ASTM, etc. Las normas vigentes para bloque y ladrillo son las siguientes:

- Normas técnicas NTE - INEN 638 para bloques
- NTE INEN 0293 - NTE INEN 0297 para ladrillos (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013).

3.4.1 Información sobre manejo adecuado del producto en obra (D1).

“La organización debe suministrar la información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra, tendiente a reducir su desperdicio y a optimizar los procesos de lavado y protección” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013).

Se suministrará la siguiente información a los compradores del material para el manejo adecuado en obra:

1. Descargar el material sobre un sitio seco, no se puede estar en contacto directo con el suelo ya que absorbe la humedad, sales solubles y puede causar la aparición de manchas o eflorescencias.
2. Almacenar el material sobre estibas o teleras de tal manera que se evite el contacto directo con el suelo.
3. Ponerlo sobre una superficie plana ya sea una losa concreto, arena o grava.
4. Siempre que sea posible trasladar el material por medios mecánicos como mini-cargadoras para evitar el desborde o pérdidas del material, en el caso de que el traslado sea manual se debe utilizar carretillas planas y no cóncavas.
5. El material debe protegerse de la intemperie con materiales plásticos para evitar que se sature de agua en caso de lluvia.
6. El apilamiento no debe superar los 2-m de altura para evitar la pérdida de la materia por despique o caída.
7. No utilizar palustre o el badilejo para hacer cortes, sino utilizar cierra con disco de diamante, para optimización del material.

Información sobre el manejo adecuado del producto en obra.

Fuente: OCCIARCILLAS. (2014). MANUAL DE MANEJO Y LAVADO OCCIARCILLAS.pdf. Recuperado a partir de <http://occiarcillas.com/manual-de-manejo-lavado-y-proteccion-del-ladrillo/>

3.3 APTITUD PARA EL USO SEGÚN NORMAS TÉCNICAS (C)

16.10%

C1

Aptitud para el uso según normas técnicas
16.10%

3.4 INFORMACIÓN DEL PRODUCTO (D)

10.27%

D1

Información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra
2.57%

D2

Información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto
2.31%

D3

Suministrar la información que le permita al usuario el adecuado mantenimiento del material
2.05%

D4

Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado
1.81%

D5

Rotulado libres de metales pesados
1.52%



8. Limpiar y humedecer el material antes de su colocación para obtener una adherencia óptima con el mortero.
9. En caso de mampostería vista: limpiar con espuma en dos etapas, la primera inmediatamente después de ranurar y por último en seco después 5 o 10 minutos para retirar residuos de mortero.
10. Tapar los topes de la mampostería para protegerlo de la lluvia, salpiques de obra y humedad.
11. Los componentes de la mampostería (agua, arena, cemento, ladrillo o bloque), deben ser bajos en sales solubles para evitar la eflorescencia en el muro.
12. Para el lavado y el hidrofugado del muro utilizar productos especiales para evitar manchas en los ladrillos o bloques.
13. Para el lavado de la mampostería retirar completamente el polvo, no necesariamente con agua.
14. Aplicar la solución de lavado y fregar con cepillo de cerdas suaves.
15. Enjuagar con una esponja y agua limpia hasta retirar completamente la solución de lavado.
16. Para el hidrofugado se debe verificar que la mampostería este correctamente construida y se debe utilizar un hidrófugo de alta penetración.
17. El hidrófugo se debe aplicar en dos capas con brocha y en la parte inferior otra capa por efectos del clima (OCCIARCILLAS, 2014).

Se recomienda que se realice un mantenimiento de fachadas como mínimo cada 3 años, evitando el deterioro de los componentes de la mampostería y, para el uso de los productos aplicados en el hidrofugado, seguir las recomendaciones del fabricante.

3.4.2 Reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto (D2).

“La organización debe suministrar la información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización y disposición del producto”
(Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 8)

El fabricante debe otorgar información que indique lo siguiente:

- La vida útil del material para su reciclado.
- Cómo hacer limpieza de materiales adheridos a los ladrillos y bloques resultados de demoliciones de edificaciones para su reutilización en obra nueva y las herramientas a utilizarse.



- Opciones de uso diferentes a los de mampostería para que sea reutilizado luego de haber sido parte de la mampostería.
- Opciones de devolución de material, en el caso que sobre en los proyectos de construcción, para evitar residuos en las mismas

3.4.3 Información sobre mantenimiento del material (D3).

“La organización debe suministrar la información que le permita al usuario el adecuado mantenimiento de las obras construidas con los materiales para mampostería con el fin de extender su vida útil y reducir la necesidad del reemplazo de partes”. (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 8)

La información de mantenimiento debe:

- Indicar cómo limpiar el ladrillo o bloque dependiendo del tratamiento que se le haya dado a su revestimiento y nivelación y con qué tipo de herramientas y materiales realizar.
- Indicar cómo restaurar el mortero de la mampostería y los tipos de materiales que se pueden utilizar.
- Indicar cómo reparar ladrillos y bloques rotos o que se encuentren en mal estado en la mampostería, el tipo de herramienta necesaria y los materiales a utilizarse para su reparación.
- Para su conservación indicar los tipos de selladores, las herramientas a utilizarse y la frecuencia de aplicación.

3.4.5. Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado (D4).

“La organización debe informar el porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado en el producto y el resto de materiales que lo componen”. (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 9). La Figura 10, determina la información del porcentaje por unidad de masa de: materia compuesta, agua y materia prima.

INFORMACIÓN DEL MATERIAL				
TIPO DE MATERIAL	% ENERGÍA CONSUMIDA (KW)	% MATERIALES COMPUESTOS	% AGUA (LTS)	% MATERIAL RECICLADO

Figura 10.

Información sobre el mantenimiento del material.

Fuente: <http://occiarcillas.com/manual-de-manejo-lavado-y-proteccion-del-ladrillo/>

Figura 10. Cuadro de información del material por unidad de masa.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca



3.4.6 Rotulado libres de materiales pesados (D5).

“Los adhesivos, soportes y tintas empleados en el rotulado e instrucciones de los productos deben ser libres de metales pesados” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 8).

Para el rotulado para las instrucciones se debe pedir y asegurar:

- Que la tinta utilizada en la impresión de las instrucciones no contenga metales pesados (como el cadmio, cobalto, cromo, cobre, mercurio, plomo, etc.)
- Que las tintas utilizadas en la impresión de las instrucciones cumpla con las siguientes normas: “Safety of children’s games Standard EN-71/3”, donde se limita la cantidad de metales pesados para los procesos de impresión. También que cumplan con el decreto EEC 94/62 (98/638) EEC 200/53 EEC 2002/95 CE ROHS, 2002/96 CE, para distribuir tintas de alta calidad con la mínima cantidad de sustancias tóxicas.
- Que para disminuir el grado de toxicidad de las tintas, no contengan otras sustancias, como los bifenilos policlorados (PCB), naftalenos policlorados (PNC), parafinas coloradas (CP), éteres de bifenilos polibromados (PBB/PBDE), entre otros (Visión Digital, 2016).
- El soporte o papel para la información del material utilizado en el rotulado debe ser reciclado o resultado del reciclado, se puede utilizar el “Ecopapel” que se produce en el Ecuador para garantizar la conservación de la naturaleza (Ecopapel, 2016).



3.5.1 Cumplimiento de la legislación ambiental (E).

E1) “Para la fabricación de materiales de mampostería (ladrillo, bloque) debe establecer, implementar y mantener un procedimiento para identificar, tener acceso, cumplir y evaluar periódicamente el cumplimiento, con la Legislación Ambiental que sea aplicable al producto y a los procesos en las etapas de extracción de materias primas, fabricación, embalaje y transporte del producto” (Norma Técnica Colombiana NTC-6033, 2013, p. 4). Para el cumplimiento de la ley ambiental del producto y la extracción de materia prima deben registrarse a las siguientes normas y leyes de la Constitución Política de la República del Ecuador:

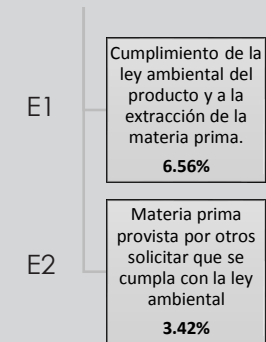
- Ley de Gestión Ambiental (Ley No. 99-37)
- Reglamento a la ley de gestión ambiental para la prevención y control de la contaminación ambiental.
- Ley de minería (Registro Oficial N° 517)
- Acuerdo ministerial N°. 028 que sustituye el libro VI del texto unificado de legislación secundaria (TULAS)
- Normas técnicas INEN - NTE - INEN 638 para bloques, NTE INEN 0293 - NTE INEN 0297 para ladrillos.
- Normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001.

