

**ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE DESPERDICIOS DE MAMPOSTERÍA
EN EDIFICACIONES**

**PEDRO JULIÁN CANCINO RUEDA
FABIO GERARDO PLATA SERRANO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA**

2011

**ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE DESPERDICIOS DE MAMPOSTERÍA
EN EDIFICACIONES**

**PEDRO JULIÁN CANCINO RUEDA
FABIO GERARDO PLATA SERRANO**

**Monografía como requisito para optar al título de especialista en gerencia e
interventoría de obras civiles**

**Director:
CLAUDIA PATRICIA RETAMOSO LLAMAS
MSc. Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS**

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA
2011**

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bucaramanga, 2011

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.2. ALCANCE.....	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4. OBJETIVOS.....	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos.....	15
1.5. RELEVANCIA DEL ESTUDIO.....	15
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. TEORÍA GENERAL DE LA MAMPOSTERÍA.....	16
2.2. MORTERO.....	16
2.2.1. Cemento.....	17
2.2.2. Arena.....	19
2.2.3. Agua.....	19
2.2.4. Cal.....	19
2.2.5. Aditivos.....	20
2.3. TIPOS DE MAMPUESTOS.....	20
2.3.1. Ladrillo en arcilla.....	20
2.3.2. Bloque de cemento prefabricado.....	23
2.3.3. Resistencia a la compresión.....	25
2.3.4. Mortero utilizado.....	26
2.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.....	29
2.5. EVOLUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA.....	36
2.6. TIPOS DE MUROS.....	37
2.7. LOS RESIDUOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	42
2.7.1. RESIDUOS DE MAMPOSTERÍA.....	43
3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	45

3.1	SEGUIMIENTO DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MANEJO Y CONTROL DE MATERIALES DE MAMPOSTERÍA.....	45
3.1.1	Recepción de materiales.....	45
3.1.2	Transporte interno de materiales.....	48
3.1.3	Almacenamiento de materiales en la obra.....	51
3.1.4	Entrega de materiales para la ejecución de la mampostería.....	51
3.2	SEGUIMIENTO DE LOS PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MAMPOSTERÍA.....	52
3.2.1	Preparación de mortero.....	52
3.2.2	Adecuación de los mampuestos.....	53
3.2.3	Instalación de la mampostería.....	53
3.3	SEGUIMIENTO EN LA DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS DE LA MAMPOSTERÍA.....	55
3.3.1	Disposición de los residuos de mortero.....	55
3.3.2	Disposición de los residuos de ladrillo.....	55
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CAMPO.....	56
4.1	MANEJO Y CONTROL DE MATERIALES DE MAMPOSTERÍA.....	56
4.2	EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MAMPOSTERÍA.....	61
4.3	DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS.....	65
5.	LISTAS DE CHEQUEO PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIOS EN MAMPOSTERÍA.....	66
5.1	LISTA DE CHEQUEO PARA EL MANEJO Y TRASLADOS DE MATERIAL UTILIZADO EN LA ACTIVIDAD DE MAMPOSTERÍA.....	66
5.2	LISTA DE CHEQUEO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE MAMPOSTERÍA.....	68
6.	PROPUESTA DE FORMATOS PARA EL CONTROL DEL RECIBO Y MANEJO DE MATERIALES EN LA ACTIVIDAD DE MAMPOSTERÍA.....	71
7.	MEMORIA DESCRIPTIVA PARA EL RECIBO Y CONTROL INTERNO DE MATERIALES EN LA MAMPOSTERÍA INTERIOR Y DE FACHADA.....	76

7.1	ARENA	76
7.2	LADRILLO	78
7.3	CEMENTO	79
7.4	MORTERO	80
7.5	MORTERO SECO	81
8.	CONCLUSIONES	83
9.	RECOMENDACIONES	84
10.	BIBLIOGRAFÍA	86

LISTA DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 1 Tipos de cemento Portland.....	18
Tabla 2 Escala granulométrica.....	19
Tabla 3 Agregado vs propiedad de bloque.....	24
Tabla 4 Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y peso.....	25
Tabla 5 Clasificación de los morteros de pega por propiedad o proporción.....	27
Tabla 6 Control de ejecución y recibo de la mampostería interior	63
Tabla 7 Control de ejecución y recibo de la mampostería fachada	64
Tabla 8 Lista de chequeo para manejo y traslado de material	66
Tabla 9 Lista de chequeo para la ejecución de mampostería	68
Tabla 10 Recibo y control interno de ladrillo en mampostería interior o fachada.....	71
Tabla 11 Recibo y control interno de cemento en mampostería interior o fachada.....	72
Tabla 12 Recibo y control interno de arena en mampostería interior o fachada.....	73
Tabla 13 Recibo y control interno de mortero en mampostería interior o fachada.....	74
Tabla 14 Recibo y control interno de mortero seco en mampostería interior o fachada.....	75

LISTA DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1 Geometría de ladrillo en arcilla.....	21
Figura 2 Ladrillo H-7.....	21
Figura 3 Ladrillo H-10.....	21
Figura 4 Ladrillo H-15.....	21
Figura 5 Bloque de cemento de 3 cavidades.....	24
Figura 6 Cortadora manual.....	29
Figura 7 Cortadora de ladrillo de banco.....	30
Figura 8 Mezcladora.....	30
Figura 9 Carretillas.....	31
Figura 10 Pluma de transporte vertical.....	31
Figura 11 Regla graduada.....	32
Figura 12 Regla metálica o codal.....	32
Figura 13 Nivel de burbuja.....	33
Figura 14 Flexometro.....	33
Figura 15 Plomada.....	33
Figura 16 Cepillo con cerdas plásticas.....	34
Figura 17 Pala, Batea y Palustre.....	34
Figura 18 Ranuradores.....	35
Figura 19 Escuadra metálica.....	35
Figura 20 Implementos de seguridad.....	36
Figura 21 Mampostería de cavidad reforzada.....	37
Figura 22 Mampostería reforzada.....	38
Figura 23 Mampostería parcialmente reforzada.....	39
Figura 24 Mampostería no reforzada.....	39
Figura 25 Mampostería de muros confinados.....	40
Figura 26 Mampostería de muros diafragma.....	41

Figura 27 Mampostería reforzada externa..... 41

Figura 28 Residuos en mampostería..... 43

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	PÁG.
Fotografía 1 Ubicación de la arena	46
Fotografía 2 Descargue de ladrillo	46
Fotografía 3 Descargue de cemento	47
Fotografía 4 Transporte de arena en la obra	48
Fotografía 5 Transporte vertical de arena	49
Fotografía 6 Canasta para transporte de ladrillo	49
Fotografía 7 Transporte de cemento en la obra.....	50
Fotografía 8 Preparación mezcla de mortero.....	52
Fotografía 9 Corte de medios ladrillos.....	53
Fotografía 10 Construcción muro en mampostería H-10.....	54
Fotografía 11 Almacenamiento de ladrillo en obra	57
Fotografía 12 Utilización del ladrillo como banco de figuración.....	58
Fotografía 13 Ladrillo para trancar puerta	58
Fotografía 14 Ladrillo usados como plomo	59
Fotografía 15 Transporte de ladrillo.....	59
Fotografía 16 Corte de ladrillo en enrase de muro.....	62
Fotografía 17 Ubicación de escombro en botadero autorizado	65
Fotografía 18 Transporte adecuado de ladrillo opción 1.....	67
6Fotografía 19 Transporte adecuado de ladrillo opción 2.....	67
Fotografía 20 Mezcladora mecánica para mortero.....	69
Fotografía 21 Mortero seco en presentación en bolsa	69
Fotografía 22 Desperdicio por geometría del muro	70
Fotografía 23 Diferentes tamaños de ladrillos.....	70

RESUMEN

TÍTULO: ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE DESPERDICIOS DE MAMPOSTERÍA EN EDIFICACIONES

AUTOR(ES): Pedro Julián Cancino Rueda
Fabio Gerardo Plata Serrano

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Claudia Patricia Retamoso Llamas

PALABRAS CLAVES: Desperdicio, Mampostería, Proyectos, Edificaciones, Investigación.

Para este trabajo se desarrollaron procedimientos, que permitieron controlar los desperdicios generados en las actividades de mampostería interior y exterior de edificaciones; En este tipo de proyectos se presentan grandes desperdicios de materiales para la actividad de la mampostería, lo cual representa una afectación ambiental, de tiempo de ejecución de proyecto y de tipo económico en las utilidades que pueda generar el mismo.

Para lograr los objetivos planteados, se ejecutaron actividades de seguimiento a los procesos actuales que involucran el manejo de la mampostería, teniendo en cuenta todos los materiales involucrados en dicha actividad. Para lograr este objetivo, se realizaron visitas a obras en ejecución, con el propósito de obtener información sobre los procesos actuales relacionados con la actividad.

Finalmente se estudiaron los resultados obtenidos en la investigación, y se generaron propuestas de mejoras a dichos procedimientos verificados en obra, para lograr de esta forma los objetivos previstos en el control de desperdicios en la actividad de mampostería.

ABSTRACT

TITLE: STRATEGIES FOR THE CONTROL OF WASTE IN BUILDINGS MASONRY

AUTHOR: Pedro Julian Cancino Rueda
Fabio Gerardo Plata Serrano

FACULTY: Faculty of Civil Engineering

DIRECTOR: Claudia Patricia Retamoso Llamas

KEYWORDS: Waste, Drywall, Projects, Buildings, Research.

For this work we developed procedures that allow managing the waste generated in the activities of interior and exterior masonry of buildings; In such projects are wasteful of materials for the activity of the masonry, which represents an environmental involvement of execution time of an economic project and in the profits you can generate the same.

To achieve the objectives, monitoring activities were carried out to current processes that involve the management of the masonry, taking into account all the materials involved in such activity. To achieve these objective, technical visits to works in progress, with the purpose of obtaining information about the current processes related to the activity.

Finally we studied the results of the investigation, and generated suggestions for improvements to these procedures verified on site, thus achieving the targets under the control of waste in the masonry business.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a que el sector de la construcción es de gran importancia en la economía del país, es imprescindible que este negocio siga siendo interesante desde el punto de vista financiero, para aquellos que lo desarrollan.

La construcción de edificaciones en especial los edificios en altura, han evolucionado a través del tiempo, en algunas de sus actividades que la componen, sin embargo la actividad de mampostería tanto en fachadas, como en interiores, se ha mantenido con los mismos sistemas antiguos, tanto en su metodología, como en el manejo de sus materiales, lo que produce como resultado, altos porcentajes de desperdicios que afectan directamente al proyecto, disminuyendo la utilidad del mismo.

Por lo tanto es necesario realizar una investigación sobre los procesos que fundamentalmente generan desperdicios significativos en la actividad de mampostería, para lograr determinar estrategias eficaces, que puedan mejorar los procesos de ejecución de esta actividad, así como también con respecto al manejo de los materiales utilizados en su ejecución.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La generación de desperdicios en la actividad de mampostería, en el proceso constructivo de edificaciones, ha dado como resultado un grado de afectación en el aspecto económico, debido a la disminución de las utilidades del proyecto, las cuales involucran: el incremento en la cantidad prevista de materiales en el presupuesto para realizar la actividad, en la generación de transporte adicional de los residuos a sitios de disposición autorizados, y en la utilización de logística (personal y equipos), para el transporte interno de dichos residuos.

De igual forma, otro aspecto que ha sido afectado por la generación de desperdicios, es el de carácter ambiental, ya que el manejo de estos directamente en la obra, genera material particulado, que afecta el entorno general del proyecto, viéndose afectado tanto el personal operativo, como los sectores aledaños al mismo. Por otra parte, estos residuos generan contaminación del suelo en los sitios de su disposición, afectando directamente la flora y fauna de dicho entorno.

Igualmente otra característica que se ve afectada, es la programación de la actividad en el tiempo, ya que el desarrollo de esta tendrá un tiempo de duración

mayor al presupuestado inicialmente, debido a las actividades adicionales no previstas.

1.2. ALCANCE

Este estudio pretende proponer estrategias en lo referente a acciones encaminadas a disminuir el índice de desperdicios en la actividad de mampostería, basados en cambios de procedimientos en su ejecución y en la implementación de nuevos sistemas para mejorar el transporte, el manejo, la ubicación y la utilización del material adecuado según su uso.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El porcentaje de desperdicios producidos por el uso de materiales en una obra, se ha incrementado de forma progresiva; como consecuencia de prácticas indebidas en la manipulación de estos materiales, así como también por algunos procedimientos en la ejecución de actividades donde son utilizados.

Causas principales que generan desperdicios en la actividad de mampostería¹:

- Procedimiento inadecuado en la ejecución de la actividad.
- Equipos utilizados en el transporte de materiales al interior de la obra.
- Solicitud del material inapropiado.
- metodología en la entrega de material para la ejecución de la actividad.

Dichas causas conllevan a la disminución de la utilidad de los proyectos; por lo que se requiere plantear soluciones a dichas causas, las cuales puedan dar beneficios tanto a los dueños del proyecto como a sus ejecutores.

Una de las soluciones a esta problemática, es realizar un cambio o generar una modificación en los equipos de transporte de materiales, con el propósito de disminuir el porcentaje de desperdicio, por rotura o daños en los mismos, esto se realiza utilizando nuevas tecnologías; tales como equipos especiales que se ajusten a las formas de los materiales. Por otra parte, se propone reutilizar materiales de desecho actividades culminadas, para que puedan ser empleados en posteriores procesos.

¹ Botero, Luis Fernando. Construcción sin pérdidas. 2005.

La visión de este proyecto plantea unas pautas que generen cambios tanto a nivel cultural del personal capacitado para ejecutar las actividades, como a nivel de procedimientos y medios en los sistemas de utilización y transporte de materiales, reduciendo las pérdidas en los mismos respecto a los porcentajes normalmente presupuestados.

