

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS ENFOCADOS EN LA REDUCCIÓN DE
RETRAJOS EN LA ENTREGA FINAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA
MULTIFAMILIAR**

**ALBA ROCIO AMAYA GÓMEZ
JORGE ENRIQUE RUEDA NIÑO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA
2018**

**OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS ENFOCADOS EN LA REDUCCIÓN DE
RETRAJOS EN LA ENTREGA FINAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA
MULTIFAMILIAR**

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA E
INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES**

**ALBA ROCIO AMAYA GÓMEZ
JORGE ENRIQUE RUEDA NIÑO**

**ASESOR
MSc. ALDEMAR REMOLINA MILLÁN
INGENIERO CIVIL**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA E INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
BUCARAMANGA**

2018

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

TABLA DE CONTENIDO

<i>INTRODUCCIÓN</i>	11
<i>OBJETIVOS</i>	13
1 LOS RETRABAJOS EN LA CONSTRUCCIÓN	14
2 IMPACTO DE RETRABAJOS EN EL COSTO DE LOS PROYECTOS	15
3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSAS DE RETRABAJOS	18
3.1 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSAS DE RETRABAJOS EN PINTURA	18
3.1.1 <i>DESPRENDIMIENTO DEL ESTUCO Y PINTURA</i>	22
3.1.2 <i>AGRIETAMIENTO DE MUROS</i>	23
3.1.3 <i>AMPOLLAMIENTO DE LA PINTURA</i>	23
3.1.4 <i>DILATACIONES DEFECTUOSAS</i>	24
3.1.5 <i>FILOS DEFECTUOSOS</i>	24
3.1.6 <i>BAJO CUBRIMIENTO Y MUROS TRASLUCIDOS</i>	25
3.1.7 <i>AFECTACIÓN POR ACTIVIDADES SUCESORAS</i>	25
3.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSAS DE RETRABAJOS DE PISOS Y ENCHAPES	26
3.2.1 <i>CERÁMICAS PARTIDAS</i>	28
3.2.2 <i>LOSAS DESPORTILLADAS</i>	28
3.2.3 <i>LOSAS CON PROBLEMAS DE ADHERENCIA</i>	29
3.2.4 <i>LOSAS CON MALA PLANARIDAD</i>	29
3.2.5 <i>LOSAS RAYADAS</i>	30
3.2.6 <i>LOSAS MANCHADAS</i>	30
3.2.7 <i>LOSAS DE TONOS DIFERENTES</i>	30
3.2.8 <i>LOSAS CON SENTIDOS DIFERENTES</i>	30
3.2.9 <i>LOSA CON PASES DEFECTUOSOS</i>	30
3.2.10 <i>DESNIVELES EN EL PISO</i>	31
3.2.11 <i>DESPLOMES Y NIVELACIÓN DEL ENCHAPE</i>	31

3.3	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSA DE RETRABAJOS DE CARPINTERÍA EN MADERA.....	31
3.3.1	<i>PROBLEMAS EN EL ENSAMBLE DEL MATERIAL</i>	36
3.3.2	<i>RAYONES EN MARCOS Y PUERTAS</i>	36
3.3.3	<i>BISAGRAS RESORTADAS</i>	37
3.3.4	<i>CAMBIO DE TONALIDAD</i>	37
3.3.5	<i>CANTOS LEVANTADOS Y DESPEGADOS</i>	37
3.3.6	<i>INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES</i>	37
4	PROCESO CONSTRUCTIVO ENFOCADO EN LA REDUCCIÓN DE RETRABAJOS .	39
4.1	EL ESTUCO Y LA PINTURA.....	39
4.1.1	<i>GENERALIDADES</i>	39
4.1.2	<i>PROCESO CONSTRUCTIVO ESTUCO Y PINTURA</i>	42
4.2	PISOS Y ENCHAPES.....	46
4.2.1	<i>GENERALIDADES</i>	46
4.2.2	<i>PROCESO CONSTRUCTIVO DE PISOS Y ENCHAPES</i>	46
4.3	CARPINTERÍA EN MADERA.....	52
4.3.1	<i>GENERALIDADES</i>	52
4.3.2	<i>PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CARPINTERÍA EN MADERA</i>	53
	<i>OBSERVACIONES</i>	59
	<i>CONCLUSIONES</i>	60
	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	62
	<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	63
	<i>ANEXOS</i>	64

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 - Costo generados por retrabajos</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 2 - Retrabajos presentados en estuco y pintura</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 3 - Retrabajos presentados en pisos y enchapes</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 4 - Retrabajos presentados en carpintería en madera.....</i>	<i>32</i>