Las leyes y normas establecen la buena práctica para la fabricación y explotación de materia prima, entre los capítulos más importantes están:

- Prevención y Control de la Contaminación del Aire
- Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas
- Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos
- Sanciones
- Especificaciones técnicas para la fabricación del material
- Especificaciones técnicas del material.
- Explotación de la materia prima
- Anexos (I-II-III-IV-V-6) libro de TULAS, contiene los requisitos y establece parámetros para las buenas prácticas ambientales. (agua, suelo, combustión, niveles de ruido, desechos sólidos, contaminación, etc.).

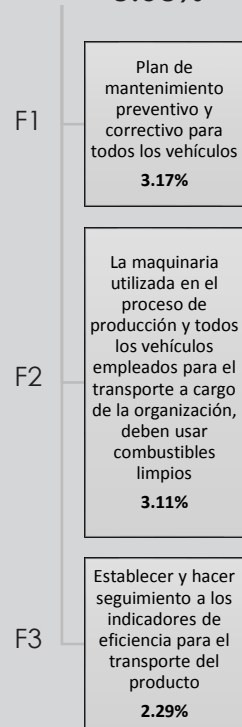
E2) Para las materias primas e insumos provistos por otros, la organización debe solicitar al proveedor que demuestre mediante el aporte de los registros pertinentes que el producto cumple la legislación ambiental del país de origen citados en el literal **E1**.

3.5 LEGISLACIÓN AMBIENTAL (E) 9.98%





3.6 TRANSPORTE (F) 8.58%



3.6.1 Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para vehículos (F1).

“La organización debe implementar y mantener un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para todos los vehículos que se empleen en las etapas de extracción de materias primas, fabricación y comercialización” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 4).

El plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos deben cumplir el siguiente procedimiento:

- Revisión técnica vehicular en talleres confiables con cierta frecuencia, para prevenir averías y daños en el vehículo durante la producción o transporte del material.
- Las emisiones de gases y de CO₂ deben estar dentro de los parámetros admitidos por la Empresa pública municipal de movilidad, tránsito y transporte de Cuenca (EMOV) para el tipo de vehículo utilizado.
- El vehículo debe estar en óptimas condiciones físicas y mecánicas, para evitar derrames o fugas del combustible y aceites al medio ambiente, pérdida de material y contratiempos en la entrega de productos.

3.6.2 Combustibles limpios (F2).

“La maquinaria utilizada en el proceso de producción y todos los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios; en el caso de no usar combustibles limpios, debe justificar esta situación y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones atmosféricas” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 8).

Todos los vehículos y maquinaria utilizadas por los fabricantes para su material ofertado, donde intervengan las siguientes etapas: transporte de materia prima, transporte y maquinaria durante la fabricación y transporte para la comercialización del material, deben utilizar los siguientes combustibles.

- Hidrógeno
- Gas natural (GN)
- Gas licuado de petróleo (GLP)
- Diésel hasta de 50 ppm de azufre
- Mezclas de diésel con biodiesel. No debe superar 50 ppm de azufre.



- Gasolina hasta de 50 ppm¹ de azufre
- Mezclas de gasolina con alcohol carburante o etanol anhidro desnaturalizado. La mezcla no debe superar 50 ppm de azufre (MINMINAS Resolución 2604, 2009, art. 5).

La Figura 11 determina la cantidad de combustible por unidad de producción en las etapas de transporte para: fabricación, materia prima y comercialización.

Figura 11. Cuadro de registro de la cantidad de combustible por unidad (bloque y ladrillo).

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca

REGISTRO DE LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE POR UNIDAD (ladrillo y bloque)			
TRANSPORTE	TIPO DE TRANSPORTE	COMBUSTIBLE	CANTIDAD/UNIDAD(Lts)
FRABRICACIÓN			
MATERIA PRIMA			
COMERCIALIZACIÓN			

Figura 11.

3.6.3 Indicadores de eficiencia para transporte del producto.(F3)

“La organización debe establecer y hacer seguimiento a los indicadores de eficiencia para el transporte del producto, expresados en toneladas promedio por viaje, y tenerlos a disposición de los compradores”. (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 8)

- Según la certificación LEED se debe *“Incorporar materiales extraídos y fabricados localmente (un radio máximo de 800 Km del proyecto) evitando así los impactos asociados al transporte”* (SAINT-GOBAIN, 2012).
- La certificación VERDE propone *“Incorporar materiales fabricados localmente (un radio máximo de 200 km del proyecto). 100% de los materiales locales”* (SAINT-GOBAIN, 2012).

Según una entrevista realizada al Arq. Enrique Flores se menciona que *“Para la eficiencia del transporte del producto se debe considerar el tipo de motor y año del vehículo. Los tipos de vehículos utilizados deben tener motores eléctricos o ser vehículos ecológicos que garanticen el bajo consumo energético y la baja emisión de contaminación hacia el medio ambiente tanto en la comercialización del producto como en la obtención de la materia prima”* (Flores, 2016).

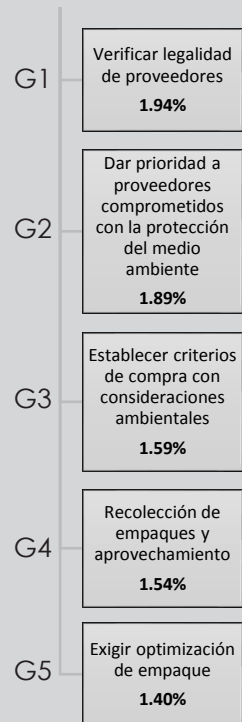
Si el transporte del producto es realizado por terceros, se debe exigir la eficiencia del transporte a los encargados, tanto de la obtención de la materia prima como de la comercialización.

¹. Partes por millón (ppm) es una unidad de medida con la que se mide la concentración.

Fuente: Wikipedia



3.7 GESTIÓN DE PROVEEDORES (G) 8.36%



3.7.1 Legalidad de proveedores (G1).

La organización debe verificar la idoneidad y legalidad de los proveedores que contrata. Se debe verificar la información de los proveedores como las licencias ambientales y las aptitudes de uso del material que cumpla con la calidad técnica necesaria para la fabricación del material. Los proveedores deben ser reconocidos por el Ministerio Ambiental y que les garanticen el abastecimiento del material. Además los proveedores deben cumplir con los requisitos establecidos en los numerales: 3.5.1 Cumplimiento de la legislación ambiental y 3.1.2 Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental.

3.7.2 Proveedores comprometidos con el medio ambiente (G2).

Preferir a proveedores de material y materia prima que cuenten con:

- Licencia ambiental - Otorgado por el Ministerio Del Ambiente. Es la autorización que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad que pueda causar impacto ambiental. En ella se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el proponente de un proyecto debe cumplir para prevenir, mitigar o remediar los efectos indeseables que el proyecto autorizado pueda causar en el ambiente (Comisión de Gestión Ambiental, 2016).
- Certificación Ecuatoriana Punto Verde - Acuerdo Ministerial 225.- "Está dirigido a empresas de producción y servicios que cuente con la Licencia Ambiental correspondiente y demuestren uno o más casos de Producción Limpia. Si la empresa presentara cuatro casos simultáneamente o en un período de hasta 2 años, se le otorgará la máxima certificación como Empresa Eco-Eficiente" (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2016).

Las Autoridades Ambientales como: Consejo Provincial de Azuay y Municipio de Cuenca son autoridades ambientales seccionales que han sido reconocidas por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental como Autoridades Ambientales de Aplicación Responsables.



3.7.3 Criterios de compra con consideración ambiental (G3).

“La organización debe incluir dentro de los criterios de compra consideraciones ambientales que incluyan el compromiso de los proveedores con la protección ambiental y darles una ponderación importante dentro de la calificación del proveedor que sirva como elemento diferenciador” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 4)

La Figura 12 da una ponderación a cada fabricante o proveedor de materiales de construcción para mampostería, basados en siete criterios ambientales. Al finalizar la evaluación de estos criterios, la organización elegirá el mejor proveedor de bloque o ladrillo.