1.4. OBJETIVOS

Para el proyecto se plantean los siguientes objetivos, que al ser desarrollados cumplirán con el propósito fundamental de este estudio.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar los métodos eficazmente aplicables, para lograr estrategias en la disminución de desperdicio de materiales utilizados en mampostería de edificaciones.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar los procedimientos de recibo, traslado interno, ubicación y depósito de los materiales de mampostería que generen grandes desperdicios en la ejecución de un proyecto de edificación.
- Plantear ajustes a los procedimientos en la ejecución de aquellas actividades, que generan desperdicios considerables en los materiales utilizados en la mampostería.
- Generar propuestas para mejorar la ejecución de la actividad de mampostería.

1.5. RELEVANCIA DEL ESTUDIO

Con este estudio se pretende brindar una serie de herramientas al sector de la construcción, basadas en procesos probados; con el fin de que la actividad de mampostería disminuya sus desperdicios, proporcionando beneficios económicos y financieros para el constructor y adicionalmente contribuyendo a disminuir el impacto de carácter medioambiental que pueda generar en el entorno.

2. MARCO TEÓRICO

Tradicionalmente en la industria de la construcción se han mantenido de forma inalterada a través de los años, algunos procesos para la ejecución de la actividad de mampostería, los cuales por su inadecuado manejo y control, han generado pérdidas significativas en materiales de mampuestos, traducidas en baja productividad económica para el sector de la construcción.

Como consecuencia de la gran demanda en la construcción de vivienda e infraestructura de tipo público y privada, es importante resaltar la actividad de la mampostería la cual posee un alto grado de incidencia en el proceso constructivo de las edificaciones.

Por lo tanto, es relevante realizar una descripción sobre los tipos de materiales utilizados en esta actividad, las clases de mampostería, equipos y herramientas necesarias para su ejecución y finalmente, dar a conocer las estrategias para reducir el grado de desperdicios que se genera en el proceso constructivo.

2.1. TEORÍA GENERAL DE LA MAMPOSTERÍA

La mampostería se define como un sistema tradicional de construcción, el cual se basa en erigir muros para diversos fines, tales como: divisiones interiores, fachadas de edificaciones, cerramientos y elementos estructurales; mediante la ubicación manual de los materiales que los componen, los cuales pueden ser en ladrillos hechos en arcilla y bloques de cemento prefabricados.

A continuación, se dará una descripción general de los principales materiales que componen la actividad de la mampostería, las herramientas necesarias para su adecuado procedimiento de ejecución y la incidencia que los desperdicios pueden generar sobre el adecuado desarrollo de dicha actividad.

2.2. MORTERO

Como concepto general, el mortero se define como una pasta formada por una mezcla de (cemento Portland hidráulico), agua y agregado fino (arena), que al entrar en contacto, se transforma en un material de pega utilizado para la adhesión de bloques de ladrillo o bloques de cemento. Adicionalmente puede ser usado para el relleno de las celdas que los mismos bloques poseen

Actualmente existen variedades de mortero, entre los más comunes están²:

- **Mortero de cemento y arena**, presenta buena resistencia, se seca y endurece rápidamente, pero no tiene alta flexibilidad y puede resquebrajarse con facilidad.
- **Mortero de cal y arena**, tiene un comportamiento de mayor flexibilidad y de fácil aplicación, pero posee baja resistencia y nivel de impermeabilización.
- **Mortero de cemento, cal y arena**, La ventaja de este mortero radica en que si se requiere mayor flexibilidad, se le debe agregar una mayor dosificación de cal y si por el contrario, se requiere una mayor resistencia, se incrementa la dosificación del cemento.
- **Mortero de cemento Portland**, Es una mezcla de cemento Portland hidráulico con arena y agua, su ventaja es la capacidad de alcanzar resistencias rápidamente.

2.2.1. CEMENTO

El cemento es una materia prima fundamental en los procesos de construcción, está formado por la mezcla de caliza y arcilla y posee la propiedad de endurecer y fraguar al contacto con el agua.

El cemento Portland o a base de Portland que posee las propiedades mencionadas anteriormente, se fabrica siendo procesado a grandes temperaturas.

Este material siendo uno de los más utilizados en obra, en diversas actividades que se desarrollan en los procesos de construcción, también posee diversos tipos de composición y propiedades de resistencia y durabilidad, dependiendo de los diseños de mezcla y de los fines para los cuales se necesite emplear.

Entre los tipos de cemento Portland más comunes se encuentran los mencionados en la tabla 1.

² Salamanca Correa, Rodrigo. Tecnología de los morteros. 2001

Tabla 1 Tipos de Cemento Portland³

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND	CARACTERÍSTICAS
Tipo 1	Es el cemento destinado a obras de concreto en general, al que no se le exigen propiedades especiales
Tipo 1-M	Destinado a obras de concreto en general, al cual no se le exigen propiedades especiales pero tiene resistencias superiores a las Portland tipo 1.
Tipo 2	Destinado generalmente a obras de concreto expuestas a la acción moderada de sulfatos y obras en donde se requiere moderado calor de hidratación.
Tipo 3	Es el cemento que desarrolla altas resistencias iniciales.
Tipo 4	Es el cemento bajo calor de hidratación.
Tipo 5	Es el cemento que ofrece alta resistencia a la acción de los sulfatos
Blanco	Es el cemento que se obtiene con materiales debidamente seleccionados que le confieren una coloración blanca
Con incorporador de aire	Son aquellos a los que se les adiciona un material incorporado de aire durante la pulverización
Tipo 1A	Es el cemento Portland tipo 1, al cual se le adiciona un material incorporador de aire resistente al congelamiento por deshielo.
Tipo 1-MA	Es el cemento Portland 1-M, al cual se le adiciona un material incorporador de aire resistente al congelamiento por deshielo.
Tipo 2A y 3A	Son el mismo cemento tipo 2 y 3 pero con un material incorporador de aire. Son resistentes al congelamiento por deshielo.

³ Tipos de Cemento Portland. <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/10/tipos-de-cemento-portland.html>. Consultado de Abril de 2011

2.2.2. ARENA

La arena es un conjunto de partículas de rocas, las cuales tienen un tamaño que varía entre 0,063 y 2 mm. Debido a su conformación la cual es de sílice y cuarzo, le proporcionan alta dureza, siendo esta una cualidad importante para la conformación de pastas de pega tales como morteros. Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava. Según el capítulo D de la NSR2010 se establece su clasificación dependiendo del tamaño de las partículas. *Ver tabla 2.*

Tabla 2 Escala granulométrica⁴

Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,002 mm
Limos	0,002-0,06 mm
Arenas	0,06-2 mm
Gravas	2 mm-6 cm
Cantos rodados	6-25 cm
Bloques	>25 cm

2.2.3. AGUA⁵

Es un elemento fundamental en el momento de elaborar la mezcla del mortero, ya que brinda la posibilidad de generar propiedades de fraguado al contacto con el cemento, adhiriendo los agregados finos a dicha mezcla para conformar un sólido con todos sus compuestos. Igualmente su calidad química es importante ya que el nivel de acidez debe ser neutro (Ph 7.0). La dosificación depende de su relación agua cemento correspondiente a la manejabilidad requerida.

2.2.4. CAL

El hidróxido de calcio o cal apagada (CaO) es un compuesto químico de fórmula CaO. Este material es utilizado para hacer mortero de cal y se obtiene de las rocas calizas calcinadas a una temperatura entre 900°C y 1200°C. El óxido de calcio reacciona violentamente con el agua, haciendo que ésta alcance los 90°C.

⁴ T. William Lambe. Robert V. Whitman. Mecánica de suelos. Editora Limusa. México. 1997

⁵ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Agua, Cal y Aditivos

la cal forma parte de formulaciones de morteros y se además se usa como conglomerante en la construcción.

2.2.5. ADITIVOS

Son materiales que se añaden a la mezcla de mortero antes o durante su preparación, con el objeto de modificar las propiedades químicas, para que esta se adapte a las condiciones de aplicación requeridas. Entre estos aditivos se encuentran retardantes o acelerantes.

2.3. TIPOS DE MAMPUESTOS

En la actualidad se puede destacar por su uso continuo y masivo dos tipos de mampuestos; los ladrillos de arcilla y los bloques de cemento, ambos tipos son muy usados a nivel nacional tanto en mampostería interior, como para mampostería de fachadas.

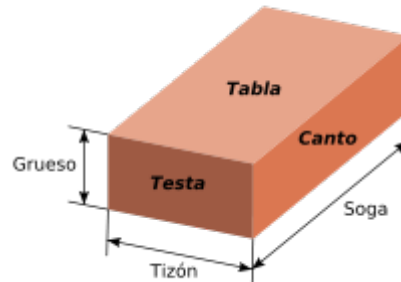
2.3.1. LADRILLO EN ARCILLA

A través de la historia ha sido el mampuesto más utilizado, desde las más antiguas civilizaciones como en la Mesopotamia desde hace unos 10000 años, los sumerios y babilonios construyeron palacios y fortificaciones con ladrillos secados al sol, y se inició el cocimiento de ladrillos en hornos para instalarlos en las fachadas y lograr durabilidad y protección contra el agua⁶.

El ladrillo está compuesto de arcilla, la cual es un material de partículas muy pequeñas de silicatos hidratados de alúmina, combinados con otros materiales en menor proporción como el caolín, y la illita. *Ver figura 1*

⁶ Norma técnica colombiana NTC 3356. Mortero premezclado para mampostería. 2000

Figura 1 Geometría de ladrillo en arcilla



Tomado de: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Nomenclatura_ladrillo.svg

Sus formas utilizadas normalmente para los muros convencionales son de un prisma rectangular; sus medidas son variables pero las más usadas para fachadas son de (24x12.5x5.5) cm, además se utiliza prensado para hacerlo más impermeable. Para muros interiores o cargueros son utilizados comúnmente los ladrillos tipo H-7(30x20 x 7) cm, H-10(30x20x10) cm y H-15(30X20X15) cm.

Figura 2 Ladrillo H-7

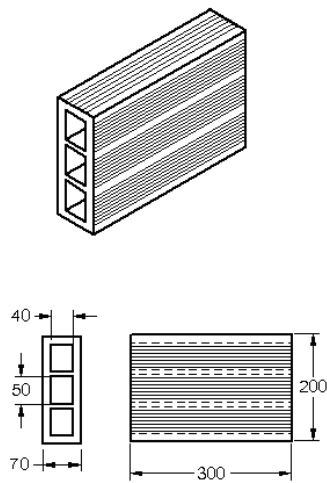


Figura 3 Ladrillo H-10

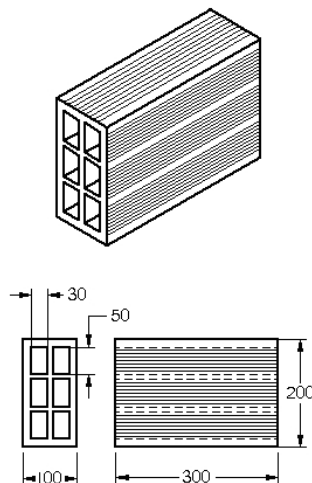
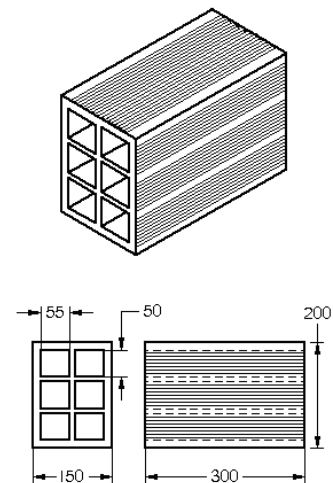


Figura 4 Ladrillo H-15



Tomado de: <http://www.ladrillosytubos.com/products/list>

Los ladrillos en arcilla pueden ser macizos, con perforaciones, horizontales, verticales y son utilizados según la necesidad específica ya sea para muros de carga estructural o para muros divisorios⁷. Ver figuras 2, 3, y 4

- **Proceso de elaboración**

La materia prima utilizada para la producción de este tipo de bloques es principalmente la arcilla, Una vez seleccionado el tipo de arcilla el proceso de fabricación es el siguiente⁸:

- **Maduración**

Antes de incorporar la arcilla al ciclo de producción, es necesario someterla a tratamientos de trituración, homogeneización y reposo.

La exposición atmosférica ayuda a incrementar la descomposición de la materia orgánica que pueda estar presente y permite la purificación química y biológica del material.

- **Pre-elaboración**

La fase de pre-elaboración consiste en una serie de operaciones que tienen la finalidad de purificar y refinar la materia prima.

Luego se procede a depositar el material en silos, donde el material se homogeniza definitivamente tanto en apariencia como en características físico químicas.

- **Humidificación**

La arcilla se lleva a un laminador refinador y, posteriormente a un mezclador que humedece la arcilla, agregándole agua para obtener la humedad precisa.

⁷ Catálogo de soluciones cerámicas. Hispalyt. 2008

⁸Andrew PLUMRIDGE & Wim MEULENKAMP, Brickwork. Architecture and Design. London, 2000

- **Moldeado**

El moldeado, normalmente, se hace en caliente utilizando vapor saturado aproximadamente a 130 °C y a presión reducida. Procediendo de esta manera, se obtiene una humedad más uniforme y una masa más compacta.

- **Secado**

De esta etapa depende el buen resultado y calidad del material, en lo que respecta a la ausencia de fisuras. El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeado.

- **Cocción**

Se realiza en hornos de túnel, que en algunos casos pueden llegar a medir hasta 120 m de longitud, y donde la temperatura de la zona de cocción oscila entre 900 °C y 1000 °C. En el interior del horno, la temperatura varía de forma continua y uniforme.

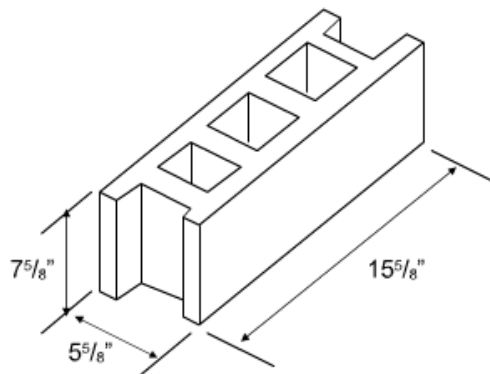
2.3.2. BLOQUE DE CEMENTO PREFABRICADO

Son aquellos bloques fabricados con cemento Portland de tipo liviano, pesado con variación en su resistencia y propiedades acústicas y térmicas.