LISTA DE GRÁFICAS

<i>Gráfica 1 - Actividades de mayor impacto por costos en retrabajos</i>	<i>15</i>
<i>Gráfica 2 – Actividades de mayor impacto por costos en retrabajos por proyecto</i>	<i>17</i>
<i>Gráfica 3 - Análisis causa-efecto de retrabajos en pintura</i>	<i>22</i>
<i>Gráfica 4 - Análisis causa - efecto en retrabajos de pisos y enchapes</i>	<i>28</i>
<i>Gráfica 5- Análisis causa-efecto de retrabajos en carpintería en madera</i>	<i>36</i>
<i>Gráfica 6 - Proceso constructivo de la pintura</i>	<i>42</i>
<i>Gráfica 7 - Proceso constructivo de pisos y enchapes</i>	<i>47</i>
<i>Gráfica 8 - Proceso constructivo carpintería en madera</i>	<i>54</i>

GLOSARIO

ALABEO: Desviación en el espacio de un vértice respecto al plano horizontal formado por los otros tres.

AMPOLLAMIENTO: Formación de ampollas, burbujas huecas o gotas de agua en una capa de pintura. Normalmente se debe a la expansión del aire o la humedad atrapados debajo de la capa. Las burbujas también se forman alrededor de los cristales de sal que quedan atrapados debajo de la capa de pintura, puesto que la sal atrae la humedad

DESPLOME: Pérdida de verticalidad de un elemento o pieza.

DESPORTILLADO (A): Rotura o deterioro de la capa superficial de la losa, generalmente se presenta en los vértices.

ENCOLADO: Distribución homogénea del material de pega en la superficie del elemento a instalar.

FILO: Vértice externo que se forma en el cruce de dos áreas tales como muros

PLANARIDAD: Planitud de la cara superior de la baldosa, evaluable por comparación con un elemento teóricamente plano.

POROSIDAD: Espacios vacíos o contentivos de aire en un determinado elemento

RESORTAMIENTO: En carpintería en madera, es el rebote de la puerta en el momento del cierre consecuencia de la incorrecta ubicación de las bisagras en puertas o ventanas.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS ENFOCADOS EN LA REDUCCIÓN DE RETRAJOS EN LA ENTREGA FINAL DE EDIFICACIONES DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR

AUTOR(ES): ALBA ROCIO AMAYA GÓMEZ
JORGE ENRIQUE RUEDA NIÑO

PROGRAMA: Esp. en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

DIRECTOR(A): ALDEMAR REMOLINA MILLÁN

RESUMEN

Todo proyecto destinado a edificaciones multifamiliares tiene como objetivo principal satisfacer las necesidades del cliente, cumpliendo con criterios de funcionalidad, estética y comodidad, así mismo generar utilidad al constructor. Los retrabajos presentados en la ejecución de dichos proyectos de construcción generan sobrecostos, los cuales aunque son inherentes al proceso, deben ser controlados para mantener la utilidad proyectada. Mediante esquemas de seguimiento de los procesos constructivos se busca identificar y mejorar los aspectos en los cuales se ha evidenciado que se presenta un mayor costo producto de los retrabajos y de ésta forma, minimizar los reprocesos. El desarrollo de la presente monografía tomó como base de análisis cuatro proyectos de vivienda multifamiliar con características similares los cuales mediante los informes de inversión se detectó que actividades tales como pintura, pisos, enchapes y carpintería en madera presentaron mayor costo en retrabajos, para ellas, se hizo la identificación de retrabajos y se especificó el proceso constructivo a seguir estableciendo pautas estratégicas que buscan disminuir posibles retrabajos y mejorar los procesos

PALABRAS CLAVE:

Proceso constructivo, Retrabajos, Estrategias de Mejora, Ejecución Rigurosa, Técnicas Constructivas.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: OPTIMIZATION OF CONSTRUCTION PROCESSES FOCUSED ON REDUCING REWORKS IN THE DELIVERY END OF MULTIFAMILY BUILDINGS

AUTHOR(S): ALBA ROCIO AMAYA GÓMEZ
JORGE ENRIQUE RUEDA NIÑO

FACULTY: Esp. en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles

DIRECTOR: ALDEMAR REMOLINA MILLÁN

ABSTRACT

Every project aimed at multifamily buildings has as main objective to satisfy the needs of the customer, accomplishing the criteria of functionality, aesthetics and comfort, likewise generate utility to the builder. The rework presented in the execution of the construction projects generate cost overruns, which although inherent in the process, must be controlled to maintain the projected utility. Through schemes to monitor the construction processes, the aim is to identify and improve the aspects in which has been evident the existence of a greater cost of the rework product and, in this way, to minimize reprocessing. The basis of analysis of this monograph, took into account four multifamily housing projects with similar characteristics which, according to the investment reports, it was detected that activities such as painting, floors, veneers and woodwork, presented more cost in reworks; for that, the identification of reworks was performed and the construction process was specified in order to continue establishing the strategic forms that seek to reduce possible rework and improve processes.