Figura 12. Criterios de compra con consideraciones ambientales.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca

CRITERIOS DE COMPRA CON CONSIDERACIONES AMBIENTALES.				
Consideración ambiental que deben cumplir los proveedores				
	Proveedor A	Proveedor B	Proveedor C	Proveedor D
Productos de bajo consumo de energía y que no contribuyen al efecto invernadero				
Productos que hacen un uso eficiente del agua o de bajo consumo de agua				
Productos menos tóxicos, para reducir los efectos sobre la salud				
Productos que utilizan menos embalaje o que prevén la devolución del embalaje				
Productos que usan menos recursos o que tienen un impacto ambiental reducido a lo largo de todo su ciclo de vida				
Productos hechos de material reciclado, como materiales de construcción de carreteras reciclados				
Productos orgánicos “verdes” reciclados y productos de plástico reciclado				
Ponderación(Bueno - Malo - Regular)	SUMATORIA TOTAL / 7 Σ=			

Figura 12.

3.7.4 Recolección de empaques y aprovechamiento (G4).

“Contar con un programa de recolección de empaques, emplear empaques degradables o que en la práctica se cuente con infraestructura para su recolección y aprovechamiento local”. (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 5).



Se debe hacer un uso eficiente de los empaques resultados de los materiales provistos, los mismos que pueden ser reutilizados para evitar desecharlos, se puede cumplir con los siguientes requisitos:

- Aprovechados por terceros
- Aprovechados por la propia organización
- Devolución a los proveedores para su reutilización

La figura 13 determina un programa de control para la recolección de empaques de materiales (bloque o ladrillo).

EMPAQUES				
MATERIAL	TIPO DE EMPAQUE	CANTIDAD DE EMPAQUES	DEPÓSITO DE EMPAQUES	INSTRUCCIONES DE USO

Figura 13.

3.7.5 Optimización de empaque (G5).

Para la optimización del empaque los proveedores deben exigir que no haya consumo de recursos innecesarios para empacar la materia prima. En el caso del uso de cemento, se puede exigir que el material se entregue a través de silos móviles.

En la medida que sea posible, una vez analizado se puede decir que la materia prima para la producción de estos materiales no necesita el uso de empaques, por el contrario se recomienda contar con depósitos seguros para la materia prima y así evitar el posible uso de empaques innecesarios.

Figura 13. Programa de control para la recolección de empaques.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca



3.8.1 Plan de acción para disminuir el impacto ambiental de las actividades de mantenimiento (H1).

“Se deben identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento a fin de establecer e implementar planes de acción para controlar o evitar aquellos de carácter significativo” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 4).

La figura 14 determina un plan de control y acción para disminuir el impacto ambiental en las actividades de mantenimiento de la maquinaria en las etapas de extracción de materia prima, fabricación y embalaje.

PLAN DE ACCIÓN PARA DISMINUIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO							
Acciones para disminuir el impacto ambiental							
	Maquinaria utilizada	Identificar y priorizar impacto ambiental	Valorar impacto ambiental	Cumplir manera rigurosa el mantenimiento preventivo	Reemplazar maquinaria en mal estado	Reemplazar maquinaria que cumpla ya su vida útil	Seguir todas las instrucciones de la maquinaria
MATERIA PRIMA	Preparar una lista con toda la maquinaria	Atmosférico, visual o auditivo	Alto, medio, bajo				Cuidado, instalación, protección etc.
FABRICACION							
EMBALAJE							

Figura 14. Plan de acción para disminuir el impacto ambiental de las actividades de mantenimiento.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca

Figura 14.

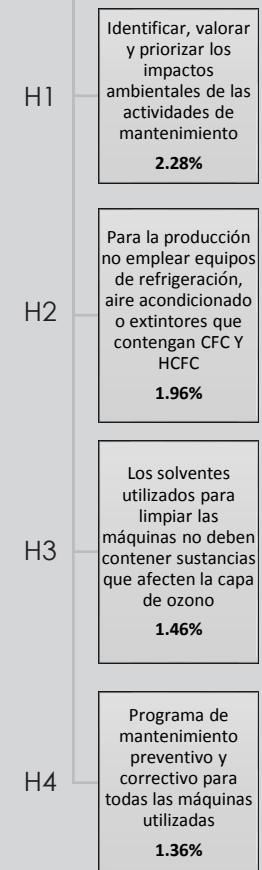
3.8.2 Sustancias peligrosas en los equipos de refrigeración, aire acondicionado y extintores (H2).

“En el proceso de producción, no se deben emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extinción de incendios cuyos agentes refrigerantes y extintores contengan Clorofluorocarbonados – CFC, Hidroclorofluorocarbonados – HCFC y halones. Adicionalmente, para el caso de los equipos ya instalados que contengan Hidroclorofluorocarbonados – HCFC se debe contar con un plan de sustitución del uso de HCFC”. (Norma Técnica Colombiana NTC-6033, 2013, p. 5)

La Figura 15 describe las sustancias peligrosas utilizadas en el proceso de producción; la mayoría de sustancias han sido tratadas y controladas en el protocolo de Montreal.

3.8 REQUISITOS GENERALES (MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA) (H)

7.06%





Sustancias peligrosas	Descripción
Clorofluorocarbonos (CFC)	Se utilizan como gas refrigerante en los refrigeradores y equipos de aire acondicionado, como propelente en latas de aerosoles, como agente de soplado en la fabricación de espumas, y como limpiador de placas de circuitos impresos y otros equipos
Hidroclorofluorocarbonos (HCFC)	Están relacionados con los CFC y diseñados en gran medida para sustituir su uso, particularmente como refrigerantes y agentes de soplado. Los HCFC son menos destructivos que los CFC, ya que su átomo de hidrógeno incrementa la probabilidad de estas moléculas para romperse en la parte baja de la atmósfera, evitando así que gran parte del cloro llegue a la estratosfera. No obstante, los HCFC tienen cierto potencial de agotamiento del ozono, por lo cual también se encuentran dentro de la lista de las Sustancias Controladas.
Tetracloruro de carbono y el metilcloroformo	Son sustancias químicas que contienen cloro y son de amplio uso como solventes, sobre todo para la limpieza de metales en operaciones de ingeniería y manufactura
Bromoclorometano	Tiene una capacidad de solvente similar al metilcloroformo. Es tóxico y su Potencial de Agotamiento del Ozono es mayor a 0.1. Se empleó brevemente a mediados de los 1990 como desengrasante de metales.
Bromofluorocarbonos (BFC)	Son sustancias químicas que contienen bromo y se conocen como Halones, se utilizan principalmente en cierto tipo de extinguidores de fuego. Algunas de ellas pueden llegar a ser hasta diez veces más dañinas para la Capa de Ozono que la mayoría de los CFC.
Hidrobromofluorocarbonos (HBFC)	Son una familia de sustancias químicas hidrogenadas asociadas a los Halones y que contienen uno o más átomos de carbono enlazados a flúor, bromo y contienen por lo menos un átomo de hidrógeno y, a veces, cloro. Los HBFC tienen un PAO menor al de los Halones.
Bromuro de metilo	Se usa principalmente en la fumigación de las tierras de cultivo, pero también como fumigante para actividades cuarentenarias y de pre-embarque.

Figura 15.

Figura 15. Descripción de sustancias peligrosas.

Fuente: Tratado de Montreal
Luis Jarama - Boris Uzhca

3.8.3 Solventes (H3).

“Los solventes empleados para limpiar las máquinas y equipos empleados en las etapas de extracción de materias primas, fabricación y embalaje no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 5)

“Estas sustancias químicas son de fabricación humana y comprenden los clorofluorocarbonos (CFC), los Halones (BFC), el tetracloruro de carbono, el metilcloroformo, los hidroclorofluorocarbonos (HCFC), los Halones (HBFC) y el bromuro de metilo. Todas ellas destruyen el ozono estratosférico, son sumamente estables en la parte baja de la atmósfera, insolubles en agua y resistentes a la fragmentación física y biológica, y obtienen cloro y bromo” (El PNUMA, 2010, p. 9).

Las sustancias que afectan la capa de ozono están descrita en el capítulo 3.1.3 Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono.



3.8.4 Programa de mantenimiento (H4).

“Se debe definir e implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las máquinas y equipos empleados en las etapas de extracción de materias primas, fabricación y embalaje y dejar registros de los mantenimientos efectuados” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 4)

La figura 16, determina un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para la maquinaria utilizada en las etapas de extracción de materia prima, fabricación y embalaje.

Figura 16. Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para maquinaria.