Los bloques tienen forma prismática, con dimensiones normalizadas, y suelen ser esencialmente huecos.

Este tipo de mampostería es comúnmente utilizada para sistemas de cimientos, divisiones y paredes de carga. Los tamaños más comunes para los bloques de cemento prefabricado son 8" de altura con 16" de largo y espesores de 4", 6", 8", 10" y 12". *Ver figura 5*

Figura 5 Bloque de cemento de 3 cavidades



Tomado de: <http://www.arpape.com/prefabricados.html>

Los bloques en cemento prefabricado poseen tres tipos de clasificaciones principales, las cuales son, bloques de cavidad para divisiones, bloques de cavidad de carga y bloques sólidos de carga.[6]

Las propiedades de este tipo de mampuestos varían dependiendo principalmente de los agregados que se utilicen para su fabricación. La siguiente tabla muestra la relación entre el tipo de agregado y la propiedad que le proporciona al bloque de cemento. *Ver tabla 3*

Tabla 3 Agregado vs Propiedad de bloque⁹

AGREGADO	PROPIEDADES
Arena y Grava	Gran fuerza en compresión. Baja absorción de agua. Densidad y durabilidad excelentes.
Ceniza Gruesa de Carbón	Buena fortaleza. Mejores propiedades térmicas e ignífugas. Mejores propiedades acústicas. Mayor porosidad y absorción de agua.
Arcilla	Alta fortaleza. Buenas propiedades ignífugas, aislantes y acústicas. Durable.

⁹ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Propiedades de Agregados

2.3.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Según la utilización del muro, sea divisorio o de soporte estructural, las piezas de ladrillo de arcilla y de bloque de cemento prefabricado, que lo componen deben cumplir con las siguientes especificaciones. *Ver tabla 4*

Tabla 4 Requisitos de resistencia a la compresión, absorción de agua y peso¹⁰

Resistencia a la compresión 28 días, evaluada sobre el área neta promedio (Anp)			Absorción de agua (Aa) % según el peso (densidad) del concreto secado en horno kg/m ³		
Mínimo Mpa			Promedio de 3 unidades, máximo, %		
Clase	Promedio de 3 unidades	Individual	Peso liviano menos de 1680 kg/m ³	Peso mediano de 1680 kg/m ³ hasta menos de 2000 kg/m ³	Peso normal 2000 kg/m ³ o mas
Alta	13	11	15%	12%	9%
Baja	8	7	18%	15%	12%

En el caso de las unidades de bloque de cemento, La resistencia a la compresión se ha especificado a los 28 días. Sin embargo, las unidades se pueden utilizar a edades más tempranas, cuando exista un historial sobre la evolución de la resistencia de unidades de iguales características.

- Las unidades de mampostería, principalmente los bloques de cemento que obtienen un promedio de resistencia alto, (de 10 a 13 Mpa), se consideran unidades de mampostería de tipo estructural para muros de carga.
- Las unidades de mampostería que obtienen un promedio de resistencia bajo (de 7 a 9 Mpa), se consideran unidades de mampostería para muros divisorios.

¹⁰ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Resistencia a la Compresión

2.3.4. MORTERO UTILIZADO

➤ MORTERO DE PEGA

Los morteros de pega deben tener buena plasticidad, consistencia y ser capaces de retener el agua mínima para la hidratación del cemento y, además, garantizar su adherencia con las unidades de mampostería para desarrollar su acción cementante. Los morteros se clasifican según la propiedad y proporción. *Ver tabla 5.*

Tabla 5 Clasificación de los Morteros de Pega por Propiedad o por Proporción¹¹

mortero tipo	Especificación de los morteros por propiedad			especificaciones de los morteros por proporción				
	resistencia mínima a la compresión f_c Mpa	Flujo en (%)	retención mínima de agua	Cemento Portland	Cal Hidratada	Cemento para Mampostería	Arena /Material Cementante	
							Min	Max
H	22,5	115-125	75%	1	0,25	no aplica	2	2,5
M	17,5	115-125	75%	1	0,25	no aplica	2,25	3
				1	no aplica	1	2,25	2,5
S	12,5	110-120	75%	1	0.25 a 0.5	no aplica	2,5	3,5
				0,5	no aplica	1	2,5	3
N(6)	7,5	105-115	75%	1	0.50 a 1.25	no aplica	3	4,5
				0	no aplica	1	3	4

¹¹ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mortero de Pega

- **Dosificación del mortero de pega**

La dosificación de los componentes de los morteros de pega, debe basarse en ensayos previos de laboratorio o en experiencia de campo en obras similares y se clasifican como H, M, S o N de acuerdo con la dosificación mínima de sus componentes y con la resistencia a la compresión. La denominación de morteros tipo H, M, S o N, es exclusiva para morteros de pega de mampostería.

La resistencia a la compresión se mide a los 28 días sobre probetas tomadas en cubos de 50 mm de lado, o en cilindros de 75 mm de diámetro por 150 mm de altura. Los diferentes tipos de mortero deben cumplir con las condiciones mínimas de flujo inicial y retención de agua, establecidos en la tabla 5, Para cada uno de los tipos de mortero, en la tabla 5 se indican dos alternativas de dosificación, una utilizando cemento portland y cal hidratada, y la otra utilizando cemento portland y cemento para mampostería. Puede emplearse cualquiera de las dos alternativas de dosificación, pero no se permiten dosificaciones que empleen simultáneamente cal hidratada y cemento de mampostería.

- **Preparación en obra**

La preparación del mortero de pega con las dosificaciones establecidas previamente, debe hacerse utilizando mezcladoras mecánicas apropiadas en seco o con el agua de amasado suficiente para obtener la plasticidad requerida. Cuando se mezclen los componentes en seco, la adición de agua se debe realizar por el trabajador hasta obtener la plasticidad y consistencia requeridas. El tiempo de mezclado debe ser el suficiente para obtener uniformidad sin segregación en la mezcla. La preparación manual sólo se admite para trabajos de obras menores.

- **MORTEROS MEZCLADOS EN SECO EN OBRA**

Los morteros de pega mezclados en seco en la obra deben usarse antes de que se inicie la hidratación del cemento por contacto con el agua natural de la arena. En ningún caso se pueden utilizar después de 2 horas y media de haber sido mezclados, excepto los morteros de larga vida¹².

¹² Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Morteros Mezclados en Seco en Obra

- **MORTEROS PREMEZCLADOS DE LARGA VIDA**

Los morteros premezclados de larga vida, deben utilizarse de acuerdo con las instrucciones y dentro del tiempo especificado por el fabricante. Debe verificarse mediante ensayos que estos morteros no presentan deterioro de sus propiedades al momento de utilizarse¹³.

- **MORTERO DE RELLENO**

Los morteros de relleno utilizados en construcciones de mampostería deben ser de buena consistencia y con fluidez suficiente para penetrar en las celdas de inyección sin segregación¹⁴.

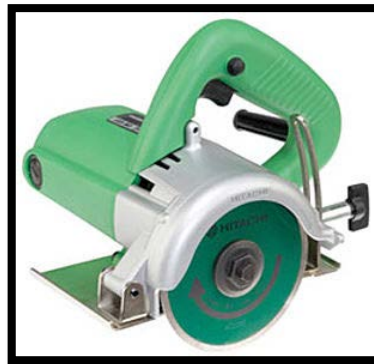
2.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Con referencia a los equipos y herramientas utilizados en esta actividad se pueden dividir de acuerdo a sus funciones.

- **Cortadora manual**

Se usa para el corte de material de ladrillo en el mismo sitio en donde se desarrolla la actividad. *Ver figura 6*

Figura 6. Cortadora manual



Tomado de: <http://www.directindustry.es>

¹³ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Morteros Premezclados de Larga Vida

¹⁴ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mortero de Relleno

- **Cortadora de ladrillo de banco**

Este equipo es utilizado para el corte de ladrillo en grandes cantidades. Ver *Figura 7*

Figura 7. Cortadora de ladrillo de banco



Tomado de: <http://www.solostocks.com.ar>

- **Mezcladora**

Equipo utilizado para mezclar los componentes (cemento, cal, arena y agua) del mortero a utilizar en la actividad de mampostería. Ver *figura 8*

Figura 8. Mezcladora



Tomado de: <http://urbancbot.blogspot.com/2009/06/mescladora.html>

- **Carretillas**

Equipo utilizado para el transporte horizontal de materiales. *Ver figura 9*

Figura 9. Carretilla



Tomado de: <http://www.grupoherrero.com.mx/accesorios.php>

- **Plumas de transporte vertical**

Equipo utilizado para el transporte de materiales en el plano vertical. *Ver figura 10*

Figura 10. Pluma de transporte vertical



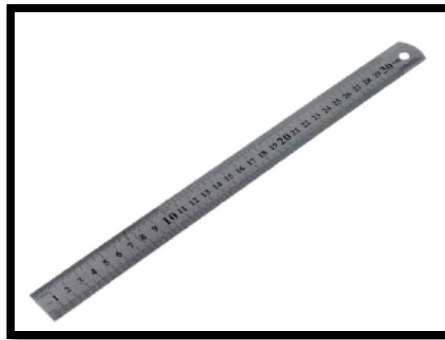
Tomado de: <http://www.equiposgleason.com/transporte.php>

Las siguientes son herramientas utilizadas en la ejecución y revisión de mampostería:

- **Reglas graduadas cada 0.10 m**

Su función es señalar la altura a la que debe quedar cada hilada. *Ver figura 11*

Figura 11. Regla graduada

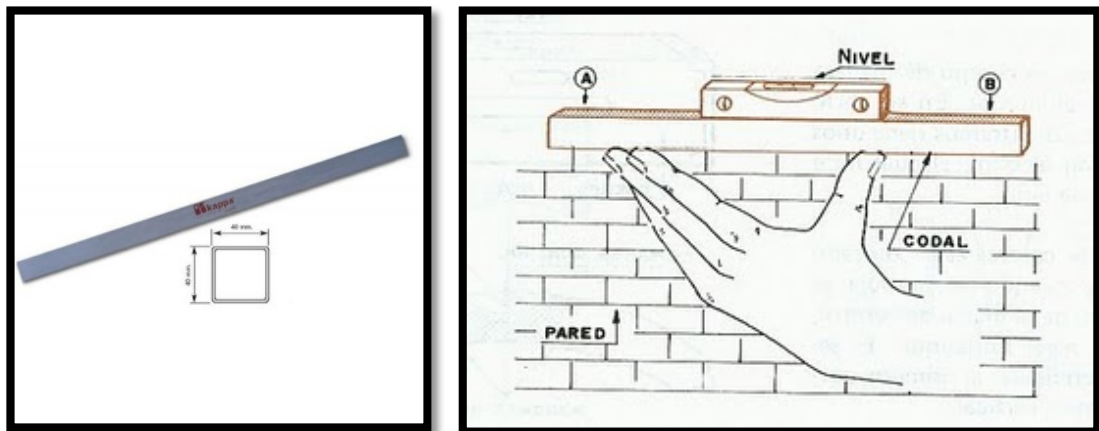


Tomado de: <http://www.foro.mimecanicapopular.com>

- **Regla metálica o codal**

Evalúa la plenitud horizontal y vertical de los muros. *Ver figura 12*

Figura 12. Regla metálica o codal



Tomado de: <http://electricidad-okar.blogspot.com/>

- **Nivel de burbuja**

Se utiliza para verificar la posición de los ladrillos y el nivel de enrase de los muros. *Ver figura 13*

Figura 13. Nivel de burbuja



Tomado de: <http://federrico.blogspot.com/>

- **Flexómetros**

Verifica la posición de los muros y las dimensiones de los vanos. *Ver figura 14*

Figura 14. Flexómetro

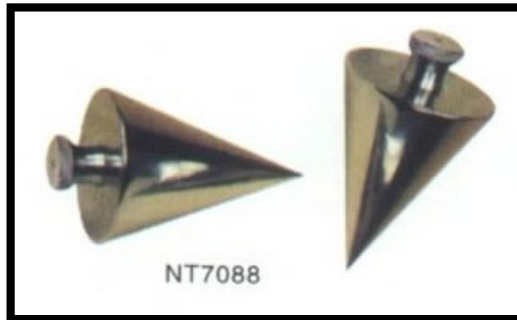


Tomado de: <http://www.alycotools.com/>

- **Plomada**

Verifica la verticalidad de los muros. *Ver figura 15*

Figura 15. Plomada



Tomado de: <http://panamarscisa.com/>

- **Cepillos con cerdas plásticas**

Se utilizan para limpiar los muros. *Ver figura 16*

Figura 16. Cepillo con cerdas plásticas



Tomado de: <https://www.masterdirect.com/>

- **Bateas, palas y palustres**

Estas herramientas son usadas para la elaboración y colocación de los morteros. *Ver figura 17*

Figura 17. Pala, Batea y Palustre (tomadas del internet)



Tomado de: <http://www.blokasa.com/>

- **Hilos**

Se utilizan como referencia para alinear los ladrillos.

- **Ranuradores**

Es una herramienta para tratar las juntas entre ladrillos. *Ver figura 18*

Figura 18. Ranuradores



Tomado de: <http://spanish.alibaba.com/>

- **Escuadras metálicas.**

Son utilizadas para verificar que las intersecciones de los muros tengan Ángulos rectos. *Ver figura 19*

Figura 19. Escuadra metálica



Tomado de: <http://www.hechoxnosotrosmismos.com/>

- **Implementos de seguridad**

Como cascos, guantes, botas, máscaras, gafas protectoras. *Ver figura 20*

Figura 20. Implementos de seguridad



Tomado de: <http://www.latiendadelcoche.com/>

2.5. EVOLUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA

La mampostería es la unión de bloques o ladrillos de arcilla o de concreto, con un mortero para conformar sistemas monolíticos tipo muro, que puedan resistir acciones producidas por las cargas de gravedad, o las acciones de sismo o vientos.

En sus inicios la mampostería se hizo con piedra labrada, que se unía mediante una argamasa de cal.