KEYWORDS:

Constructive Process, Rework, Improvement Strategies, Rigorous Execution, Constructive Techniques.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

El aumento de la adquisición de inmuebles y la creación de grandes y pequeñas empresas constructoras, ha llevado al sector de la construcción a implementar estrategias para ser más competitivas entre sí y ser llamativas ante posibles compradores, y una de las formas es mejorar la satisfacción del cliente sin que esto afecte la rentabilidad de la empresa.

La rentabilidad del proyecto se puede ver afectada por factores tales como: salir al mercado sin visualizar correctamente la demanda de la vivienda, acortar tiempos de ejecución de obra, reducir personal de dirección sobrecargando funciones de control, modificar las especificaciones y calidad de los materiales, emplear materiales que no satisfacen el estrato al que va dirigido el producto, realizar contratación de mano de obra con personal y contratistas sin experiencia calificada entre otras, lo cual conlleva a retrabajos ya sea antes o después de la entrega del inmueble.

Una de las formas de atacar costos generados por retrabajos difíciles de calcular es mediante esquemas de seguimiento que permitan identificar y corregir los aspectos de mayor incidencia en el proceso constructivo, desde que inicia la actividad hasta que se entrega el producto terminado ya sea al cliente o a la administración inmobiliaria podrá minimizar reprocesos en actividades ejecutadas manteniendo la rentabilidad del proyecto e indirectamente lograr satisfacer las expectativas del cliente, el cual una vez satisfecho, podrá ser y atraer potencial de compra.

Existe varios motivos relacionados con los reprocesos y que incluyen problemas con los recursos humanos, liderazgo y comunicaciones, ingeniería y control, planeación y programación de la construcción y suministro de materiales y equipos, las fallas en la gestión de la calidad eran determinantes. (Álvarez, 2014). La disminución de reclamaciones se puede planear teniendo en cuenta dos puntos de vista: reducir número de reclamaciones y reducir costo de atención de reclamaciones posventa. Si se opta por reducir el número de reclamaciones, se estaría dando prioridad al cuidado del nombre de la empresa y a generar fidelidad de los clientes. Esto exige identificar cuáles son aquellas actividades críticas,

determinar los tipos de daños que se están presentando en ellas y sus causas. (Duque, Arango, Morales, Ortiz, Bernal & Aldana, 2005)

En el desarrollo de ésta monografía se identificarán las actividades que presentan mayor costo en retrabajos basados en información de cuatro proyectos ejecutados por una empresa constructora de la ciudad de Bucaramanga, a las cuales se les realizará un diagrama de proceso constructivo con la finalidad de establecer condiciones mínimas necesarias que se debe tener en cuenta durante su ejecución, de las cuales al omitirlas podrían generar retrabajos y con ello, generar un costo no contemplado en el presupuesto del proyecto, afectando su utilidad. Se realizará el análisis de causas enfocadas en dichas actividades identificadas y se establecerán posibles soluciones en caso de presentarse dichos retrabajos. Posteriormente se propondrán pautas que busquen aminorar los retrabajos presentados.

El propósito es guiar al constructor en la forma de recibir el material en el momento y antes de llegar a obra, su correcto almacenamiento, distribución adecuada, instalación y recibo como producto terminado, funcionamiento y mantenimiento para una correcta entrega al cliente, minimizando los posibles retrabajos y así contribuir al gremio de la construcción a mejorar esta falencia que se presenta en el medio.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Optimizar los procesos constructivos para la reducción de retrabajos presentados en la entrega del producto final de edificaciones de vivienda multifamiliar

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las actividades que generan mayor costo en retrabajos por medio de un muestreo realizado en una empresa constructora de Bucaramanga.
2. Realizar un análisis de causa para las actividades que generan mayor costo en retrabajos.
3. Plantear estrategias de mejora para los procesos constructivos en los ítems detectados con mayor índice de retrabajo.

1 LOS RETRABAJOS EN LA CONSTRUCCIÓN

Siendo la construcción en Colombia uno de los mayores motores de la economía, no ha logrado un mayor desarrollo, ya que es común observar que se presentan constantemente sobrecostos, incumplimiento en los plazos, desperdicios en materiales y almacenaje inoficioso en los productos de construcción que inciden negativamente en la productividad y competitividad de las empresas constructoras. (Arce, 2009).

Según la organización para la cooperación y el desarrollo económico, la competitividad se entiende como la habilidad de las empresas, industrias o áreas geográficas para generar niveles relativamente altos de ingresos y empleos de factores sobre bases sostenibles, la mejor forma para lograrlo es elevando la productividad de la mano de obra y del capital mientras se permanece expuesto a la competencia.

La competitividad está relacionada con la calidad, los bajos costos, los tiempos, la eficiencia, la innovación y los nuevos métodos de trabajo. Debido a los problemas que ha tenido la construcción como la incertidumbre financiera existente, la deserción de la mano de obra calificada (Los trabajadores se han dedicado a otros oficios, lo cual produce que no haya continuidad en la ejecución de los proyectos con los mismos trabajadores bajando la productividad), el incumplimiento de los plazos, las pocas normas de calidad aplicadas en la construcción y la poca continuidad de los procesos; la construcción debe replantear los procesos llevados hasta ahora y mejorar aún más en la consecución de los proyectos. (Muñoz, 2011).