Fuente: Luis Jarama - Boris Uzhca

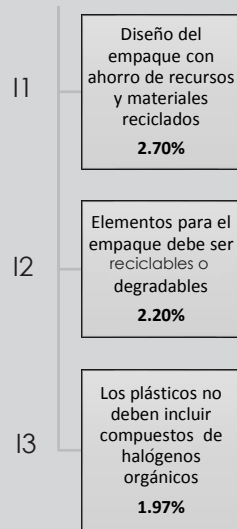
MANTENIMIENTO								
PREVENTIVO								
	MAQUINARIA UTILIZADA	FRECUENCIA DE INSPECCION	INSTRUCCIONES	OPERACIÓN	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE EJECUCION	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO REAL
MATERIA PRIMA	Preparar una lista con toda la maquinaria	Debe establecerse de acuerdo a especificaciones de la maquinaria, registros históricos de averías y/o en su defecto del criterio y conocimiento de la maquinaria ala mejor suposición.	Se preparan las instrucciones para el mantenimiento requerido para cada uno de las máquinas y equipos listados. Estas instrucciones deben ser detalladas					
FABRICACION								
EMBALAJE								
CORRECTIVO								
	MAQUINARIA UTILIZADA	TIEMPO PERDIDO DEBIDO A LA INTERRUPCIÓN	CAUSA DE LA INTERRUPCIÓN			ACCIÓN TOMADA		
MATERIA PRIMA								
FABRICACION								
EMBALAJE								

Figura 16.



3.9 EMPAQUE Y EMBALAJE

6.87%



3.9.1 Diseño del empaque con ahorro de recursos y materiales reciclados (I1).

“La organización debe considerar en el diseño del empaque del producto, el ahorro de recursos, el reciclaje de materiales y la reducción de residuos” (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 7).

Estrategias de diseño para la elección de materiales.

- En esta primera etapa de diseño no sólo se puede optar por el empleo de materiales renovables o de explotación controlada para evitar la extinción del recurso sino también por materiales que pueden regenerarse en tiempos breves.
- Se debe ver el formato del empaque según la dimensión del producto y la capacidad de embalaje.
- Que el empaque no este sobre-dimensionado para evitar desperdicios de recursos.
- Diseño para la eficiencia energética, para un uso de bajo impacto o diseño para la durabilidad (no productos descartables).
- Diseño para reutilizar, para facilitar su posterior re manufactura o reciclaje.

3.9.2 Elementos para el empaque y embalaje (I2).

“Los elementos empleados para el empaque y embalaje de los materiales para mampostería deben ser reciclables o degradables, en caso de que las características necesarias para el empaque o embalaje no permitan que sea reciclable o degradable la organización debe tener un programa en el que se retorne el empaque o embalaje” (Norma Técnica Colombiana NTC-6033, 2013, p. 7).

3.9.3 Materiales plásticos (I3).

“Los materiales plásticos usados en empaques no deben incluir compuestos de halógenos orgánicos como constituyentes de la fórmula”. (Norma Técnica Colombiana NTC 6033, 2013, p. 8).

Los halógenos se utilizan en la industria química para el tratamiento de varios materiales, entre ellos el plástico; los halógenos dentro de su composición cuenta con elementos como: bromo, cloro, yodo, flúor. Dichos componentes no deben incluirse en la fabricación de plásticos para embalaje del ladrillo o bloque.



C A P Í T U L O 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES

Luego de analizar los materiales utilizados para mampostería tradicional (ladrillo y bloque) en los principales fabricantes y proveedores, se puede decir que ninguno de los productores de los materiales cumple con una categoría mínima para la obtención de la Etiqueta Ambiental Tipo I, ya que no toman consideraciones y criterios ambientales para la elaboración del bloque y ladrillo, como consecuencia no son ambientalmente aceptables y no están cumpliendo con el objetivo de reducir el impacto ambiental. Por otro lado, los proveedores de placas prefabricadas para tabiquería de yeso cartón y fibrocemento analizados, cuentan ya con certificación verde para la distribución de sus productos.

Las placas prefabricadas para tabiquería de yeso cartón y fibrocemento tienen un sello ambiental otorgado en su país de origen, debido a las exigencias para la producción del producto e interés de los fabricantes por la protección del medio ambiente y la demanda del material en el mercado internacional. Por otra parte, los materiales de mampostería tradicional: ladrillo y bloque, no cumplen con los criterios ambientales debido a la falta de exigencia y normativas para la fabricación del material, por lo que resulta conveniente utilizar los materiales para mampostería prefabricada por cuestiones ambientales.

El seguimiento y estudio a las fábricas de bloque y ladrillo, demuestran que, mientras más demanda tiene el material, los fabricantes y la infraestructura es más completa para su fabricación, por lo tanto los grandes productores son los que mayor porcentaje cumplen con los criterios de la etiqueta ambiental tipo I, debido a la tecnología que cuentan para elaborar el producto, como la preocupación por el empaque y embalaje del material para su transporte que los pequeños productores no cumple.

En vista que el material de ningún fabricante de mampostería tradicional alcanza la categoría para obtención de una Etiqueta Ambiental Tipo I y frente a la carencia de exigencias ambientales para la elaboración de los materiales y la preocupación del proceso de producción, se proponen estrategias tomando como referencia la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 (Etiquetas Ambientales Tipo I Sello Ambiental Colombiano (SAC). Criterios ambientales para ladrillos y bloques de Arcilla), para que los fabricantes del material logren elaborar un producto amigable con el medio ambiente y cumplan paso a paso con los criterios establecidos.



RECOMENDACIONES

Los productores de materiales para mampostería (bloque y ladrillo), que deseen obtener una Etiqueta Ambiental Tipo I, deben tener en cuenta a detalle los criterios ambientales establecidos en la propuesta.

Este trabajo sirve como base y modelo para la creación de Etiquetas Ambientales Tipo I para otros materiales de construcción como por ejemplo: los derivados de arcilla (tejas, cerámicos), pinturas, adobe, etc.

En futuras investigaciones se debería realizar un estudio más exhaustivo en cuanto al consumo energético para la fabricación del material, de manera que se pueda determinar con precisión el impacto ambiental generado y se pueda categorizar de mejor manera la Etiqueta Ambiental Tipo I.

Para disminuir los impactos ambientales de los materiales de construcción, se debería estudiar y proponer Etiquetas Ambientales Tipo II y III, que cuentan con mayores exigencias y criterios ambientales, dado que estos tipos de etiquetas sirven para que los materiales generen un menor impacto ambiental.

Para la fabricación de los materiales debe haber mayor control y exigencias, incorporando normativas ambientales por parte de las autoridades competentes para la comercialización y el uso del producto.

Para la obtención de una Etiqueta Ambiental Tipo I se deben dictaminar: normas, leyes y requisitos ambientales que obliguen al productor o fabricante a tener una producción responsable, así también los municipios e instituciones públicas deben otorgar estas etiquetas ambientales sin fines de lucro.



Anexos A.- Formato de encuesta para definir los principales productores de materiales para mampostería tradicional y prefabricada (los resultados obtenidos se visualizan digitalmente en ANEXOS A).

Anexos B.- Formato de encuesta a fábricas, para determinar el porcentaje de cumplimiento con la NTC 6033 (los resultados obtenidos se visualizan digitalmente en ANEXOS B).

Anexos C.- Formato de encuesta a los profesionales para el Proceso de Análisis Jerárquico (PAJ) (los resultados obtenidos se visualizan digitalmente en ANEXOS C).

A N E X O S



ANEXO A_ FORMATO DE ENCUESTA PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROVEEDORES DE MATERIAL.

DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES PROVEEDORES DE MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN						
F Á B R I C A M A T E R I A L P R O V E E D O R E S D E	NOMBRE	LADRILLO	BLOQUE DE CONCRETO Y PÓMEZ	YESO CARTÓN	FIBROCEMENTO	



ENCUESTAS A FABRICANTES			
LEGISLACIÓN AMBIENTAL A	SÍ	NO	OTROS
Cumplimiento de la legislación ambiental del material A1.1			
Cumplimiento de la legislación ambiental de la materia prima A1.2			
Materia prima provista por otros solicita que se cumpla con la ley ambiental A2			
REQUISITOS GENERALES B	SÍ	NO	OTROS
Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las máquinas utilizadas. B1			
Identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento, para evitar y controlar los de carácter significativo B2			
Los solventes utilizados para limpiar las máquinas no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono B3			
Para la producción no emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extintores que contengan CFC Y HCFC B4			
GESTIÓN DE PROVEEDORES C	SÍ	NO	OTROS
Consideraciones ambientales en la compra de productos para la fabricación C1			
Dar prioridad a los proveedores que demuestren compromisos con la protección del medio ambiente C2			
Verificar la idoneidad y legalidad de los proveedores que contrata C3			
Exigencias de empaques optimizados a proveedores C4			
Programa de recolección o empaques degradables C5			

**ANEXO B ENCUESTA A FÁBRICAS
PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE
CUMPLIMIENTO CON LA NTC 6033**



**ANEXO B_ENCUESTA A FÁBRICAS
PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE
CUMPLIMIENTO CON LA NTC 6033**

MATERIA PRIMA D	SÍ	NO	OTROS
Reemplazo de materias primas o insumos por otras menos contaminantes o que generan menor impacto ambiental D1			
Exigir a proveedores que demuestren criterios ambientales D2			
Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental D3			
Sitios de extracción por terceros exigir planes de gestión ambiental D4			
Material con características de pre-consumo o post-consumo D5			
Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono D6			
No utilizar materiales que impliquen riesgo para la salud humana: asbestos, PBBs (Polibromobifenilos), PBDEs (polibromodienil éteres), o parafinas cloradas de cadena corta (con C= 10~13 y cuya concentración de cloro sea mayor o igual a 50 %) D7			
FABRICACIÓN E	SÍ	NO	OTROS
Almacenamiento de sustancias peligrosas en diques de contención E1			
Plan de respuesta ante derrames de sustancias peligrosas E2			
Plan de control de emisiones de material particulado			
Plan para el uso eficiente de energía, registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción E3			
Plan para el ahorro y uso eficiente de agua, registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción E4			
Plan de gestión integral de residuos E5			
Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente E6			
Los residuos son reciclados o aprovechados por terceros E7			
Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual. E8			



EMPAQUE Y EMBALAJE F	SÍ	NO	OTROS
Diseño del empaque con ahorro de recursos y materiales reciclados F1			
Elementos para el empaque deben ser reciclables o degradables F2			
Los plásticos no deben incluir compuestos de halógenos orgánicos F3			
TRANSPORTE G	SÍ	NO	OTROS
Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para todos los vehículos utilizados G1			
Establecer y hacer seguimiento a los indicadores de eficiencia para el transporte del producto G2			
La maquinaria utilizada en el proceso de producción y todos los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios G3			
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO H	SÍ	NO	OTROS
Suministrar la información que le permita al usuario el adecuado mantenimiento del material H1			
Información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra H2			
Información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto H3			
Rotulado libres de metales pesados H4			
Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado H5			
APTITUD PARA EL USO I	SÍ	NO	OTROS
Aptitud para el uso según normas técnicas I1 H6			

**ANEXO B_ENCUESTA A FÁBRICAS
PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE
CUMPLIMIENTO CON LA NTC - 6033**

ANEXO C_ DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIALA NTC 6033

CRITERIOS	SUB-CRITERIO	DESCRIPCION
LEGISLACION AMBIENTAL	Cumplimiento de la ley ambiental del producto y a la extracción de la materia prima.	La organización encargada de la fabricación de materiales para mampostería debe establecer, implementar y mantener un procedimiento para identificar, tener acceso, cumplir y evaluar periódicamente el cumplimiento, con la legislación ambiental que sea aplicable al producto y a los procesos en las etapas de extracción de materias primas, fabricación, embalaje y transporte del producto.
	Materia prima provista por otros solicitar que se cumpla con la ley ambiental.	Para las materias primas e insumos provistos por otros, la organización debe solicitar al proveedor que demuestre mediante el aporte de los registros pertinentes que el producto cumple la legislación ambiental del país de origen.
REQUISITOS GENERALES	Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las máquinas utilizadas.	Se debe definir e implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las máquinas y equipos empleados en las etapas de extracción de materias primas, fabricación y embalaje y dejar registros de los mantenimientos efectuados.
	Identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento	Se deben identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento a fin de establecer e implementar planes de acción para controlar o evitar aquellos de carácter significativo.
	Los solventes utilizados para limpiar las maquinas no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono	Los solventes empleados para limpiar las máquinas y equipos empleados en las etapas de extracción de materias primas, fabricación y embalaje no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono.
	Para la producción no emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extintores que contengan CFC Y HCFC	En el proceso de producción, no se deben emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extinción de incendios cuyos agentes refrigerantes y extintores contengan Clorofluorocarbonados – CFC, Hidroclorofluorocarbonados – HCFC y halones. Adicionalmente, para el caso de los equipos ya instalados que contengan Hidroclorofluorocarbonados – HCFC se debe contar con un plan de sustitución del uso de HCFC.
GESTION DE PROVEEDORES	Establecer criterios de compra con consideraciones ambientales	Identificar los bienes y servicios que adquiere o contrata para la fabricación de su producto y establecer criterios de compra que incluyan consideraciones ambientales, de acuerdo con la disponibilidad del mercado.
	Dar prioridad a proveedores comprometidos con la protección del medio ambiente	Dar prioridad a los proveedores que demuestren su compromiso con la protección del medio ambiente.
	Verificar legalidad de proveedores	Verificar la idoneidad y legalidad de los proveedores que contrata.
	Exigir optimización de empaque	Optimización del empaque
	Recolección de empaques y aprovechamiento	Contar con un programa de recolección de empaques o emplear empaques degradables o que en la práctica se cuente con infraestructura para su recolección y aprovechamiento local.
MATERIA PRIMA	Reemplazo de materias primas por menos contaminantes	Reemplazo de materias primas o insumos por otras menos contaminantes o que generan menor impacto ambiental
	Exigir proveedores que demuestren criterios ambientales	Definición de criterios ambientales de compra que exija a sus proveedores el uso de mejores prácticas, las cuales puedan ser verificadas por la organización.
	Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental	Los sitios de extracción de los cuales se obtengan materias primas para la fabricación deben tener implementados planes con indicadores de gestión que incluyan procedimientos para minimizar efectos adversos de los siguientes impactos potenciales: Contaminación por ruido, Afectación por vibración y voladuras, si aplica, Contaminación por material particulado, Vertimientos a agua superficial, subterránea, océanos o suelo, Plan de reducción del impacto visual y paisajístico, Un plan de restauración de la mina
	Sitios de extracción por terceros exigir planes de gestión ambiental	En caso de que la explotación de materias primas sea realizada por terceros, la organización encargada de la fabricación de los materiales para mampostería debe exigir a los proveedores de dichas materias primas, el cumplimiento de los requisitos descritos en en el anterior ítem
	Pre-consumo o post-consumo	Los materiales para mampostería deben incorporar como parte de sus materias primas pre-consumo o post-consumo generados dentro del propio proceso de fabricación o que procedan de otros procesos o actividades.
	Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono	Los productos químicos usados en la manufactura de materiales para mampostería deben tener un factor de potencial de afectación de la capa de ozono (ODP - Ozone Depletion Potential) igual a cero.
	No utilizar materiales que impliquen riesgo para la salud humana	No utilizar asbestos ni otras sustancias que impliquen riesgo para la salud humana durante su vida útil, ni tampoco PBBs (Polibromobifenilos), PBDEs (polibromodienil éteres), o parafinas cloradas de cadena corta (con C= 10-13 y cuya concentración de cloro sea mayor o igual a 50 %)