Una gran cantidad de materiales han sido utilizados para la elaboración de mampostería. Cuando las civilizaciones se desarrollaban en las riberas de los ríos, los depósitos aluviales eran usados para formar ladrillos. La cultura mesopotámica que se ubicó entre los ríos Tigris y Éufrates, creó una arquitectura de ladrillo, por su parte los pueblos que existían en las vecindades de las montañas utilizaron rocas. A lo largo de la ribera del río Nilo los egipcios, construyeron una gran cantidad de mampostería en roca, en las regiones árticas se utilizan los bloques de hielo para construir iglús¹⁵.

Ahora los materiales comunes de mampostería, se hacen con rocas, arcilla, silicato de calcio y concreto.

La evolución de la mampostería se ha dado a través del tiempo de acuerdo a la necesidades del ser humano, dependiendo de las regiones en donde se ubicará; por consiguiente, la mampostería inició su evolución como una mampostería puramente de soporte a la gravedad (no reforzada), hasta la mampostería

¹⁵ Espinosa, Fernando Medina. Mampostería Reforzada Interiormente: Usos, Comportamiento y Diseños. Nuevo León, México. Diciembre 2001

reforzada la cual soporta fuerzas de gravedad y fuerzas horizontales de forma simultánea.

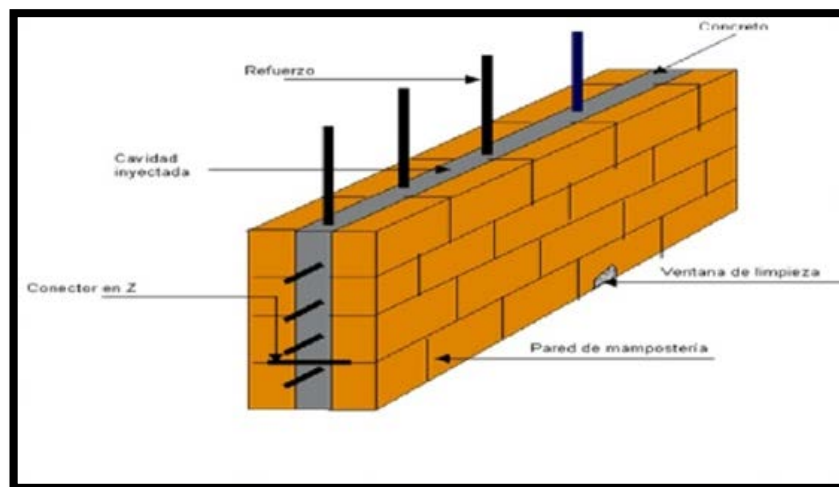
2.6. TIPOS DE MUROS

De acuerdo a la normatividad actual los muros de mampostería de carácter estructural se pueden dividir en los siguientes tipos:

- **MAMPOSTERÍA DE CAVIDAD REFORZADA**

Es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería de caras paralelas reforzadas o no, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado, con funcionamiento compuesto. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico¹⁶. Ver figura 21

Figura 21. Mampostería de cavidad reforzada



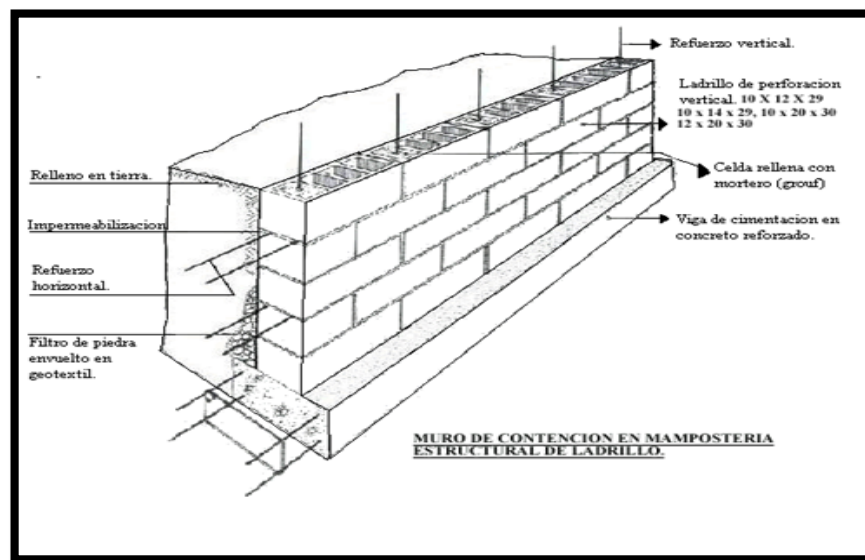
Tomado de: <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/>

¹⁶ Mampostería de Cavidad Reforzada. <http://www.arqhys.com/casas/tipos-mamposteria.html>. Consultado de Mayo de 2011

- **MAMPOSTERÍA REFORZADA**

Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico cuando todas sus celdas se inyectan con mortero de relleno o cuando se cumpla con los requisitos adicionales de refuerzos mínimos, y como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico cuando sólo se inyectan con mortero de relleno las celdas verticales que llevan refuerzo¹⁷. Ver figura 22

Figura 22. Mampostería reforzada



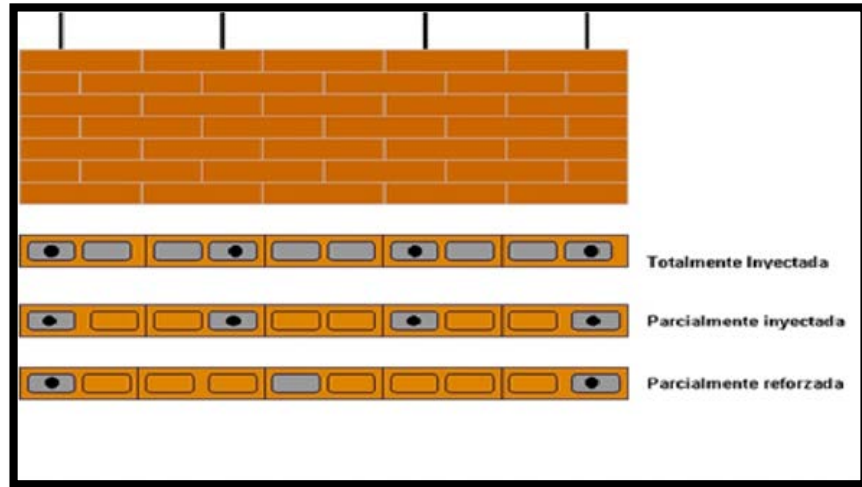
Tomado de: <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/>

- **MAMPOSTERÍA PARCIALMENTE REFORZADA**

Es la construcción con base en piezas de mampostería de perforación vertical, unidas por medio de mortero, reforzada internamente con barras y alambres de acero. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico. Ver figura 23

¹⁷ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería Reforzada y Parcialmente Reforzada

Figura 23. Mampostería parcialmente reforzada

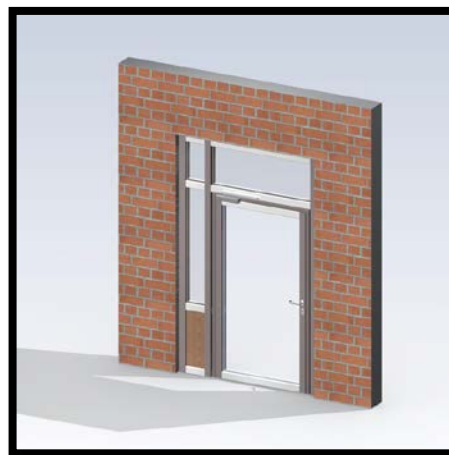


Tomado de: <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/>

- **MAMPOSTERÍA NO REFORZADA**

Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero que no cumple las cuantías mínimas de refuerzo establecidas para la mampostería parcialmente reforzada. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico¹⁸. Ver figura 24

Figura 24. Mampostería no reforzada



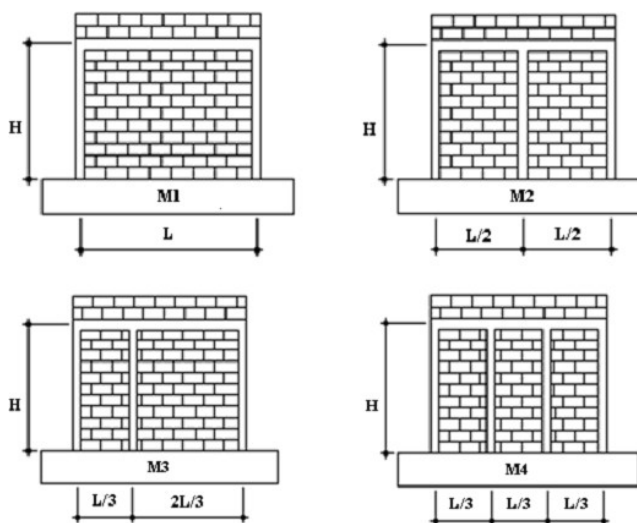
Tomado de: <http://www.sitec.de/es/productos/sistemas-de-puertas-y-tabiques-divisorios/>

¹⁸ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería no Reforzada

- **MAMPOSTERÍA DE MUROS CONFINADOS**

Es la construcción con base en piezas de mampostería unidas por medio de mortero, reforzada de manera principal con elementos de concreto reforzado construidos alrededor del muro, confinándolo. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad moderada de disipación de energía en el rango inelástico¹⁹. Ver figura 25

Figura 25. Mampostería de muros confinados



Tomado de: <http://www.scielo.org.ve/>

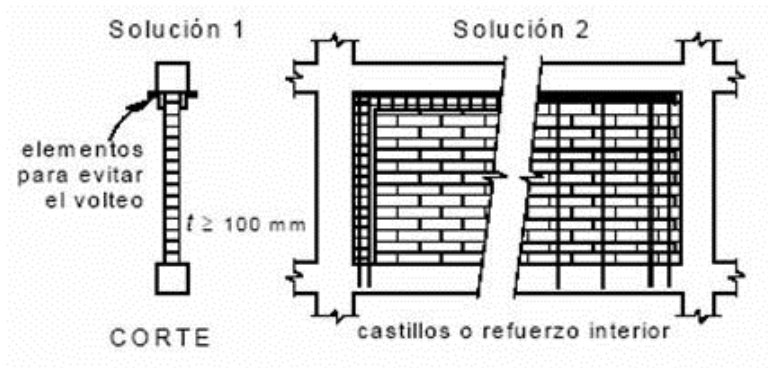
- **MAMPOSTERÍA DE MUROS DIAFRAGMA**

Se llaman muros diafragma de mampostería a aquellos muros colocados dentro de una estructura de pórticos, los cuales restringen su desplazamiento libre bajo cargas laterales. Este tipo de construcción no se permite para edificaciones nuevas, aplicable a la adición, modificación o remodelación del sistema estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento, o de la evaluación de su vulnerabilidad sísmica²⁰. Ver figura 26

¹⁹ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería de Muros Confinados

²⁰ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería de Muros Diafragma

Figura 26. Mampostería de muros diafragma

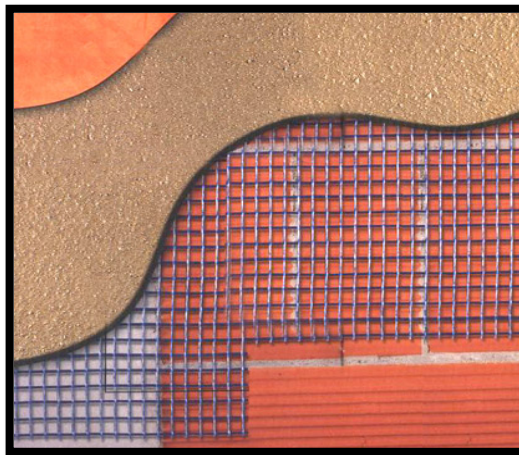


Tomado de: <http://www.jjcoopsa.com.mx/reglamweb/amamposteria/norteccoma4.htm>

- **MAMPOSTERÍA REFORZADA EXTERNAMENTE**

Es la construcción de mampostería en donde el refuerzo se coloca dentro de una capa de revoque (pañete) fijándolo al muro de mampostería mediante conectores y/o clavos. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo resistente, como uno de los sistemas con capacidad mínima de disipación de energía²¹. Ver figura 27

Figura 27. Mampostería reforzada externa



Tomado de: <http://blog.habitissimo.es/2009/08/31/construccion-malla-de-vidrio/>

²¹ Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería Reforzada Externamente

2.7. LOS RESIDUOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

La industria de la construcción, es una de las actividades que tienen mayor importancia para el desarrollo de los pueblos, sin embargo es a su vez una de las actividades que más impactos provocan en el medio ambiente.

Uno de los aspectos de mayor preocupación es la cantidad y volumen de desechos que se generan con la construcción de nuevas obras y la demolición y remodelación de estructuras viejas. Este tipo de desechos está directamente relacionado con el crecimiento demográfico y el estilo de vida de los individuos, aspectos tales como el mejoramiento de la calidad de vida, el desarrollo de gran cantidad de construcciones y los progresos tecnológicos han originado un aumento progresivo y no controlado del volumen que de estos desechos se produce principalmente en el entorno urbano.

Se consideran desechos o residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran clasificados dentro de los comúnmente conocidos como Residuos Sólidos Urbanos (residuos domiciliarios y comerciales), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta. Se trata de residuos, básicamente inertes, constituidos por tierra y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, cerámicas, ladrillos, vidrios, plásticos, yesos, acero de refuerzo, maderas, tuberías, papeles y cartones, etc. La costumbre alrededor de este tema ha sido, que estos desechos en su gran mayoría sólidos se consideran parte de la basura del proyecto y son desechados y sacados del mismo sin recibir tratamiento previo ni importar su disposición final, o se queman en el mismo proyecto produciendo emisiones perjudiciales para el ambiente incrementando además los riesgos de incendio²².

Cuando estos desechos son tratados con cierto grado de responsabilidad, por parte de las empresas o administradores de proyectos, se depositan en rellenos sanitarios o botaderos o se contrata una empresa de transportes de este tipo de materiales para que los lleve hasta estos sitios sin embargo ante la falta de controles, es muy común que sean depositados en terrenos baldíos y ríos, lo cual no solo afecta el paisaje, sino que provoca contaminación especialmente si estos contienen residuos de aceites, pinturas o solventes.