Las reclamaciones generan pérdidas en tiempo y gasto, se considera pérdida todo lo que sea distinto de recursos mínimos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto. Las esperas ocasionadas por falta de materiales e instrucción, transportes innecesarios de materiales, equipos y personal, mala distribución de los recursos y ausencia de planificación, tiempo ocioso por actitudes del trabajador, reprocesos por actividades mal ejecutadas o dañadas por otras cuadrillas de trabajo, entre otras, generan pérdidas. (Botero & Álvarez, 2003).

Las razones principales de los retrabajos se deben a la mala gestión de la calidad y a la omisión de los procesos, de las cuales se desprenden las no conformidades. Algunos factores causales de retrabajos son daños, defectos por mala mano de obra, habilidades inadecuadas de gestión / supervisión, uso de mala calidad materiales y problemas específicos asociados a la subcontratación de múltiples capas. (Hwang, Thomas, Haas & Caldas, 2009). Otros factores de retrabajo están asociados al proceso, condiciones constructivas y parámetros ambientales

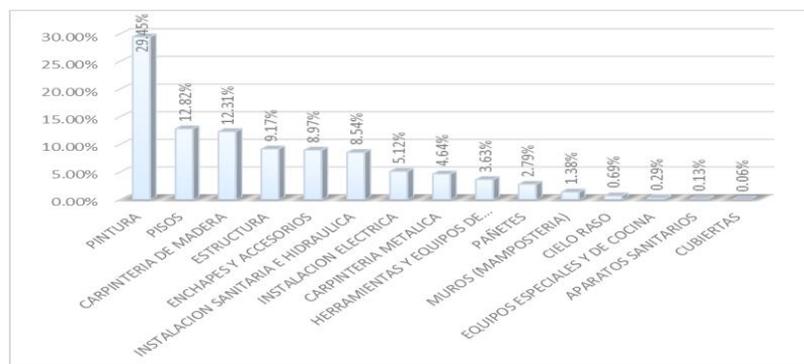
2 IMPACTO DE RETRAJOS EN EL COSTO DE LOS PROYECTOS

Para el desarrollo de la presente monografía, se tomó como muestra cuatro proyectos de vivienda multifamiliar y estrato socioeconómico cinco de sistema constructivo tipo túnel ejecutados en el municipio de Floridablanca, Santander.

Se tuvo acceso a los informes detallados de inversión para extraer información acerca del costo tenido en retrabajos con la finalidad de detectar el impacto generado en el costo de los proyectos.

En la tabla 1 – *Costo generados por retrabajos*, se puede observar el monto destinado en retrabajos respecto al costo de cada capítulo de actividades y su porcentaje respecto al costo directo total de la edificación. Se evidenció que el costo generado por retrabajos varía del 1.62% al 2.18% del costo directo de edificación coincidiendo en los cuatro proyectos que la actividad que mayor impacto generó fue la pintura.

Gráfica 1 - Actividades de mayor impacto por costos en retrabajos



Elaboración propia

Las actividades que mayor impacto generaron sobre los costos de los proyectos, según se puede evidenciar en la Gráfica 1 - *Actividades de mayor impacto por costos en retrabajos*, son la pintura, la cual coincide para todos los proyectos en la actividad que mayor costo generó, seguida de los pisos, la carpintería en madera, la estructura y los enchapes. Para dichas actividades, excluyendo la estructura, se les hará una breve descripción del proceso constructivo con las pautas mínimas a tener en cuenta durante su ejecución, se realizará un análisis de causa para los posibles retrabajos presentados y se propondrá estrategias de mejora para los procesos constructivos.