ANEXO C_ DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6033

CRITERIOS	SUB-CRITERIO	DESCRIPCION
FABRICACION	Almacenamiento de sustancias peligrosas en diques de contención	Asegurar que el almacenamiento de sustancias peligrosas se localice y maneje para prevenir la contaminación del agua superficial o el suelo (incluido asegurar que líquidos potencialmente peligrosos cuenten con diques de contención).
	Plan de respuesta ante derrames de sustancias peligrosas	Incluir un plan de respuesta ante derrames que detalle los procedimientos para identificar, contener y limpiar cualquier derrame de sustancias peligrosas.
	Plan de control de emisiones de material particulado	Establecer un plan de control de emisiones de material particulado en las zonas de almacenamiento de materias primas e insumos.
	Plan para el uso eficiente de energía, registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción,	Se debe mantener un registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción (Sin considerar los consumos de las áreas administrativas). A partir de ello se debe diseñar, establecer e implementar un plan para el uso eficiente de energía en el cual debe definir claramente metas, los periodos de tiempo para alcanzar estas metas, los responsables y las actividades para su logro.
	Plan para el ahorro y uso eficiente de agua, registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción	Se debe mantener un registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción (Se deben considerar todas las actividades desarrolladas por la organización para la producción incluyendo consumo de las áreas administrativas) y a partir de ello se debe diseñar, establecer e implementar un plan para el ahorro y uso eficiente de agua en el cual debe definir claramente metas de reducción, los periodos de tiempo para alcanzar estas metas, los responsables y las actividades para su logro.
	Plan de gestión integral de residuos	Se debe llevar un registro de la cantidad mensual y tipo de residuos que se generan por unidad de producción (Se deben considerar todas las actividades desarrolladas por la organización para la producción, comercialización y entrega del producto). A partir de estas mediciones se debe diseñar, establecer e implementar un plan de gestión integral de dichos residuos, el cual considere al menos: minimización, separación en la fuente, transporte interno, almacenamiento, presentación diferenciada, aprovechamiento, y disposición de los residuos.
	Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente	Para los residuos peligrosos que se generen durante las etapas de extracción de materiales, producción, mantenimiento de equipos y comercialización de los ladrillos o bloques de arcilla, la organización debe disponer de éstos a través de empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente para realizar la gestión de residuos peligrosos de acuerdo con la etapa de ésta que desarrolle.
	Los residuos deban ser reciclados o aprovechados por terceros	La organización debe garantizar que los residuos generados de los materiales para mampostería generados en cualquiera de las etapas de fabricación sean reciclados o aprovechados por la misma organización o a través de terceros.
	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.	Se deben identificar y caracterizar las fuentes de contaminación atmosférica, auditiva y visual en el proceso de fabricación (Sin considerar comercialización y entrega del producto). A partir de este se debe establecer, implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.
EMPAQUE Y EMBALAJE	Diseño del empaque con ahorro de recursos y materiales reciclados	La organización debe considerar en el diseño del empaque del producto, el ahorro de recursos, el reciclaje de materiales y la reducción de residuos.
	Elementos para el empaque debe ser reciclables o degradables	Los elementos empleados para el empaque y embalaje de los materiales para mampostería deben ser reciclables o degradables, en caso de que las características necesarias para el empaque o embalaje no permitan que sea reciclable o degradable la organización debe tener un programa en el que se retorne el empaque o embalaje.
	Los plásticos no deben incluir compuestos de halógenos orgánicos	Los materiales plásticos usados en empaques no deben incluir compuestos de halógenos orgánicos como constituyentes de la fórmula.
TRANSPORTE	Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para todos los vehículos	La organización debe implementar y mantener un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para todos los vehículos que se empleen en las etapas de extracción de materias primas, fabricación y comercialización. En caso de que el servicio de transporte sea contratado con un tercero, éste debe demostrar la implementación del plan de mantenimiento preventivo y correctivo.
	Establecer y hacer seguimiento a los indicadores de eficiencia para el transporte del producto	La organización debe establecer y hacer seguimiento a los indicadores de eficiencia para el transporte del producto, expresados en toneladas promedio por viaje, y tenerlos a disposición de los compradores.
	La maquinaria utilizada en el proceso de producción y todos los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios	La maquinaria utilizada en el proceso de producción y todos los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios (véase el numeral 3 definiciones); en el caso de no usar combustibles limpios, debe justificar esta situación y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones atmosféricas.



CRITERIOS	SUB-CRITERIO	DESCRIPCION
INFORMACION DEL PRODUCTO	Suministrar la información que le permita al usuario el adecuado mantenimiento del material	La organización debe suministrar la información que le permita al usuario el adecuado mantenimiento de las obras construidas con los materiales para mampostería con el fin de extender su vida útil y reducir la necesidad del reemplazo de partes.
	Información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra	La organización debe suministrar la información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra, tendiente a reducir su desperdicio y a optimizar los procesos de lavado y protección.
	Información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto	La organización debe suministrar la información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización y disposición del producto.
	Rotulado libres de metales pesados	Los adhesivos y tintas empleados en el rotulado e instrucciones de los productos deben ser libres de metales pesados
	Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado	La organización debe informar el porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado en el producto.
APTITUD PARA EL USO	Aptitud para el uso según normas técnicas	Los materiales para mampostería y demás productos cubiertos por esta norma deben demostrar su aptitud para el uso de acuerdo con lo establecido en las siguientes normas o en normas técnicas internacionales o de reconocimiento internacional vigente como ISO, ASTM, etc.

ANEXO C_ DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS DE LA NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6033



MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																		
CRITERIOS AMBIENTALES	IMPORTANCIA								Igual	IMPORTANCIA								CRITERIOS AMBIENTALES
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada			Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema		
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	
A. LEGISLACION AMBIENTAL																	B. REQUISITOS GENERALES	
																	C. GESTION DE PROVEEDORES	
																	D. MATERIA PRIMA	
																	E. FABRICACION	
																	F. EMPAQUE Y EMBALAJE	
																	G. TRANSPORTE	
																	H. INFORMACION DEL PRODUCTO	
																	I. APTITUD PARA EL USO	
B. REQUISITOS GENERALES																	C. GESTION DE PROVEEDORES	
																	D. MATERIA PRIMA	
																	E. FABRICACION	
																	F. EMPAQUE Y EMBALAJE	
																	G. TRANSPORTE	
																	H. INFORMACION DEL PRODUCTO	
C. GESTION DE PROVEEDORES																	I. APTITUD PARA EL USO	
																	D. MATERIA PRIMA	
																	E. FABRICACION	
																	F. EMPAQUE Y EMBALAJE	
																	G. TRANSPORTE	
D. MATERIA PRIMA																	H. INFORMACION DEL PRODUCTO	
																	I. APTITUD PARA EL USO	
																	E. FABRICACION	
																	F. EMPAQUE Y EMBALAJE	
E. FABRICACION																	G. TRANSPORTE	
																	H. INFORMACION DEL PRODUCTO	
																	I. APTITUD PARA EL USO	
F. EMPAQUE Y EMBALAJE																	G. TRANSPORTE	
																	H. INFORMACION DEL PRODUCTO	
G. TRANSPORTE																	I. APTITUD PARA EL USO	
																	H. INFORMACION DEL PRODUCTO	
H. INFORMACION DEL PRODUCTO																	I. APTITUD PARA EL USO	
																	H. INFORMACION DEL PRODUCTO	

ANEXO C_ ENCUESTA A LOS PROFESIONALES PARA EL PAJ



ANEXO C_ ENCUESTA A LOS PROFESIONALES PARA EL PAJ

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE SUB - CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																				
A LEGISLACION AMBIENTAL	IMPORTANCIA									Igual	IMPORTANCIA									A LEGISLACION AMBIENTAL
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema			
	9	8	7	6	5	4	3	2			2	3	4	5	6	7	8	9		
A1. Cumplimiento de la ley ambiental del producto y a la extracción de la materia prima.																			A2. Materia prima provista por otros solicitar que se cumpla con la ley ambiental	

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE SUB - CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																				
B. REQUISITOS GENERALES	IMPORTANCIA									Igual	IMPORTANCIA									B. REQUISITOS GENERALES
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema			
	9	8	7	6	5	4	3	2			2	3	4	5	6	7	8	9		
B1. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo para todas las máquinas utilizadas.																			B2. Identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento	
																			B3. Los solventes utilizados para limpiar las máquinas no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono	
																			B4. Para la producción no emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extintores que contengan CFC Y HCFC	
B2. Identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales de las actividades de mantenimiento																			B3. Los solventes utilizados para limpiar las máquinas no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono	
																			B4. Para la producción no emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extintores que contengan CFC Y HCFC	
B3. Los solventes utilizados para limpiar las máquinas no deben contener sustancias que afecten la capa de ozono																			B4. Para la producción no emplear equipos de refrigeración, aire acondicionado o extintores que contengan CFC Y HCFC	



ANEXO C_ ENCUESTA A LOS PROFESIONALES PARA EL PAJ

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE SUB - CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																				
C. GESTION DE PROVEEDORES	IMPORTANCIA									Igual	IMPORTANCIA									C. GESTION DE PROVEEDORES
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema			
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8	9		
C1. Establecer criterios de compra con consideraciones ambientales.																		C2. Dar prioridad a proveedores comprometidos con la proteccion del medio ambiente		
																		C3. Verificar legalidad de proveedores		
																		C4. Exigir optimización de empaque		
																		C5. Recolección de empaques y aprovechamiento		
C2. Dar prioridad a proveedores comprometidos con la proteccion del medio ambiente.																		C3. Verificar legalidad de proveedores		
																		C4. Exigir optimización de empaque		
																		C5. Recolección de empaques y aprovechamiento		
C3. Verificar legalidad de proveedores																		C4. Exigir optimización de empaque		
																		C5. Recolección de empaques y aprovechamiento		
C4. Exigir optimización de empaque																		C5. Recolección de empaques y aprovechamiento		