Es así, como es de vital importancia, que se le dé a estos desechos una adecuada gestión y se implementen en los proyectos buenas prácticas de manejo

²² Leandro Hernández, Ana Grettel. Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Construcción. Centro de Investigaciones en vivienda y construcción CIVCO. Costa Rica. 2007

lo que puede contribuir en gran medida a disminuir el impacto negativo de la construcción hacia el medio ambiente.

Considerando la composición de la mayoría de los desechos de la construcción, es razonable pensar que estos tienen gran potencial para ser re-usados, reciclados y reducidas sus cantidades si se aplican adecuadas políticas de gestión y manejo en la ejecución de los proyectos.

2.7.1. RESIDUOS DE MAMPOSTERÍA

La industria de la construcción es responsable del más alto porcentaje volumétrico de los residuos totales en las naciones desarrolladas y en vía de desarrollo; con referencia a las naciones desarrolladas, la cantidad de residuos están a razón de 450 kg por año por habitante²³. *Ver figura 28*

Figura 28. Grafica representativa de residuos en mampostería



Tomado de: <http://www.gccm.com.ar/>

El panorama en los países en vías de desarrollo no es más alentador.

Los sistemas constructivos a base de mampostería (bloque de concreto, ladrillo, piedra) que prevalecen en Latinoamérica son particularmente representativos de la falta de sustentabilidad. En esencia, los bloques son materiales prefabricados modulares se unen para conformar elementos constructivos mayores. Sin embargo, si el diseño arquitectónico y estructural no se adapta a las dimensiones de dichos elementos constructivos, lejos de optimizar su uso, se generan altos índices de desperdicio. La mampostería está

²³ Leandro Hernández, Ana Grettel. Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Contruccion. Centro de Investigaciones en vivienda y construcción CIVCO. Costa Rica. 2007

pensada y fabricada como las unidades mínimas de una construcción. Si para terminar un muro hasta la esquina (como se indica en los planos constructivos) se requiere una fracción de las dimensiones del material, habrá que realizar cortes. Si se realizara un corte perfecto con herramienta adecuada, aun así se desperdiciaría la fracción no requerida del bloque, pues difícilmente se podría emplear justo esa pieza en otro lugar de la obra, por lo que terminaría desechándose como escombros. El desperdicio es aún mayor en la colombiana, donde los cortes se efectuarán mediante golpe de herramienta, probablemente en varios intentos, dependiendo la habilidad del albañil.

Los mismos bloques necesitan de un mortero para ser unidos y para ser recubiertos. Esta argamasa de arena, agua y cemento, se mezcla típicamente en el suelo o en el piso (donde se perderá un porcentaje del volumen por absorción o por inaccesibilidad a la herramienta) y posteriormente se embarra y proyecta sobre la mampostería (donde una parte se caerá, rebotará o salpicará). Como raramente se calcula con precisión las proporciones de agua, cemento o arena, la mezcla en sí se realizará a prueba y error. El volumen total con el que se planea construir un solo muro, será también medido a ojo, y habrá consecuentemente un sobrante desperdiciado.

Habrà que mencionar la forma tradicional de transportar el material a la obra, en camiones obsoletos que van derramando en el camino una estela de grava o arena. Una vez que llegan a la zona de construcción, los camiones de volteo vaciarán la arena en un lugar libre. Esas nubes de polvo que se forman no solo contaminan sino que hacen perder dinero al constructor. Finalmente los albañiles aventarán de mano en mano los bloques, donde el material que sobreviva sin quebrarse será apilado en el lugar más conveniente. Dicho lugar será típicamente al aire libre, por lo que el viento y la lluvia también tendrán oportunidad de dar cuenta de los montones de gravilla y arena, que en lugar de formar parte de una construcción nueva terminará deteriorando las tuberías de drenaje pluvial.

A la lista habrá que sumar acabados, ventanería, herrería, cableado, tubería y demás material sobrante de la obra. Todos estos residuos forman parte de la fase de construcción, es decir, una demolición no se ha empezado a considerar, y el problema de contaminación ya es de inicio grave.

3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La investigación fue basada en varias obras con diferentes sistemas constructivos (edificios en sistema tradicional y edificios en sistema túnel), y diferentes acabados (ladrillo en limpio y fachadas frisadas).

3.1. SEGUIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE MANEJO Y CONTROL DE MATERIALES DE MAMPOSTERÍA

Los procedimientos de manejo de materiales en estas obras, son dados por la experiencia de los residentes, los almacenistas, los maestros, y por consideraciones dadas en los manuales de procedimientos.

3.1.1 RECEPCIÓN DE MATERIALES

Los materiales utilizados en la actividad de mampostería que son recibidos por la obra son: arena, ladrillo, cemento y agua.

- **Arena:**

Su recepción se hace por intermedio de volquetas de acuerdo a especificaciones acordadas entre la obra y el proveedor, para este caso de mortero de pega para mampostería se ordenó traer arena pareja.

Dentro de la obra se dispone de un sitio de fácil acceso para la volqueta y es colocada sobre terreno natural y a la intemperie, debido a estas condiciones se presenta contaminación, saturación debido al agua lluvia y desperdicio de la arena. *Ver fotografía 1*

Fotografía 1. Ubicación de la arena



Tomado de: Fuente Propia

- **Ladrillo:**

La recepción de ladrillo se efectúa por intermedio de camiones, en donde el material viene acomodado por unidades, lo cual hace muy lento la recepción del ladrillo ya que debe hacerse de forma manual; este procedimiento acarrea incongruencias en las cantidades recibidas del material y en el deterioro o pérdida del ladrillo por su manipulación. *Ver fotografía 2*

Fotografía 2. Descargue de ladrillo



Tomado de: Fuente Propia

Con referencia al sitio donde es ubicado el material, este se encuentra a la intemperie; debido a la irregularidad del terreno la zona es replanteada de tal forma que el terreno tome una superficie más o menos plana. El ladrillo es acomodado en arrumes con alturas mayores a 1.20 m y utilizando el método de traba.

- **Cemento:**

El recibo de cemento se efectúa por intermedio de planchones, en donde se trae el cemento en bolsas de 50 kg, y son evacuados de los planchones al almacén en forma manual, estas bolsas son ubicadas en un almacén bajo cubierta, protegido de la humedad, con piso en concreto o protegido con camillas de madera; la acomodación de los sacos de cemento dentro del almacén es tal que los sacos nuevos van a la parte posterior del almacén y los antiguos se colocan en prioridad para su consumo. *Ver fotografía 3*

Fotografía 3. Descargue de cemento



Tomado de: Fuente Propia

- **Agua:**

Se utiliza agua potable proveniente del acueducto municipal, por intermedio de puntos o llaves cercanas a los lugares de trabajo, a las que se le instalan mangueras, las cuales llenan recipientes (canecas) para su depósito y posterior utilización en el mortero de pega, relleno, y para la saturación de los ladrillos de arcilla.

3.1.2. TRANSPORTE INTERNO DE MATERIALES

El transporte de materiales en uno de los focos de desperdicio más altos en los materiales requeridos para la actividad de mampostería.

- **Arena:**

Se tienen varias formas de transporte del material.

El transporte en el plano horizontal se efectúa por intermedio de carretillas de llanta de goma, lo cual debido a la irregularidad del terreno entre el sitio de acopio y el sitio de descargue se produce pérdida del material por caída del mismo al suelo. *Ver fotografía 4*

Fotografía 4. Transporte de arena



Tomado de: Fuente Propia

Con respecto al transporte de la arena en el plano vertical, este se hace utilizando para ello torre grúa y malacates, los cuales utilizan baldes para su transporte. *Ver fotografía 5*

Fotografía 5. Transporte vertical de arena



Tomado de: Fuente Propia

- **Ladrillo:**

Para el transporte de ladrillo en el plano horizontal es utilizada la carretilla, la cual por tener una geometría cóncava, presenta problemas para la acomodación apropiada del ladrillo, ocasionando roturas del mismo.

Para el transporte vertical se utilizan torre grúa y malacates por intermedio de canastas de forma cubica, lo cual hace que el ladrillo quede bien acomodado. *Ver fotografía 6*

Fotografía 6. Canasta para transporte del ladrillo



Tomado de: Fuente Propia

- **Cemento:**

El transporte del cemento en el plano horizontal es llevado a cabo por carretillas de llanta de goma y es transportado en bolsas selladas de 50kg. Ver *fotografía 7*

Fotografía 7. Transporte de cemento



Tomado de: Fuente Propia

Para el transporte vertical son utilizadas las torres grúa y los malacates, por intermedio de canastas cubicas.

- **Agua:**

El traslado de agua hacia los sitios de ejecución de la actividad de mampostería se efectúa por intermedio de redes provisionales que se ubican en puntos estratégicos , y equidistantes para los usos requeridos , de estos puntos son llevados por intermedios de mangueras a canecas de depósito de 55 gal en donde se toman como reservorio para la utilización en la actividad, cabe anotar que se presenta con frecuencia desperdicio de agua debido a que los reservorios son llenados , y no se cierra la llave a tiempo.

3.1.3. ALMACENAMIENTO DE MATERIALES EN LA OBRA

Con respecto al almacenamiento de materiales en las obras, se refiere al ladrillo estos son ubicados en arrumes sin traba conveniente y algunas veces con alturas mayores de 1.80 m, lo cual hace susceptible los descarrilamientos del ladrillo y por tanto su rotura.

Con referencia al almacenamiento de la arena esta se hace a la intemperie sin ningún cubrimiento, sometida a los factores climáticos tales como la lluvia y el viento, lo que hace generar pérdidas de este material; adicionalmente el depósito está en contacto directo con el suelo, lo que hace que parte de la arena se contamine.

El depósito del cemento está cubierto y en algunas ocasiones cuenta con ante piso en concreto o en su defecto con protección de una tarima de madera que evita que la humedad actúe sobre este material.

Para el depósito de agua se utilizan canecas de 55 galones metálicos y plásticos y en algunas obras se tienen tanques reservorios de concreto que por intermedio de bombeo suplen la necesidad de esta actividad.

3.1.4. ENTREGA DE MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA

Los materiales son entregados con base en estándares establecidos inicialmente de acuerdo al presupuesto y después a los logrados en los apartamentos modelos de acuerdo al desarrollo de la obra.

En las obras los estándares del cemento y el ladrillo se hacen de forma cuidadosa y estricta en su entrega, pero con la entrega del estándar de arena no se actúa de igual forma; ya que el contratista simplemente traslada la cantidad, que según su experiencia requiere, generando sobrantes en el sitio de trabajo que al final se transforman en escombros.

Para los estándares de materiales la obra tiene en cuenta un porcentaje de desperdicio que esta alrededor del 8% para ladrillo prensado de fachada y para ladrillo de interiores el desperdicio es del 7%, las cantidades de cemento y arena son sacadas inicialmente de rendimientos por m² de mampostería basados en las tablas y según el tipo de mortero a utilizar ya sea en proporción 1:3 o 1:4 según el

caso (mampostería de fachada o mampostería interior), posteriormente en el proceso de los apartamentos modelos se ajustan dichos estándares.

3.2 SEGUIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MAMPOSTERÍA

En las obras tomadas como referencia, los procedimientos usados en la ejecución de esta actividad, están dados por la experiencia empírica de los ejecutantes, pero tienen parámetros generales de acuerdo a procesos establecidos por la academia.

3.2.1. PREPARACIÓN DEL MORTERO

En la preparación de los ingredientes del mortero se presentan actividades previas tales como la cernida de la arena, la cual es hecha por intermedio de un tamiz de malla de abertura 4*4mm; este tamizado genera un desperdicio de tamaños mayores de la arena que no son utilizados en la mezcla y que van a aumentar los escombros producidos por esta actividad.

El mortero es preparado por volúmenes, es decir para el mortero 1:3, se mezcla un (1) bulto de cemento de 50kg, con 3 carretillas de arena sin colmar, esta mezcla se hace en seco de forma manual utilizando pala, luego es llevada a un recipiente llamado batea, en donde se le agrega la proporción de agua y se vuelve a mezclar manualmente a pala, lo suficiente para dar la manejabilidad requerida para su utilización. *Ver fotografía 8*

Fotografía 8. Preparación mezcla mortero



Tomado de: Fuente Propia

3.2.2. ADECUACIÓN DE LOS MAMPUESTOS

Tanto los ladrillos prensados para la mampostería de fachada como los ladrillos de perforación horizontal utilizados en la mampostería interior son saturados con agua para poder iniciar su colocación.

Por otra parte debido a que el proveedor no fabrica medios, el encargado de la colocación de la mampostería procede a su elaboración por intermedio de una herramienta manual (palustre o hachuela), y cuando manejan ladrillo de fachada prensado se utiliza para los cortes, la máquina cortadora industrial de ladrillo. *Ver fotografía 9*

Fotografía 9 Corte de medios ladrillos



Tomado de: Fuente Propia

3.2.3. INSTALACIÓN DE LA MAMPOSTERÍA

El proceso de ejecución de la mampostería en las obras estudiadas es el siguiente:

- El procedimiento se inicia con el replanteo topográfico del apartamento.
- Se traza el replanteo con cimbra de color rojo con el propósito de materializar los espacios.
- En los extremos del paño donde se iniciara con la mampostería, se colocan los ladrillos maestros o guías.