Tabla 1 - Costo generados por retrabajos

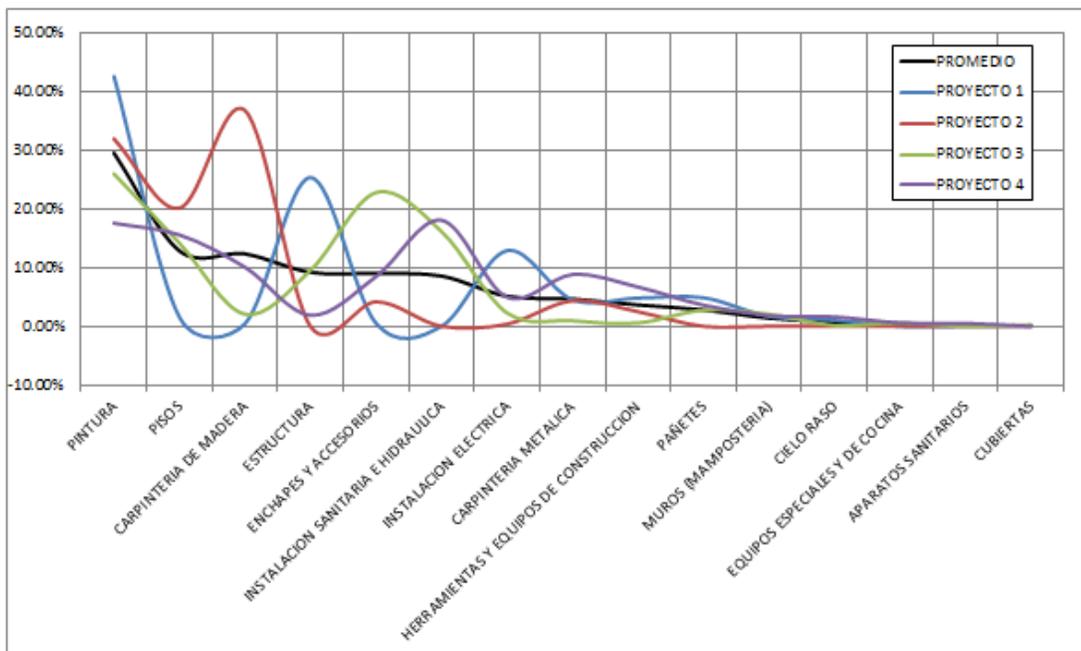
	DESCRIPCIÓN	PROYECTO 1		PROYECTO 2		PROYECTO 3		PROYECTO 4		PROMEDIO
		COSTO EN RETRABAJOS*	% DE COSTOS EN TOTAL DE RETRABAJOS	COSTO EN RETRABAJOS*	% DE COSTOS EN TOTAL DE RETRABAJOS	COSTO EN RETRABAJOS*	% DE COSTOS EN TOTAL DE RETRABAJOS	COSTO EN RETRABAJOS*	% DE COSTOS EN TOTAL DE RETRABAJOS	
1	PINTURA	170,718.85	42.48%	84,698.85	31.88%	151,885.26	25.91%	44,085.88	17.53%	29.45%
2	PISOS	6,179.32	1.54%	53,365.20	20.08%	82,802.64	14.13%	39,079.56	15.54%	12.82%
3	CARPINTERIA DE MADERA	1,735.36	0.43%	97,485.02	36.69%	12,118.75	2.07%	25,272.28	10.05%	12.31%
4	ESTRUCTURA	101,615.47	25.29%	-	0.00%	55,706.20	9.50%	4,712.67	1.87%	9.17%
5	ENCHAPES Y ACCESORIOS	2,144.06	0.53%	11,101.44	4.18%	133,237.16	22.73%	21,240.96	8.45%	8.97%
6	INSTALACION SANITARIA E HIDRAULICA	-	0.00%	-	0.00%	94,543.84	16.13%	45,363.77	18.04%	8.54%
7	INSTALACION ELECTRICA	51,727.72	12.87%	967.50	0.36%	13,404.30	2.29%	12,486.64	4.96%	5.12%
8	CARPINTERIA METALICA	18,124.63	4.51%	11,495.60	4.33%	5,467.04	0.93%	22,142.22	8.80%	4.64%
9	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION	19,255.02	4.79%	6,598.45	2.48%	3,361.28	0.57%	16,796.99	6.68%	3.63%
10	PAÑETES	19,501.65	4.85%	-	0.00%	16,118.33	2.75%	8,992.44	3.58%	2.79%
11	MUROS (MAMPOSTERIA)	6,703.75	1.67%	-	0.00%	11,934.71	2.04%	4,549.39	1.81%	1.38%
12	CIELO RASO	4,166.72	1.04%	-	0.00%	806.29	0.14%	4,016.51	1.60%	0.69%
13	EQUIPOS ESPECIALES DE COCINA	-	0.00%	-	0.00%	3,335.00	0.57%	1,479.00	0.59%	0.29%
14	APARATOS SANITARIOS	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	1,289.94	0.51%	0.13%
15	CUBIERTAS	-	0.00%	-	0.00%	1,392.00	0.24%	-	0.00%	0.06%
	TOTAL RETRABAJOS	401,872.57	100.00%	265,712.06	100.00%	586,112.80	100.00%	251,508.24	100%	100%
	TOTAL COSTOS DIRECTOS	22,124,193.20		12,525,248.63		26,852,627.48		15,502,607.52		
	% COSTO DE RETRABAJOS SOBRE LOS COSTOS DIRECTOS	1.82%		2.12%		2.18%		1.62%		1.94%

* valores en miles

Elaboración propia

Si se observa en la Gráfica 2 – *Actividades de mayor impacto por costos en retrabajos por proyecto*, se puede evidenciar que la actividad de pintura genera mayor retrabajos en todos los proyectos excepto el proyecto 2, el cual la carpintería de madera genera un costo aún mayor. Aunque se pueden identificar las actividades que generan mayor retrabajo en los diferentes proyectos no se puede decir que todos los proyectos se comportan de igual forma ya sea por la mano de obra seleccionada para la ejecución o del proceso constructivo.