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE SUB - CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																				
F. EMPAQUE Y EMBALAJE	IMPORTANCIA									Igual	IMPORTANCIA									F. EMPAQUE Y EMBALAJE
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema			
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8	9		
F1. Diseño del empaque con ahorro de recursos y materiales reciclados																		F2. Elementos para el empaque debe ser reciclables o degradables		
																		F3. Los plásticos no deben incluir compuestos de halógenos orgánicos		
F2. Elementos para el empaque debe ser reciclables o degradables																		F3. Los plásticos no deben incluir compuestos de halógenos orgánicos		



ANEXO C_ ENCUESTA A LOS PROFESIONALES PARA EL PAJ

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE SUB - CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																				
D. MATERIA PRIMA	IMPORTANCIA									Igual	IMPORTANCIA									D. MATERIA PRIMA
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema			
	9	8	7	6	5	4	3	2	1		2	3	4	5	6	7	8	9		
D1. Reemplazo de materias primas por menos contaminantes																		D2. Exigir proveedores que demuestren criterios ambientales		
																		D3. Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental		
																		D4. Sitios de extracción por terceros exigir planes de gestión ambiental		
																		D5. Pre-consumo o post-consumo		
																		D6. Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono		
D2. Exigir proveedores que demuestren criterios ambientales																		D7. No utilizar materiales que impliquen riesgo para la salud humana		
																		D3. Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental		
																		D4. Sitios de extracción por terceros exigir planes de gestión ambiental		
																		D5. Pre-consumo o post-consumo		
D3. Sitios de extracción seguros con planes de gestión ambiental																		D6. Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono		
																		D7. No utilizar materiales que impliquen riesgo para la salud humana		
																		D4. Sitios de extracción por terceros exigir planes de gestión ambiental		
D4. Sitios de extracción por terceros exigir planes de gestión ambiental																		D5. Pre-consumo o post-consumo		
																		D6. Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono		
D5. Pre-consumo o post-consumo																		D7. No utilizar materiales que impliquen riesgo para la salud humana		
																		D6. Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono		
D6. Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono																		D7. No utilizar materiales que impliquen riesgo para la salud humana		
																		D6. Productos químicos para la materia prima que no afecten la capa de ozono		

ANEXO C_ ENCUESTA A LOS PROFESIONALES PARA EL PAJ

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																	
E. FABRICACION	IMPORTANCIA					Igual	IMPORTANCIA					E. FABRICACION					
	Extrema	Muy fuerte	Fuerte	Moderada	Muy débil		Extrema	Muy débil	Fuerte	Moderada	Muy fuerte						
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Almacenamiento de sustancias peligrosas en diques de contención																	Plan de respuesta ante derrames de sustancias peligrosas
																	Plan de control de emisiones de material particulado
																	Plan para el uso eficiente de energía, registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción.
																	Plan para el ahorro y uso eficiente de agua, registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción.
																	Plan de gestión integral de residuos
																	Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente
																	Los residuos deben ser reciclados o aprovechados por terceros
																	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.
																	Plan de control de emisiones de material particulado
																	Plan para el uso eficiente de energía, registro mensual del consumo de energías térmica y eléctrica en el proceso de fabricación por unidad de producción.
																	Plan para el ahorro y uso eficiente de agua, registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción.
																	Plan de gestión integral de residuos
																	Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente
																	Los residuos deben ser reciclados o aprovechados por terceros
																	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.
																	Plan para el ahorro y uso eficiente de agua, registro mensual del consumo total de agua en el proceso de fabricación por unidad de producción.
																	Plan de gestión integral de residuos
																	Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente
																	Los residuos deben ser reciclados o aprovechados por terceros
																	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.
																	Disponer los residuos peligrosos a empresas autorizadas por la autoridad ambiental competente
																	Los residuos deben ser reciclados o aprovechados por terceros
																	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.
																	Identificar las fuentes de contaminación e implementar y mantener un programa para controlar la contaminación atmosférica, auditiva y visual.



ANEXO C_ ENCUESTA A LOS PROFESIONALES PARA EL PAJ

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE SUB - CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																			
G. TRANSPORTE	IMPORTANCIA							Igual	IMPORTANCIA							G. TRANSPORTE			
	Extrema	Muy fuerte	Fuerte	Moderada		Moderada	Fuerte		Muy fuerte	Extrema									
	9	8	7	6	5	4	3		2	1	2	3	4	5	6		7	8	9
G1. Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para todos los vehículos																			G2. Establecer y hacer seguimiento a los indicadores de eficiencia para el transporte del producto
G2. Establecer y hacer seguimiento a los indicadores de eficiencia para el transporte del producto																			G3. La maquinaria utilizada en el proceso de producción y todos los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios
																			G3. La maquinaria utilizada en el proceso de producción y todos los vehículos empleados para el transporte a cargo de la organización, deben usar combustibles limpios

MATRIZ DE COMPARACION PAREADA DE SUB - CRITERIOS PARA ETIQUETAS TIPO 1 EN MATERIALES DE MAMPOSTERIA																			
H. INFORMACION DEL PRODUCTO	IMPORTANCIA							Igual	IMPORTANCIA							H. INFORMACION DEL PRODUCTO			
	Extrema	Muy fuerte	Fuerte	Moderada		Moderada	Fuerte		Muy fuerte	Extrema									
	9	8	7	6	5	4	3		2	1	2	3	4	5	6		7	8	9
H1. Suministrar la información que permita al usuario el adecuado mantenimiento del material																			H2. Información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra
																			H3. Información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto
																			H4. Rotulado libres de metales pesados
																			H5. Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado
H2. Información sobre las recomendaciones de manejo adecuado del producto en obra																			H3. Información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto
																			H4. Rotulado libres de metales pesados
																			H5. Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado
H3. Información relacionada con el reciclaje, aprovechamiento, reutilización del producto																			H4. Rotulado libres de metales pesados
																			H5. Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado
H4. Rotulado libres de metales pesados																			H5. Porcentaje por unidad de masa de contenido de material reciclado



BIBLIOGRAFÍA



ARTÍCULOS EN REVISTAS CIENTÍFICAS

- Ramírez-Zarzosa, A. (2002). La construcción sostenible. *Física y sociedad*, (13), 30–33.
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes de la Construcción*, 49(451), 41–47
- Arenas. (2016). Los materiales de construcción y el medio ambiente. Recuperado a partir de http://mastersuniversitaris.upc.edu/aem/archivos/2010-11-fesinas-completas/04-cristinacela-impactoambiental_completo.pdf
- Marrero, M., Martínez-Escobar, L., Mercader, M. P., & Leiva, C. (2013). Minimización del impacto ambiental en la ejecución de fachadas mediante el empleo de materiales reciclados. *Informes de la Construcción*, 65(529), 89–97. <http://doi.org/10.3989/ic.11.034>
- Vilches, A., Macías, O., & GIL-PÉREZ, D. (2009). Década de la educación para la sostenibilidad. *Temas de acción clave. Documentos de Trabajo*, (1). Recuperado a partir de http://www.fec-chiapas.com.mx/sistema/biblioteca_digital/decada-de-la-educacion-para-la-sostenibilidad.pdf
- Natalini, M., Klees, D., Tiner, D., & Jirina. (2000). Reciclaje y reutilización de materiales residuales de construcción y demolición. Ed. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad Nacional del Nordeste. Argentina. Recuperado a partir de http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2000/7_tecnologicas/t_pdf/t_013.pdf
- Gómez, F., & Pellegrero, F. (2014). Sistema DAPc®, la ecoetiqueta ecológica tipo III para materiales de la construcción. *Rutas: Revista de la Asociación Técnica de Carreteras*, (160), 54–55.
- Serrano, A., Quezada, F., López, M., Guillen, V., & Orellana, D. (2015). Sobre la evaluación de la sostenibilidad de materiales de construcción. *ASRI: Arte y sociedad. Revista de investigación*, (9), 13.
- García, J. L. (1999). Plan de emergencia contra derrames y fugas de productos químicos peligrosos, 11.