- Se inicia la colocación de la primera hilada entre los ladrillos guía, instalando la mezcla en el piso e instalando uno a uno los ladrillos verificando el alineamiento por intermedio del hilo y golpeándolo hasta lograr el tamaño y la uniformidad de la brecha o junta hilada en seco con el propósito de repartir los ladrillos en el espacio dispuesto, teniendo en cuenta la brecha o dilatación entre ladrillos la cual se maneja alrededor de 1cm de ancho.
- Se inicia el llenado de las brechas verticales de la primera hilada y se coloca la mezcla base para la segunda hilada, las hiladas tanto horizontales como verticales quedan rellenas de mortero entre ladrillo y ladrillo.
- A medida que el muro va creciendo tanto en el plano vertical como en el horizontal se verifica su verticalidad, su alineamiento y nivelación, por intermedio de la plomada, los hilos de guía y el nivel de burbuja.
- Normalmente en la terminación del muro en su altura se presenta que la última hilada es de una dimensión menor al tamaño del ladrillo por lo tanto se recorta el ladrillo horizontalmente a lo largo del mismo para suplir este espacio. *Ver fotografía 10*

Fotografía 10. Construcción muro en mampostería H-10



Tomado de: Fuente Propia

3.3. SEGUIMIENTO EN LA DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS DE LA MAMPOSTERÍA

Los resultados del monitoreo efectuado a las obras con respecto a la disposición de los desperdicios de la actividad en estudio dieron similares en el manejo dado a este tema.

3.3.1. DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE MORTERO

Los sobrantes de los morteros de pega en el cual se involucra la arena y el cemento principalmente, se transforman en escombros, los cuales son evacuados en volquetas hacia un botadero autorizado por la CDMB.

3.3.2 DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS DE LADRILLO

Los desperdicios de bloque y de ladrillo que se presentan en las obras son dispuestos con los escombros en un botadero autorizado por las autoridades ambientales de la ciudad (CDMB).

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS EN CAMPO

Con referencia al seguimiento efectuado en las tres obras analizadas se evaluaron los resultados teniendo en cuenta parámetros fundamentales en el desarrollo de la actividad de la mampostería.

4.1. MANEJO Y CONTROL DE MATERIALES DE MAMPOSTERÍA

Con referencia al manejo que se hace de los materiales por parte de las obras se pudo evidenciar los siguientes aspectos, con respecto a cada uno de ellos.

- **Arena:**

Con referencia a este material, presenta falencias en los sitios de acopio, los cuales no son los mejores debido a que están a la intemperie y en contacto con el suelo, lo cual hace que se presente, desperdicio continuo por contaminación, desplazamiento de la arena por lluvia y viento.

Con respecto al transporte interno de la arena, se puede evidenciar que el transporte por intermedio de carretillas, presenta desperdicio continuo de material en su recorrido, debido a que en general estas carretillas se llenan hasta colmarlas y por el terreno irregular por donde es el recorrido, hace que el material caiga al suelo y no pueda recuperarse.

Con referencia a la preparación del mortero para la pega, durante este proceso la arena tiene que ser cernida, dando como consecuencia un desperdicio de partículas de mayor tamaño que no son aprovechadas y van a parar a los escombros de la obra.

En cuanto al control de consumo de arena en la obra, se tiene el manejo por estándares de apartamentos dependiendo del área y del tipo de mampostería a construir, ya sea de mampostería de fachada con mortero 1:3 o mampostería interior con mortero 1:4 ; también se pudo evidenciar que no se tiene en cuenta la cantidad de arena que se desperdicia en el proceso de la ubicación del material en el sitio de trabajo y adicionalmente la cantidad que se desecha a causa del tamizado; esto hace que el estándar de la arena tenga muchos factores externos que aumentan los desperdicios y la incertidumbre del consumo para la actividad.

Adicionalmente, la arena tiene un ingrediente de posible pérdida debido a la fragilidad en el proceso de recibido del material, en cuanto a la cantidad exacta de la cubicación de la volqueta del proveedor a su llegada a la obra, volumen que por lo general no es exacto con el que trae la planilla.

- **Ladrillo o Bloque:**

Con respecto al manejo de ladrillo o bloque desde su llegada genera desperdicios ya que llega en camiones o planchones sin empaquetar lo que hace que su traslado deba hacerse en forma manual, generando ladrillos desportillados o rotos en este manejo.

También se pudo evidenciar que un foco de desperdicio de ladrillo es causado por la forma de acomodar el ladrillo en arrumes con alturas de más de 1.6 m y sin una buena traba, lo que produce descarrilamientos, caídas de ladrillo y por tanto roturas de los mismos. *Ver fotografía 11*

Fotografía 11. Almacenamiento de ladrillo en obra



Tomado de: Fuente Propia

Se pudo evidenciar en las obras la utilización de los ladrillos en actividades diferentes a la mampostería tales como los usados de bancos para base de figurado de hierro, para trancar puertas, para hacer plomos de fachadas, las cuales hacen que se presenten pérdidas del material. *Ver fotografías 12, 13 y 14*

Fotografía 12. Utilización de ladrillo como banco de figuración



Tomado de: Fuente Propia

Fotografía 13. Ladrillo para trancar puertas



Tomado de: Fuente Propia

Fotografía 14. Ladrillos usados como plomos



Tomado de: Fuente Propia

En cuanto al traslado del material dentro de la obra, se pudo evidenciar que en desplazamiento horizontal se utilizan carretillas, las cuales tienen una geometría ovalada, la cual no es compatible con la geometría del ladrillo, lo que hace que la acomodación de este se haga con dificultad y se presentan roturas del ladrillo en el transporte y por tanto pérdidas.

Con respecto al transporte vertical se hace con equipos apropiados para la labor (torre grúa y malacates) que tienen canastas de transporte con geometría similar a la de los ladrillos, y por lo tanto su traslado se hace en buena forma. *Ver fotografía 15*

Fotografía 15. Transporte de ladrillo



Tomado de: Fuente Propia

Con respecto al control en la entrega del ladrillo se hace por estándares según el tipo de apartamento; se toma los metros cuadrados de mampostería por apartamento y según su tamaño se saca la cantidad requerida, por ejemplo para bloque de perforación horizontal (H-10) con dimensiones (40*20*10), se toma 13 unidades por m² y se toma un 7% adicional por desperdicio, para el ladrillo prensado con dimensiones (25*8*10), se toma 50 unidades por m² y se le adiciona el 8% por desperdicio.

- **Cemento:**

Con referencia al traslado del cemento al interior de la obra, este se hace por intermedio de carretillas en bolsas de 50 kg a través del plano horizontal, sin ningún inconveniente; cuando se requiere de transporte vertical, se utiliza equipos como malacates y torres grúas los cuales manejan canastas adecuadas para este transporte.

Con respecto al control en la entrega del cemento, las cantidades estándares se sacan teniendo en cuenta, la cantidad de metros cuadrados de mampostería a realizar con los índices dados en el presupuesto en el análisis unitario, el cual tiene en cuenta el tipo de mortero a utilizar (1:4 para mampostería interior y 1:3 para mampostería de fachada), posteriormente se ajusta dicho estándar a medida que se hagan los apartamentos modelo.

- **Agua:**

El agua a utilizar es proveniente del acueducto de la ciudad luego es potable y óptima para la actividad.

Con referencia a la llegada del agua al sitio de trabajo, esto se hace por intermedio de tubería provisional de pvc, la cual ubica puntos hidráulicos o llaves en lugares estratégicos de la obra, para lograr tener un cubrimiento por intermedio de mangueras directamente al sitio donde se ejecuta la actividad. Por lo general en el sitio de trabajo se deja reservorio de agua por intermedio de canecas de 55 galones.

Se evidencia el desperdicio de agua por el mal uso de las mangueras (no cierran la llave) o por deterioro de las mismas.

La cantidad de agua en el proceso depende del grado de manejabilidad que requiere la mezcla para su aplicación no se estiman cantidades exactas en este proceso.

4.2. EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE MAMPOSTERÍA

En la ejecución de la actividad de mampostería se pudo evidenciar que hay conocimiento de la actividad por parte de sus ejecutores, pero tienen procesos en ejecución que deben ser mejorados.

La preparación del mortero se hace por medios manuales utilizando según sea el caso palas o palustres y le van agregando el agua de acuerdo a la manejabilidad requerida. Con referencia a la dosificación del mortero este se hace por volumen, teniendo en cuenta la experiencia del ayudante quien recibe la instrucción de su oficial para preparar la mezcla.

Se evidenció en el proceso de ejecución de la actividad la ejecución de muros que generan por su geometría desperdicios, tales como los antepechos de las escaleras de puntos fijos, los cuales tienen la línea de enrase inclinada, lo que implica recortar ladrillo de forma sesgada generando desperdicio.

En la ejecución de la primera hilada se evidencia la necesidad de utilizar medios para cumplir con la dimensión del muro, lo que la persona encargada hace es romper manualmente un ladrillo por la mitad, utilizando por lo general un palustre, normalmente de un ladrillo solo sale un medio y el otro se desecha como escombros. Con respecto al ladrillo prensado para hacer los cortes se utiliza equipo manual (pulidora con disco diamantado) y cuando se requiere las cantidades mayores se utiliza la cortadora de ladrillo con disco de diamante tipo industrial

Por otra parte como consecuencia de los diseños arquitectónicos, someten a los muros a medidas verticales que no son múltiplos de la altura de la unidad de ladrillo lo que tiene como consecuencia el recorte del ladrillo de forma horizontal, lo cual genera un desperdicio en todos los muros del apartamento. *Ver fotografía 16*

En el proceso de la instalación de ladrillo, se presenta desperdicio en el mortero de pega el cual cae al suelo y se convierte posteriormente en escombros.

Fotografía 16. Corte de ladrillo en enrase de muro



Tomado de: Fuente Propia

En las obras es llevado un formato de control de la ejecución y recibo de las actividades en donde los residentes de obra y residentes auxiliares junto con los inspectores hacen seguimiento del desarrollo de la ejecución de las actividades de mampostería interior y de fachada. *Ver tablas 7 y 8*

Tabla 6. Control de ejecución y recibo de obra de mampostería interior (Fuente Propia)

CONTROL DE EJECUCIÓN Y RECIBO DE OBRA											CÓDIGO	XXXXXX				
											VERSIÓN	1				
OBRA O PROYECTO:											AÑO:					
CAPITULO: MAMPOSTERÍA					CONTRATO:			CONTRATISTA								
ACTIVIDAD MAMPOSTERÍA INTERIOR					PRODUCTO			APARTAMENTO	CASA	URBANISMO INTERNO						
LOCALIZACIÓN:								BLOQUE	LOTE	URBANISMO EXTERNO						
	CRITERIOS	FECHA		REVISIONES						OBSERVACIONES			RECIBIDO			
		INICIO	FIN	1		2		3					CARGO	FIRMA		
				R	A	R	A	R	A	1	2	3				
EJECUCIÓN	LEER LA MEMORIA DESCRIPTIVA															
	REPLANTEO, MEDIDAS Y ESCUADRAS															
	TIPO DE LADRILLO															
	NIVELES Y PLOMOS															
	ALINEAMIENTO BRECHA															
	CALIDAD DE LA BRECHA															
	MORTEROS SEGÚN ESPECIFICACIÓN															
	CUMPLIMIENTO DE VANOS															
	ANCLAJES A ELEMENTOS ESTRUCTURALES															
	LIMPIEZA DEL SITIO															
	CUMPLIMIENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL															
RECIBO: Exclusivo DIRO-RESI	EL PROFESIONAL DA CONSTANCIA DEL SEGUIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD.															
		ESCUADRAS, MEDIDAS Y PLOMOS														
		MEDIDA DE VANOS														
		NIVELACIÓN														
		LIMPIEZA DEL SITIO														
NOTAS:											EN REVISIÓN R, ES A CUANDO SE ACEPTA, DE LO CONTRARIO ES X. EN F FIRMA QUIEN RECIBE.					
_____											_____					
DIRO											RESI					

Tabla 7. Control de ejecución y recibo de obra de mampostería fachada (Fuente Propia)

CONTROL DE EJECUCIÓN Y RECIBO DE OBRA											CÓDIGO	XXXXXX		
											VERSIÓN	1		
CAPITULO: MAMPOSTERÍA					CONTRATO:			CONTRATISTA:						
ACTIVIDAD: MAMPOSTERÍA DE FACHADA								PRODUCTO		APARTAMENTO	CASA	URBANISMO INTERNO		
LOCALIZACIÓN:								BLOQUE		LOTE	URBANISMO EXTERNO			
	CRITERIOS	FECHA		REVISIONES						OBSERVACIONES			RECIBIDO	
		INICIO	FIN	1		2		3		1	2	3	CARGO	FIRMA
				R	A	R	A	R	A					
EJECUCIÓN	LEER LA MEMORIA DESCRIPTIVA													
	CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL													
	REVISIÓN DE ANDAMIOS													
	REPLANTEO, MEDIDAS Y ESCUADRAS													
	PLOMOS													
	REPLANTEO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES													
	ESPESOR DE BRECHA													
	MORTEROS SEGÚN ESPECIFICACIÓN													
	REVISIÓN DE VANOS													
	RELLENO DE CELDAS													
	ANCLAJES A ELEMENTOS ESTRUCTURALES													
	DILATACIONES													
	ACERO DE REFUERZO EN ELEMENTOS DE AMARRE													
	LAVADO SUPERFICIAL													
	IMPERMEABILIZACIÓN													
LIMPIEZA DEL SITIO														
CUMPLIMIENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL														
RECIBO: Exclusivo DIRO-RESI	EL PROFESIONAL DA CONSTANCIA DEL SEGUIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD.													
	MEDIDAS, PLOMOS Y VANOS													
	ESPESOR DE BRECHA, DILATACIONES Y ACABADO													
	PLOMOS													
	LIMPIEZA DEL SITIO													
NOTAS:											EN REVISIÓN R, ES A CUANDO SE ACEPTA, DE LO CONTRARIO ES X. EN F FIRMA QUIEN RECIBE.			
DIRO											RESI			

4.3. DISPOSICIÓN DE DESPERDICIOS

Con respecto a la disposición de desperdicios de la obra, tanto lo producidos por el mortero (sobrantes de arena , y del propio mortero) como los producidos por los cortes del ladrillo son evacuados como escombros al botadero autorizado por la corporación autónoma, lo cual implica costos en el transporte, pago por botadero y contaminación del medio ambiente. No se tiene la cultura de la reutilización de los sobrantes o desperdicios. *Ver fotografía 17*

Fotografía 17. Ubicación de escombros en botadero autorizado



Tomado de: Fuente Propia

5. LISTAS DE CHEQUEO PARA LA DISMINUCIÓN DE DESPERDICIO EN MAMPOSTERÍA

Teniendo en cuenta lo evidenciado en el monitoreo de las obras y con base en la experiencia y principios dados en otros países latinoamericanos en la disminución de desperdicios, se presentarán listas de chequeo en los procesos en que se divide la actividad de mampostería con el propósito de mejorar el desempeño de esta actividad.