Gráfica 2 – *Actividades de mayor impacto por costos en retrabajos por proyecto*



Elaboración propia

3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSAS DE RETRABAJOS

El proceso de identificación y análisis de causas de retrabajo se hace con base a la experiencia de campo de los autores de la monografía con el apoyo de compañeros y colegas de la empresa encargada de la ejecución de éstos proyectos. Así mismo, con asesoría técnica de las diferentes empresas que suministraron el material usado en la ejecución de las actividades.

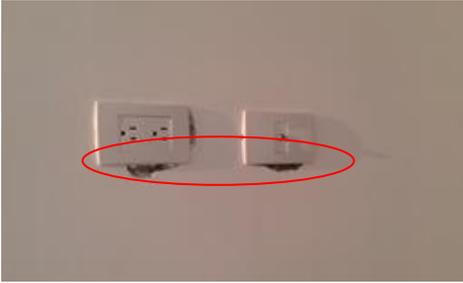
3.1 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSAS DE RETRABAJOS EN PINTURA

En el seguimiento del proceso constructivo del estuco y pintura se evidenciaron retrabajos presentados durante la ejecución de cada una de las etapas (estuco y primera mano – segunda mano – tercera mano). En la tabla 2 – Retrabajos presentados en estuco y pintura, se relacionan los más comunes y se hace la observación de la etapa en la cual se presentan.

Tabla 2 – Retrabajos presentados en estuco y pintura

RETRABAJO PRESENTADO	OBSERVACIONES
	<p>NIVELACIÓN DE SUPERFICIE Etapa donde se presenta: estuco y primera mano de pintura – Placa desnivelada por no verificación de la superficie. Etapa donde se corrige: se evidencia y se debe corregir en segunda mano – si el desnivel es menor a 1.5 cm se puede corregir con el estuco de lo contrario se debe nivelar la zona con friso</p>

	<p>DESPRENDIMIENTO DE LA PINTURA Etapa donde se presenta: En estuco y primera mano – por la limpieza y preparación insuficiente de la superficie a estucar. Etapa donde se corrige: En estuco y primera mano – Se debe retirar la totalidad del estuco y remover limpiar la superficie de cualquier agente que afecte la adherencia del estuco a la superficie.</p>
	<p>AGRIETAMIENTO DE MUROS / DESPRENDIMIENTO DE ESTUCO Etapa donde se presenta: Estuco y primera mano de pintura – por aplicación de capas de estuco demasiado gruesas Etapa donde se corrige: en el instante donde se evidencie – se debe quitar el estuco aplicado y volver a aplicar teniendo con espesor máximo de 1.5 cm</p>
	<p>AMPOLLAMIENTO DE LA PINTURA Etapa donde se presenta: segunda o tercera mano de pintura – por posible humedad de la superficie o por capas de pintura gruesas Etapa donde se corrige: en el instante donde se evidencie – se debe verificar si es por humedad o si es por capas de pintura gruesas, se debe limpiar la superficie y estucar y pintar nuevamente.</p>

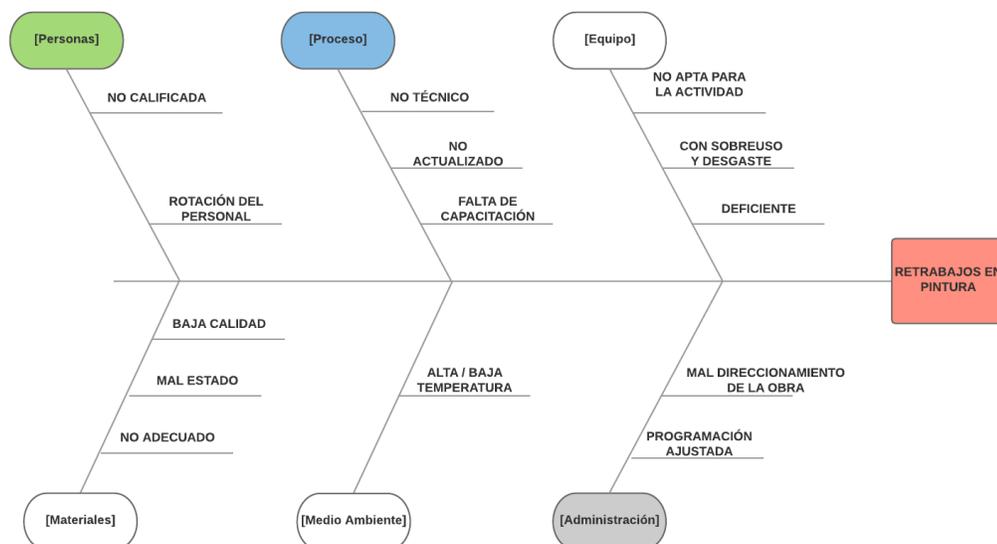
	<p>FILOS Y DILATAIONES TORCIDOS Y/O PARTIDOS</p> <p>Etapa donde se presenta: segunda mano de pintura – Por la dificultad del área y por la deficiencia en las plantillas metálicas que se utilizan de guía, mala calidad en la mano de obra. También por afectación de movimientos ejecutados en actividades predecesoras</p> <p>Etapa donde se corrige: Segunda Mano – se debe armar nuevamente el filo y/o la dilatación</p>
	<p>AFECTACIÓN POR ACTIVIDADES SUCESORAS</p> <p>Etapa donde se presenta: segunda o tercera mano de pintura – Producto de la ejecución de actividades predecesoras.</p> <p>Etapa donde se corrige: en el instante que se detecte – se debe resanar el área con estuco y volver a pintar</p>
	<p>MARCAS DE RODILLO Y MUROS TRASLUCIDOS</p> <p>Etapa donde se presenta: segunda y tercera mano de pintura – por mala utilización o desgaste de los implementos de aplicación (rodillos, otros), por repasar la pintura sobre pintura que ya se está secando y por mal cubrimiento de la capa de pintura</p> <p>Etapa donde se corrige: Donde se evidencie – Para solucionar este desperfecto, es necesario pasar lija fina a toda la superficie, limpiar bien los residuos y aplicar nuevamente una mano de pintura a toda la superficie. Tener en cuenta la preparación de la pintura según indicaciones del proveedor.</p>