ARTICULO DE CONFERENCIA

- Arboix, J. (2010). EPD's de materiales de construcción (p. 12). Palacio de Congresos de la Castellana - Madrid. Recuperado a partir de <http://www.sb10mad.com/ponencias/archivos/c/C055.pdf>
- AIDIMA. (2005). Ecoetiquetado: Guía AIDIMA. Recuperado a partir de http://www.xn--eco-diseo-s6a.net/script/photo/13246411770_20101105_guia-aidima-2005.pdf

TESIS

- Ortiz Jara, Y. L., & Garzón Serrato, M. P. (2015). Lineamientos generales para la obtención del sello ambiental Colombiano al proceso productivo de los ladrillos fabricados con escombros generados en las actividades de construcción. Universidad Libre, Bogotá, D.C., Colombia. Recuperado a partir de <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7955>
- Deleg, N. (2010). Definición de un proceso de producción semi-industrial de ladrillos en la parroquia Susudel. Universidad De Cuenca, Cuenca - Ecuador. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2397>
- Crespo Muñoz, S. L. (2015). Construcción de mampostería de bloque de pómez, mediante la prefabricación de macro elementos modulares. Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado a partir de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22855>
- (Abad, Aguirre, & Pañega, 2012) Abad, M., Aguirre, J., & Pañega, F. (2012). Diseño de paneles prefabricados en tierra. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Mariscal Jiménez, J. G. (2001). Análisis de placas planas de fibrocemento en sección mixta con perfiles de acero. Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/962/>
- Gamboa de León, O. (2005). OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO DEL ESTÁNDAR 15x20x40 CM CON GRADO DE RESISTENCIA 28 KG/CM², CASO ESPECÍFICO FUERTE-BLOCK MÁQUINAS #1 Y #2. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Viscaíno Cuzco, M. A. (2016). Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la Ciudad de Cuenca. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba - Ecuador. Recuperado a partir de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4752>
- Ojeda, S., Cruz, S., Taboada, P., & Quetzalli, V. (2011). Hacia la sustentabilidad: los residuos sólidos como fuente de materia prima y energía. Universidad Autónoma de Baja California, México. Recuperado a partir de <http://www.uabc.mx>



NORMAS

- Norma Técnica Colombiana NTC-6033. (2013). ETIQUETAS AMBIENTALES TIPO I. SELLO AMBIENTAL COLOMBIANO (SAC). CRITERIOS AMBIENTALES PARA LADRILLOS Y BLOQUES DE ARCILLA.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0638. (2014). BLOQUES HUECOS DE HORMIGÓN. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0293. (1978). LADRILLOS CERÁMICOS. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CONDICIONES GENERALES.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 0297. (1978). LADRILLOS CERÁMICOS. REQUISITOS.
- Norma Técnica Colombiana - NTC 4373. (1997). INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA. PLACAS PLANAS DE FIBRO-CEMENTO

GUÍAS

- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Los materiales en la construcción de vivienda de interés social / Díaz Reyes, Carlos Alberto; Ramírez Luna, Julia Aurora (Eds.), Aincol (textos) .-- Bogotá, D.C. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011. 47 p. (Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social; no.: 2)
- Unzalu, P. (2011). ETIQUETADO AMBIENTAL DE PRODUCTO. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental.
- Acesco, Vélez, C., Colmena, Corpacero, Eternit, Fanac, ... Universidad del Valle. (2012). Manual de construcción liviana en seco (Vols. 1-1). Camacol Valle. Recuperado a partir de <http://www.camacolvalle.org.co/portal/component/phocadownload/category/64-manual-de-construccion-liviana-en-seco?download=481:capitulo-3-placas-de-yeso-y-fibro cemento>.
- OPTIMAGRID. (2005). Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa. Recuperado a partir de <http://www.optimagrid.eu/optimagrid/es/index.php>
- Global Trends Inc. (2009). PLAN DE ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS Proyecto Hidroeléctrico Monte Lirio. Recuperado a partir de [http://ifcext.ifc.org/ifcext/spiwebsite1.nsf/0/2B66650654EF01A7852576BA000E32C0/\\$File/10.3.%20PLANES%20AMBIENTALES4%20Plan%20Almc%20Manejo%20SustPeligrosas%20LIRIO.pdf](http://ifcext.ifc.org/ifcext/spiwebsite1.nsf/0/2B66650654EF01A7852576BA000E32C0/$File/10.3.%20PLANES%20AMBIENTALES4%20Plan%20Almc%20Manejo%20SustPeligrosas%20LIRIO.pdf)

- OCCIARCILLAS. (2014). MANUAL DE MANEJO Y LAVADO OCCIARCILLAS. pdf. Recuperado a partir de <http://occiarcillas.com/manual-de-manejo-lavado-y-proteccion-del-ladrillo/>

REVISTAS

- Gómez, F., & Pellegrero, F. (2014). Sistema DAPc® , la ecoetiqueta ecológica tipo III para materiales de la construcción. *Rutas: Revista de la Asociación Técnica de Carreteras*, (160), 54-55.

PÁGINAS WEB

- GYPLAC. (21 de Mayo de 2016). Archdaily. Obtenido de <http://www.archdaily.co/catalog/co/products/6200/placa-de-yeso-resistente-al-fuego-rf-gyplac>
- Novo Chile. (19 de Mayo de 2016). PROCESO PRODUCTIVO. Obtenido de <http://novochile.cl/nuestra-empresa/proceso-productivo/>
- Arkigrafico. (23 de Mayo de 2016). Arkigrafico. Obtenido de <http://www.arkigrafico.com/que-es-el-fibro cemento/#>
- Skinco Colombit. (12 de Mayo de 2015). Cubiertas - Tejas onduladas. Obtenido de <http://www.skinco.co/archivos/galeria/lmgGaleria-20>
- UNAD. (20 de Mayo de 2005). Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Obtenido de <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358011/ContLinea/modulo.html>
- UNAD. (20 de Mayo de 2016). Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358050/exe/leccin_24_programa_de_gestin_integral_de_residuos_peligrosos.html
- UNAD. (20 de Mayo de 2016). Programa de Uso Racional de la Energía (URE). Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358050/exe/leccin_23_programa_de_uso_racional_de_la_energa_ure.html
- ECOPAPEL. (4 de Junio de 2016). ECOPAPEL. Obtenido de <http://www.ecopapel.org/porq.htm>
- VISIÓN DIGITAL. (04 de Junio de 2016). VISIÓN DIGITAL. Obtenido de <http://vision-digital.com.mx/2011/10/01/serigrafia-libre-de-metales-pesados/>
- Comisión de Gestión Ambiental. (2 de Junio de 2016). Comisión de Gestión Ambiental. Obtenido de <http://sut.cuenca.gob.ec/content/licencias-ambientales-1>
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2 de Junio de 2016). MINISTERIO DEL AMBIENTE - PUNTO VERDE. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/punto-verde/>



- Arqhys Arquitectura. (26 de Julio de 2016). Obtenido de <http://www.arqhys.com/casas/tipos-mamposteria.html>
- WIKIPEDIA. (26 de Julio de 2016). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Mamposter%C3%ADa>

DOCUMENTOS

- TRIBUNAL CONSTITUCIONAL DEL ECUADOR, & MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2009). LEY DE MINERÍA. Editora Nacional. Recuperado a partir de <https://dspace.unm.edu/handle/1928/12759>
- El PNUMA. (2010). TRATADOS INTERNACIONALES PARA LA PROTECCIÓN DE LA CAPA DE OZONO (p. 25). Montreal - Canadá.
- EMAC EP. (2013). ORDENANZA QUE REGULA LA GESTION INTEGRAL DE LOS DESECHOS Y RESIDUOS SOLIDOS EN EL CANTON CUENCA. Recuperado a partir de <http://www.dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4820>
- MINIAMBIENTE. (1994). MINISTERIO DEL AMBIENTE RESOLUCIÓN 541. Recuperado a partir de <http://repository.eia.edu.co/handle/11190/396>
- MINMINAS, (primero). (2009). MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Recuperado a partir de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/fuentes_moviles/Resoluci%C3%B3n_2604_de_2009_-_Combustibles_limpios_y_l%C3%ADmites_emisi%C3%B3n_vehiculos_transporte_de_pasajeros.pdf
- SAINT-GOBAIN. (2012). LEED®, BREEAM® y VERDE® Certificaciones que avalan el compromiso medioambiental en la edificación.

ENTREVISTAS

- Flores, E. (1 de Junio de 2016). Indicadores de eficiencia para transporte de producto. (L. Jarama, & B. Uzhca, Entrevistadores)