5.1. LISTA DE CHEQUEO PARA EL MANEJO Y TRASLADO DEL MATERIAL

Tabla 8 Lista de chequeo para manejo y traslado de material (Fuente Propia)

ACTUAL	ESTRATEGIA DE CAMBIO
Llegada del ladrillo en camiones por unidades	Solicitar al proveedor la llegada del ladrillo en estibas , lo cual evita el exceso de manipulación del ladrillo y por tanto disminuye la rotura del mismo
El ladrillo es ubicado en arrumes de alturas mayores de 1.8m	Se debe dar inducción a los almacenistas en el recibo del ladrillo con el propósito que los arrumes no pasen de 1.60m de altura
Traslado del ladrillo en carretillas	Se deben implementar equipos para transportar el ladrillo que tengan geometría similar, como carretillas con platón cubico, o carretiles tipo transporte de cajas de gaseosas, que tiene geometría similar a la cubica. (Ver fotografías 18 y 19).
Cortes del ladrillo de perforación horizontal, con palustre o hachuela	Los cortes si son necesarios deben hacerse con un equipo adecuado como la cortadora de ladrillo con disco de diamante.
Ubicación de los arrumes de ladrillo cerca al sitio de depósito de escombros	Se deben implementar, los dos sitios lo suficientemente separados , para evitar la contaminación del material y la generación de un foco de desperdicio de ladrillo
El sitio de recibo de la arena al intemperie y en contacto directo con el suelo	Se deben implementar sitios cubiertos para evitar la acción de la lluvia y el viento que genera desperdicio, además el sitio debe tener un piso en concreto o un aislante con el suelo para evitar la contaminación, estos sitios deben limitarse por intermedio de tablas con el propósito de evitar la expansión del material.

ACTUAL	ESTRATEGIA DE CAMBIO
Cernida de la arena en los apartamentos, da como resultado, residuos los cuales se transforman en escombros	Implementar un sitio específico en la obra para cernir dicha arena y poder hacer su separación para que las partículas más gruesas puedan utilizarse en actividades como mortero de piso. Esta cernida podría implementarse por medios mecánicos (cernidor cilíndrico motorizado).
Los sobrantes de ladrillos son dejados como escombros	Se debe apartar estos sobrantes y tener la opción de utilizarlos en rellenos.

Fotografía 18. Transporte adecuado de ladrillo opción 1



Tomado de: Conferencia Arq. Luis Fernando Botero. Lean Construction

Fotografía 19. Transporte adecuado de ladrillo opción 2



Tomado de: Conferencia Arq. Luis Fernando Botero. Lean Construction

5.2. LISTA DE CHEQUEOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE MAMPOSTERÍA

Tabla 9 Lista de chequeo ejecución de la actividad de mampostería (Fuente Propia)

ACTUAL	ESTRATEGIA DE CAMBIO
Mortero mezclado en obra de forma manual	Utilizar equipo de mezcladora mecánica para mezclar los componentes del mortero estableciendo ubicaciones de estos equipos en sitios estratégicos para trasladar el mortero, además este proceso garantizaría las especificaciones y tipo de mezcla a utilizar según la NSR10. <i>Ver fotografía 20</i>
Utilización de mortero fabricado en obra	Utilizar mortero seco en bolsa, el cual viene con las especificaciones requeridas para el uso requerido, esto evitaría el manejo de arena en obra y solo se requeriría la adición de agua para su uso, y se tendría la certeza que la resistencia requerida para la pega de mampostería o para el relleno de celdas si cumple. Esta alternativa ya es utilizada en el país específicamente en Bogotá. Otra alternativa que podría utilizarse para obras de cierto tamaño es la instalación de silos de mortero seco, con los que se obtienen iguales resultados a la alternativa anterior. <i>Ver fotografía 21</i>
Mampostería con geometrías no convencionales (antepechos de punto fijos de escaleras, cuchillas de cubiertas etc.) Ver (fotografía No 22)	Para evitar el desperdicio de ladrillo en este tipo de muros se debe implementar formaletas para manejar estos muros en concreto.
Medidas de muros tanto en el sentido horizontal , como en su altura que no son múltiplos de la dimensión del ladrillo	Se deben tener unos parámetros establecidos desde los diseños arquitectónicos de tal forma que estos detalles se tengan en cuenta desde un principio y no generen desperdicios en el momento de la construcción.
Rotura de ladrillo para la consecución de medios	Se debe solicitar al proveedor del ladrillo la fabricación de medios o de otro tamaño de ladrillo requerido por la obra. <i>Ver fotografía 23</i>

Fotografía 20. Mezcladora mecánica para mortero



Tomado de: Conferencia Arq. Luis Fernando Botero. Lean Construction

Fotografía 21. Mortero seco en presentación en bolsa



Tomado de: <http://www.solostocks.com.co/>

Fotografía 22. Desperdicio por geometría del muro



Tomado de: Fuente Propia

Fotografía 23. Diferentes tamaños de ladrillos



Tomado de <http://www.temporperu.com>

6. PROPUESTA DE FORMATOS PARA EL CONTROL DE RECIBO Y MANEJO DE MATERIALES EN LA ACTIVIDAD DE MAMPOSTERÍA

Debido a que en las obras no manejan formato para la verificación del control y manejo de materiales, se proponen formatos para los materiales involucrados en la mampostería interior y de fachada para desarrollar esta verificación.
Ver tablas 10 a 15

Tabla 10. Recibo y control interno del ladrillo para la mampostería interior o de fachada (Fuente Propia))

RECIBO Y CONTROL INTERNO DE MATERIALES											CÓDIGO	CTR-FO-69		
											VERSIÓN	1		
OBRA O PROYECTO:											AÑO:			
CAPITULO: MAMPOSTERÍA					CONTRATO:			CONTRATISTA						
ACTIVIDAD MAMPOSTERÍA INTERIOR											PRODUCTO	APARTAMENTO	CASA	URBANISMO INTERNO
LOCALIZACIÓN:												BLOQUE	LOTE	URBANISMO EXTERNO
MATERIAL	CRITERIOS	FECHA		REVISIONES						OBSERVACIONES			RECIBIDO	
		INICIO	FIN	1		2		3		1	2	3	CARGO	FIRMA
				R	A	R	A	R	A					
LADRILLO	LEER LA MEMORIA DESCRIPTIVA													
	TIPO DE MATERIAL SOLICITADO													
	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL MATERIAL													
	VERIFICACIÓN DE LA ACOMODACIÓN EN ESTIBAS													
	VERIFICACIÓN DE CANTIDADES													
	SITIO DE UBICACIÓN O DEL LADRILLO													
	ENTREGA DE ESTÁNDAR POR UNIDADES													
	ENTREGA DE ESTÁNDAR DE MEDIOS													
	MEDIO DE TRANSPORTE PLANO HORIZONTAL													
	EQUIPO TRANSPORTE VERTICAL													
NOTAS:											EN REVISIÓN R, ES A CUANDO SE ACEPTA, DE LO CONTRARIO ES X. EN F FIRMA QUIEN RECIBE.			
_____											_____			
DIRO											RESI			

Tabla 11. Recibo y control interno de cemento para la mampostería interior o de fachada (Fuente Propia)

RECIBO Y CONTROL INTERNO DE MATERIALES											CÓDIGO	CTR-FO-69		
											VERSIÓN	1		
OBRA O PROYECTO:											AÑO:			
CAPITULO: MAMPOSTERÍA					CONTRATO:			CONTRATISTA						
ACTIVIDAD : MAMPOSTERÍA INTERIOR O FACHADA								PRODUCTO	APARTAMENTO	CASA	URBANISMO INTERNO			
LOCALIZACIÓN:								BLOQUE	LOTE	URBANISMO EXTERNO				
MATERIAL	CRITERIOS	FECHA		REVISIONES						OBSERVACIONES			RECIBIDO	
		INICIO	FIN	1		2		3		1	2	3	CARGO	FIRMA
				R	A	R	A	R	A					
CEMENTO	LEER LA MEMORIA DESCRIPTIVA													
	VERIFICACIÓN DEL ESTADO DEL MATERIAL													
	SITIO DE ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO													
	UBICACIÓN DEL CEMENTO EN ALMACÉN													
	ENTREGA POR MEDIO DE ESTÁNDAR													
	MEDIO DE TRANSPORTE PLANO HORIZONTAL													
	EQUIPO TRANSPORTE VERTICAL													
NOTAS:											EN REVISIÓN R, ES A CUANDO SE ACEPTA, DE LO CONTRARIO ES X. EN F FIRMA QUIEN RECIBE.			
DIRO											RESI			

Tabla 12. Recibo y control interno de arena para la mampostería interior o de fachada (Fuente Propia)

OBRA O PROYECTO:											AÑO:				
CAPITULO: MAMPOSTERÍA					CONTRATO:			CONTRATISTA							
ACTIVIDAD MAMPOSTERÍA INTERIOR O FACHADA											PRODUCTO	APARTAMENTO	CASA	URBANISMO INTERNO	
LOCALIZACIÓN:											BLOQUE	LOTE	URBANISMO EXTERNO		
MATERIAL	CRITERIOS	FECHA		REVISIONES						OBSERVACIONES			RECIBIDO		
		INICIO	FIN	1		2		3		1	2	3	CARGO	FIRMA	
				R	A	R	A	R	A						
ARENA	LEER LA MEMORIA DESCRIPTIVA														
	TIPO DE MATERIAL SOLICITADO														
	VERIFICACIÓN DEL VOLUMEN														
	SITIO DE UBICACIÓN O DE ACOPIO														
	VERIFICACIÓN CERNIDA DE LA ARENA														
	UBICACIÓN DE SOBRANTE DE LA CERNIDA														
	ENTREGA DE MATERIAL POR ESTÁNDAR														
	MEDIO DE TRANSP. PLANO HORIZONTAL ARENA														
	EQUIPO TRANSPORTE VERTICAL														
NOTAS:											EN REVISIÓN R, ES A CUANDO SE ACEPTA, DE LO CONTRARIO ES X. EN F FIRMA QUIEN RECIBE.				
_____											_____				
DIRO											RESI				

Tabla 13. Recibo y control interno de mortero para la mampostería interior o de fachada (Fuente Propia)

RECIBO Y CONTROL INTERNO DE MATERIALES											CÓDIGO	CTR-FO-69		
											VERSIÓN	1		
OBRA O PROYECTO:											AÑO:			
CAPITULO: MAMPOSTERÍA					CONTRATO:			CONTRATISTA						
ACTIVIDAD MAMPOSTERÍA INTERIOR					PRODUCTO			APARTAMENTO	CASA	URBANISMO INTERNO				
LOCALIZACIÓN:								BLOQUE	LOTE	URBANISMO EXTERNO				
MATERIAL	CRITERIOS	FECHA		REVISIONES						OBSERVACIONES			RECIBIDO	
		INICIO	FIN	1		2		3		1	2	3	CARGO	FIRMA
	LEER LA MEMORIA DESCRIPTIVA			R	A	R	A	R	A					
	DOSIFICACIÓN POR PESO													
	MEZCLADO DE MATERIALES													
	VERIFICACIÓN DE TIEMPO PARA LA UTILIZACIÓN													
NOTAS:											EN REVISIÓN R, ES A CUANDO SE ACEPTA, DE LO CONTRARIO ES X. EN F FIRMA QUIEN RECIBE.			
_____ DIRO											_____ RESI			

Tabla 14. Recibo y control interno de mortero seco para la mampostería interior o de fachada (Fuente Propia)

RECIBO Y CONTROL INTERNO DE MATERIALES											CÓDIGO		CTR-FO-69			
											VERSIÓN		1			
OBRA O PROYECTO:											AÑO:					
CAPITULO: MAMPOSTERÍA					CONTRATO:			CONTRATISTA								
ACTIVIDAD MAMPOSTERÍA INTERIOR											PRODUCTO		APARTAMENTO	CASA	URBANISMO INTERNO	
LOCALIZACIÓN:											BLOQUE	LOTE	URBANISMO EXTERNO			
MATERIAL	CRITERIOS	FECHA		REVISIONES						OBSERVACIONES			RECIBIDO			
		INICIO	FIN	1		2		3		1	2	3	CARGO	FIRMA		
				R	A	R	A	R	A							
MORTERO SECO	LEER LA MEMORIA DESCRIPTIVA															
	UBICACIÓN DEL MORTERO SECO EN ALMACÉN															
	ENTREGA POR MEDIO DE ESTÁNDAR															
	MEDIO DE TRANSPORTE PLANO HORIZONTAL															
	EQUIPO TRANSPORTE VERTICAL															
	VERIFICACIÓN DE TIEMPO PARA LA UTILIZACIÓN															
NOTAS:											EN REVISIÓN R, ES A CUANDO SE ACEPTA, DE LO CONTRARIO ES X. EN F FIRMA QUIEN RECIBE.					
_____ DIRO											_____ RESI					

7. MEMORIA DESCRIPTIVA EN EL RECIBO Y CONTROL INTERNO DE MATERIALES PARA LA MAMPOSTERÍA INTERIOR Y DE FACHADA

Esta memoria describe los procedimientos a tener en cuenta para cada uno de los materiales involucrados en la actividad de mampostería desde el recibo a los proveedores, pasando por su traslado al sitio de preparación, hasta el momento de su instalación.

7.1. Arena

- **Material solicitado:**

Se debe verificar la gradación de la arena teniendo en cuenta el tipo de mortero requerido; para mortero de pega se utiliza arena de gradación pareja lavada, para el relleno de celdas se utiliza arena de gradación gruesa.

La arena debe estar libre de materiales orgánicos y finos (limos), además debe ser lavada.

- **Verificación de volumen:**

La verificación del volumen entregado por el proveedor debe hacerse en cada uno de los viajes que llegan a la obra, procediendo a medir el volumen del platón de la volqueta y verificando la altura de la misma.