	<p style="text-align: center;">POROSIDAD EN LA PINTURA</p> <p>Etapa donde se presenta: segunda y tercera mano de pintura – por capas de pintura muy gruesas y por la aplicación de una nueva capa sin dejar secar las anteriores. Adicionalmente se evidencia la no protección de la carpintería en madera</p> <p>Etapa donde se corrige: Donde se evidencia – Es necesario lijar la superficie hasta que quede tersa y lisa, limpiar bien los residuos y aplicar nuevamente una mano de pintura a toda la superficie.</p>
---	---

Elaboración propia

En la gráfica 3 – Análisis causa-efecto de retrabajos en pintura, se evidencia que se presentan retrabajos debido a factores asociados con el personal, el cual en si no cuenta con la experiencia (mano de obra no calificada) o se hace constante rotación del mismo, pueden alterar el debido proceso de las actividades por desconocimiento o por falta de detalle y precisión en la ejecución de las actividades. Además de los procesos, los cuales al alterarse en secuencia o tiempo, pueden tener retrabajos como desprendimiento de estuco y pintura, agrietamiento en muros, ampollamiento de la pintura, dilataciones defectuosas y filos torcidos, además de factores como la herramienta en mal estado, el material de baja calidad, variaciones considerables en la temperatura y el mal direccionamiento secuencial de las actividades en la obra generalmente por restricción de tiempo.

Gráfica 3 - Análisis causa-efecto de retrabajos en pintura



Elaboración propia

A continuación, se relacionan los posibles retrabajos que se presentan en la ejecución de la actividad de estuco y pintura.

3.1.1 DESPRENDIMIENTO DEL ESTUCO Y PINTURA

Este puede ser ocasionado por los factores como

- ✓ No se preparó correctamente la superficie para aplicar el estuco, se puede ocasionar por humedades, grasas, óxido etc., en la superficie a estucar.
- ✓ No se lijó y limpió correctamente el estuco plástico para la aplicación de la pintura.
- ✓ La referencia de pintura que se utilizó no es la correcta, se aplicó pintura para interiores en áreas exteriores.

Para dar una solución correcta, se puede proceder de la siguiente manera

- ✓ En el caso de no preparar la superficie, si se aplicó sobre muros húmedos se debe retirar la totalidad del estuco y la pintura, revisar la humedad y sellarla con productos sugeridos por el proveedor, si no es por filtración para acelerar el secado se pueden utilizar reflectores dirigidos a la superficie. Una vez solucionada esta humedad se debe proceder

a estucar y pintar el área afectada, teniendo que aplicarla a la totalidad de la superficie la última mano.

- ✓ Si es por grasas, óxido, aceites u otras sustancias contaminantes es necesario retirar el estuco plástico y la pintura, para posteriormente remover la grasa, aceite u otro (si es necesario utilizar productos sugeridos por el proveedor) y volver a aplicar el estuco y la pintura, teniendo que aplicar a la totalidad de la superficie la última mano.
- ✓ Para el caso de no lijar correctamente la superficie es necesario lijar el muro con lija fina y aplicar una mano de pintura tipo uno para dar el acabado final a la superficie.
- ✓ Si se utilizó una referencia equivocada de pintura se debe exigir el retiro de la totalidad de la pintura con lija y espátula, hacer los respectivos resanes con estuco plástico si se requieren e iniciar el proceso de pintura con la referencia acordada.