- **Sitio de ubicación del material:**

El sitio de acopio de la arena debe contar con las siguientes características:

- El sitio debe ser de fácil acceso para la volqueta.
- Debe estar ubicado en forma equidistante a los diferentes sitios de consumo del material.
- Este sitio debe estar protegido y aislado del suelo natural, ya sea que el piso donde se ubique sea de concreto o sea el suelo protegido por un plástico de alta densidad para evitar la contaminación.
- El sitio debe ser lo suficientemente plano para evitar el deslizamiento del material.

- Se le debe proporcionar al sitio cubierta (plástica), con el propósito de evitar la saturación de la arena por el agua lluvia y su pérdida por el viento.
- Al sitio de depósito se le debe limitar por intermedio de tablonces que impidan que el material se expanda fuera del sitio contaminándose con el suelo.

- **Verificación cernida del material:**

Se debe verificar que la arena sea cernida preferiblemente en un solo sitio según sea el tamaño de la obra, utilizando cernidor mecánico, con pasantes menores a 2mm.

- **Ubicación del sobrante de la cernida:**

Este material sobrante debe ser acopiado, en similares condiciones dadas para la arena, para luego ser enviado para el uso en el mortero de afinado de piso.

- **Entrega de material por estándar:**

La arena solo será entregada con base en el estándar establecido para cada uno de los tipos de apartamentos. La arena entregada será la resultante después del procedimiento de la cernida.

- **Medio de transporte en el plano horizontal:**

Se debe verificar que el transporte en el plano horizontal se haga en carretillas de llanta de goma y que su llenado no sea en exceso, además se le deben dar las condiciones al carreteable de tal forma que su desplazamiento sea cómodo y fácil y se evite el desperdicio por caída de los ladrillos.

- **Medio de transporte vertical:**

Se debe verificar las buenas condiciones del equipo a utilizar para el transporte vertical, sea por intermedio de elevadores o por intermedio de torre grúa, estos equipos deben contar con recipientes cerrados para el transporte de la arena y deben ser llenados de tal forma que se evite su desperdicio en el trayecto de ascenso.

7.2. Ladrillo

- **Tipo de material solicitado:**

Verificar las dimensiones y tipo de bloque , teniendo en cuenta la solicitud efectuada al proveedor.

Se debe tener especial cuidado en el ladrillo prensado para fachada debido a que su proceso de fabricación genera con frecuencia diferencia en sus dimensiones que pueden afectar la estética de los muros.

- **Estado del ladrillo o bloque de arcilla:**

Se debe verificar que el material no venga roto o desportillado en las esquinas , adicionalmente para el ladrillo de fachada se debe revisar la homogeneidad en el color debido a la variedad de tonos que pueden presentarse y que no son admitidos para su instalación; los ladrillos que no cumplan con la revisión no deben recibirse.

- **Verificación de acomodación en estibas:**

Tanto el bloque de arcilla como el ladrillo de fachada deben ser recibidos empacados en estibas de madera con el propósito de poder hacer su traslado por intermedio de montacargas, lo que optimizara su traslado y evitara manipulación excesiva por medios manuales.

- **Verificación de cantidades:**

Se debe hacer el conteo del ladrillo revisando que no haya vacíos en el centro del paquete del material estibado.

- **Sitio de ubicación del ladrillo:**

El sitio de ubicación del ladrillo debe ser plano para poder acomodar las estibas y de fácil acceso en su recorrido para el desplazamiento del montacargas.

- **Entrega de estándares por unidades:**

La entrega del bloque o del ladrillo debe hacerse por intermedio de los estándares establecidos para cada tipo de apartamento, teniendo en cuenta la entrega por unidades y medios.

- **Medio de transporte plano horizontal:**

Este transporte debe hacerse por intermedio de carretillas con acomodación cubica de tal forma que el ladrillo se acomode sin sufrir daños; adicionalmente se debe verificar el trayecto del recorrido desde el acopio hasta el lugar de disposición para mantenerlo en las condiciones óptimas para dicho desplazamiento.

- **Equipo de transporte vertical:**

Verificar el buen estado del equipo de transporte vertical a utilizar, ya sea el elevador de carga o la torre grúa, adicionalmente revisar las canastas en las cuales se acomoda el ladrillo, verificando los posibles excesos en la carga.

7.3. Cemento

- **Estado del material:**

Verificar a la llegada del cemento la fecha de caducidad del material, adicionalmente revisar si los sacos presentan humedad o están rotos.

- **Sitio de almacenaje del cemento:**

Verificar el sitio de almacenaje del cemento, el cual debe estar cubierto, su piso debe ser aislado del piso natural, instalándole piso en concreto, adicionalmente debe ser entablado el piso con el propósito de proteger los sacos de la humedad.

- **Ubicación del cemento dentro del almacén:**

El cemento nuevo o con fecha de caducidad más lejana se debe ubicar en la parte posterior del almacén y el cemento antiguo o con fecha próxima a la caducidad debe ser ubicado a la entrada del almacén con el propósito de darle prioridad de entrega a este y evitar que se dañe.

- **Entrega de cemento por estándar:**

Se debe entregar por estándar de acuerdo a lo previamente establecido para cada tipo de apartamento.

- **Medio de transporte plano horizontal:**

Se debe verificar que el transporte en el plano horizontal se haga en carretillas de llanta de goma y que la carretilla no quede sobrecargada, además se le deben dar las condiciones al carreteable, de tal forma que su desplazamiento sea cómodo y fácil y se evite la caída de los sacos.

- **Equipo de transporte vertical:**

Verificar el buen estado del equipo de transporte vertical a utilizar, ya sea el elevador de carga o la torre grúa, adicionalmente revisar las canastas en las cuales se acomoda las bolsas de cemento, verificando los posibles excesos en la carga.

7.4. Mortero

- **Dosificación por peso:**

Se debe verificar la mezcla por peso de los componentes del mortero (cemento y arena), teniendo en cuenta las dosificaciones requeridas de acuerdo a la especificaciones de pega para la mampostería interior (1:4) y para la mampostería de fachada (1:3).

- **Mezcla de materiales:**

Esta mezcla debe hacerse por intermedio de una mezcladora mecánica, en donde los dos materiales, el cemento y la arena se mezclan por un tiempo de 2 a 3 minutos, y posteriormente se procede a agregar agua paulatinamente hasta llegar a la manejabilidad de la pasta requerida.

- **Tiempo para la utilización:**

Se debe verificar que la utilización de la mezcla de cemento y arena en seco no puede esperar más de 2 horas para ser utilizada, debido a que la humedad de la arena puede iniciar el fraguado de la mezcla.

7.5. Mortero seco

- **Recibo del mortero seco:**

Se debe verificar la fecha de caducidad del mortero, adicionalmente comprobar el tipo de mortero solicitado, ya sea el utilizado para la mampostería interior (75kg/cm² de resistencia), o el utilizado para la mampostería de fachada (125kg/cm² de resistencia); por otra parte se debe revisar el estado de las bolsas de mortero, las cuales no deben estar húmedas ni fisuradas.

- **Sitio de almacenaje del mortero seco:**

Verificar el sitio de almacenaje del mortero seco, el cual debe estar cubierto, su piso debe ser aislado del piso natural, instalándole piso en concreto, adicionalmente debe ser entablado el piso con el propósito de proteger los sacos de la humedad.

- **Ubicación del mortero seco en el almacén:**

El mortero seco nuevo o con fecha de caducidad más lejana se debe ubicar en la parte posterior del almacén y el mortero antiguo o con fecha próxima a la caducidad debe ser ubicado a la entrada del almacén con el propósito de darle prioridad de entrega a este y evitar que se dañe. Adicionalmente se le debe dar ubicación por separado a los morteros con diferentes tipos de resistencia.

- **Entrega de cemento por estándar:**

Se debe entregar por estándar de acuerdo a lo previamente establecido para cada tipo de apartamento, teniendo en cuenta actividad a ejecutar ya sea mampostería interior (mortero de 75kg/cm²) o de fachada (mortero de 125kg/cm²).

- **Medio de transporte plano horizontal:**

Se debe verificar que el transporte en el plano horizontal se haga en carretillas de llanta de goma y que la carretilla no quede sobrecargada, además se le deben dar las condiciones al carreteable, de tal forma que su desplazamiento sea cómodo y fácil y se evite la caída de los sacos.

- **Equipo de transporte vertical:**

Verificar el buen estado del equipo de transporte vertical a utilizar, ya sea el elevador de carga o la torre grúa, adicionalmente revisar las canastas en las

cuales se acomoda las bolsas de cemento, verificando los posibles excesos en la carga.

- **Tiempo para su utilización:**

Se debe verificar el tiempo máximo para la utilización del mortero seco después de la adición de agua, este tiempo es de 2 horas máximo; por lo tanto no se debe hacer la mezcla con grandes cantidades de mortero debido a que puede causar pérdidas por fraguado o endurecimiento del mismo.

8. CONCLUSIONES

- En la investigación se revisaron los procedimientos de recibo, traslado interno, ubicación y depósito de los materiales utilizados en construcción de la mampostería, para encontrar en donde se presentaron mayores desperdicios en obra.
- Se desarrollaron ajustes a los procedimientos de las actividades que hacen parte de la ejecución de la mampostería, los cuales se pueden supervisar a través de las listas de chequeo, propuestas en este trabajo, que plantean una serie de prácticas recomendadas, para lograr la disminución de los desperdicios de dicha actividad.
- Se realizó una propuesta para mejorar la ejecución de la mampostería, por intermedio de la creación de formatos y memorias descriptivas, para el control y recibo de los diferentes tipos de materiales que componen esta actividad.

9. RECOMENDACIONES

- La implementación de sitios adecuados para el depósito de arena, que cuenten con pisos en concreto o en su defecto aislados del terreno natural y adicionalmente con cubierta que proteja el material de los efectos de la lluvia y el viento, complementándolo con barreras que impidan la expansión del material, generarían las condiciones para disminuir en forma importante el desperdicio de la arena.
- La estrategia de implementar equipos adecuados para el transporte de ladrillo en el plano horizontal, los cuales contarían con una geometría similar a la del ladrillo, hará disminuir el desperdicio por rotura y desportillamiento de esquinas.
- La implementación por parte de los proveedores de la entrega del ladrillo utilizando estibas, disminuirá la manipulación excesiva de las piezas, lo cual generara disminución del desperdicio por rotura del ladrillo.
- Con la implementación de formaleta modular para levantar elementos en concreto que antes se construían en mampostería, como antepechos de puntos fijos y muros de cubierta, evitara el desperdicio de ladrillo que normalmente se producían en estas actividades.
- La implementación del uso del material resultante de la cernida de la arena, en los morteros para pisos, disminuirá los escombros producidos por estos sobrantes y generara ahorro en la actividad del mortero de afinado.
- La provisión de medios ladrillos por parte de los proveedores, suspenderá el corte manual que se presenta en la actividad y que genera un alto desperdicio en el bloque de arcilla.
- Con la utilización de mezcladora mecánica para ejecutar la mezcla de los morteros y la implementación de la proporción de la arena y el cemento dada por peso, mejorara la resistencia de los morteros y se evitara el desperdicio por sobredosificación de sus componentes.
- Con el establecimiento de parámetros claros durante el diseño arquitectónico, en cuanto al ladrillo o bloque a utilizar, teniendo en cuenta

sus dimensiones, se establecerán las medidas de los entrepisos de tal forma que sean modulares con la de los ladrillos, evitando de esta forma desperdicios por corte de los mismos.

- La implementación del uso del mortero seco empacado para la pega de mampostería, suspendería la utilización de arena como material individual para esta actividad, lo cual sería de gran importancia en la disminución del porcentaje de desperdicio. Adicionalmente se debería realizar un estudio de costos, comparando la utilización del mortero seco versus el mortero preparado en obra, con los parámetros establecidos por la norma NSR2010 para este tipo de material.
- Se recomienda hacer un estudio adicional para evaluar la sustitución de la mampostería divisoria o de interiores, por la mampostería reforzada externa, la cual se está implementando en el país por medio del sistema denominado Durapanel, el cual tiene como premisa la sustitución de las unidades de ladrillo de arcilla por bloques en láminas de poliestireno expandido.

10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Botero, Luis Fernando. Construcción sin pérdidas. 2005
- [2] Salamanca Correa, Rodrigo. Tecnología de los morteros. 2001
- [3] Tipos de Cemento Portland. <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/10/tipos-de-cemento-portland.html>. Consultado de Abril de 2011
- [4] T. William Lambe. Robert V. Whitman. Mecánica de suelos. Editora Limusa. México. 1997
- [5] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Agua, Cal y Aditivos
- [6] Norma técnica colombiana NTC 3356. Mortero premezclado para mampostería. 2000
- [7] Catálogo de soluciones cerámicas. Hispalyt. 2008
- [8] Andrew PLUMRIDGE & Wim MEULENKAMP, Brickwork. Architecture and Design. London, 2000
- [9] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010 Propiedades de Agregados
- [10] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010 Resistencia a la Compresión
- [11] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010 Mortero de Pega
- [12] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010 Morteros Mezclados en Seco en Obra
- [13] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010 Morteros Premezclados de Larga Vida
- [14] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010 Mortero de Relleno
- [15] Espinosa, Fernando Medina. Mampostería Reforzada Interiormente: Usos, Comportamiento y Diseños. Nuevo León, México. Diciembre 2001

- [16] Mampostería de Cavidad Reforzada. <http://www.arqhys.com/casas/tipos-mamposteria.html>. Consultado de Mayo de 2011
- [17] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería Reforzada y Parcialmente Reforzada
- [18] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería no Reforzada
- [19] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería de Muros Confinados
- [20] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería de Muros Diafragma
- [21] Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-2010. Mampostería Reforzada Externamente
- [22] Leandro Hernández, Ana Grettel. Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Contruccion. Centro de Investigaciones en vivienda y construcción CIVCO. Costa Rica. 2007
- [23] Leandro Hernández, Ana Grettel. Administración y Manejo de los Desechos en Proyectos de Contruccion. Centro de Investigaciones en vivienda y construcción CIVCO. Costa Rica. 2007