3.1.2 AGRIETAMIENTO DE MUROS

Estos problemas se pueden ocasionar por factores como:

- ✓ No se dejó secar suficiente la capa de pintura anterior.
- ✓ No se selló en estuco plástico con una mano de pintura en el tiempo establecido.
- ✓ Las capas de estuco plástico se aplicaron muy gruesas
- ✓ La pintura aplicada no se diluyó bien y quedo muy gruesa para su aplicación.

Para solucionar estos posibles problemas es necesario retirar totalmente la pintura agrietada, limpiar bien la superficie que se va a pintar y aplicar nuevamente si es necesario el estuco plástico en el área afectada y la pintura en toda la superficie para que el acabado quede homogéneo.

3.1.3 AMPOLLAMIENTO DE LA PINTURA.

Los problemas se pueden generar por los siguientes factores:

- ✓ Se aplicó el estuco sobre muros húmedos.
- ✓ La pintura que se aplicó o la superficie en la que se aplico tiene temperatura excesiva.
- ✓ El estuco plástico se humedeció y se aplicó la pintura sobre éste.

Para solucionar esto y de acuerdo a cada situación se deben hacer los siguientes correctivos.

- ✓ Si se aplicó sobre muros húmedos se debe retirar la totalidad del estuco y la pintura, revisar la humedad y sellarla con productos sugeridos por el proveedor, si no es por filtración para acelerar el secado se puede utilizar reflectores dirigidos a la superficie. Una vez solucionada esta humedad se debe proceder a estucar y pintar el área afectada, teniendo que aplicar a la totalidad de la superficie la última mano de pintura.
- ✓ En el caso de que el problema sea por temperatura, es necesario retirar la pintura con espátula y lija, y volver a aplicar las manos de pintura con la temperatura adecuada.
- ✓ Si se aplicó la pintura sobre el estuco húmedo, se debe retirar la totalidad del estuco y la pintura, para acelerar el secado se pueden utilizar reflectores dirigidos a la superficie. Una vez solucionada esta humedad se debe proceder a estucar y pintar el área afectada, teniendo que aplicar a la totalidad de la superficie la última mano de pintura.

3.1.4 DILATACIONES DEFECTUOSAS

La mala calidad de las dilataciones es ocasionada por:

- ✓ Dilataciones torcidas, por el mal uso de las platinas metálicas o simplemente por mala calidad en la mano de obra.
- ✓ Mal llenado de las dilataciones que ocasionan profundidades diferentes, la plantilla que se usa esta defectuosa.

Para corregir estos defectos, es necesario demoler las dilataciones y volverlas a llenar, será necesario el cambio de las platinas de guía, si persiste es necesario solicitar al contratista el cambio del ejecutor.

3.1.5 FILOS DEFECTUOSOS

Este defecto se puede ocasionar por:

- ✓ Deficiencia en las plantillas metálicas que se utilizan de guía.
- ✓ Por ser hechas con estuco plástico, su demora en secar es mayor que con estuco normal, si no se deja secar lo suficiente generan ondulaciones o por la mala calidad de la mano de obra

Para corregir estos defectos, es necesario demoler los filos y volverlos a hacer, será necesario el cambio de las platinas de guía, si persiste es necesario solicitar al contratista el cambio del

ejecutor. Se debe recordar que se deben hacer con el mismo material con que se empasto el muro no mezclar estuco plástico para muros y estuco tradicional (cemento, yeso y caolín) para los filos.

3.1.6 BAJO CUBRIMIENTO Y MUROS TRASLUCIDOS

Los muros traslucidos de pueden ocasionar por los siguientes aspectos

- ✓ Disolución de la pintura, no se tuvo en cuenta la cantidad de agua sugerida por el proveedor.
- ✓ Deficiencia en la agitación de la pintura, puede quedar más espesa en unas zonas que en otras.
- ✓ Aplicación muy delgada de la capa de pintura.
- ✓ El muro quedo muy poroso, debido a la mala aplicación del estuco plástico o la falta de suavizar (lijar) la superficie.
- ✓ Mala calidad del material empleado

Para solucionar este problema sólo es necesario aplicar una mano de pintura con la disolución de la pintura recomendada por el fabricante, en caso de ser por porosidad, es necesario lijar la superficie con lija fina antes de aplicar la pintura, teniendo la precaución de retirar bien el polvillo dejado por la lija.

3.1.7 AFECTACIÓN POR ACTIVIDADES SUCESORAS

Los retrabajos causados por las actividades sucesoras son los más frecuentes, se presenta debido a:

- ✓ Rose o rayones de objetos sobre los muros terminados
- ✓ Golpes sobre filos
- ✓ Contacto de manos y objetos sucios sobre la superficie terminada, ocasionando manchas

Todas estas acciones deterioran la superficie terminada, para solucionarlo se debe reparar con estuco lo que se requiera, lijar y aplicar una capa de pintura.

3.2 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSAS DE RETRABAJOS DE PISOS Y ENCHAPES

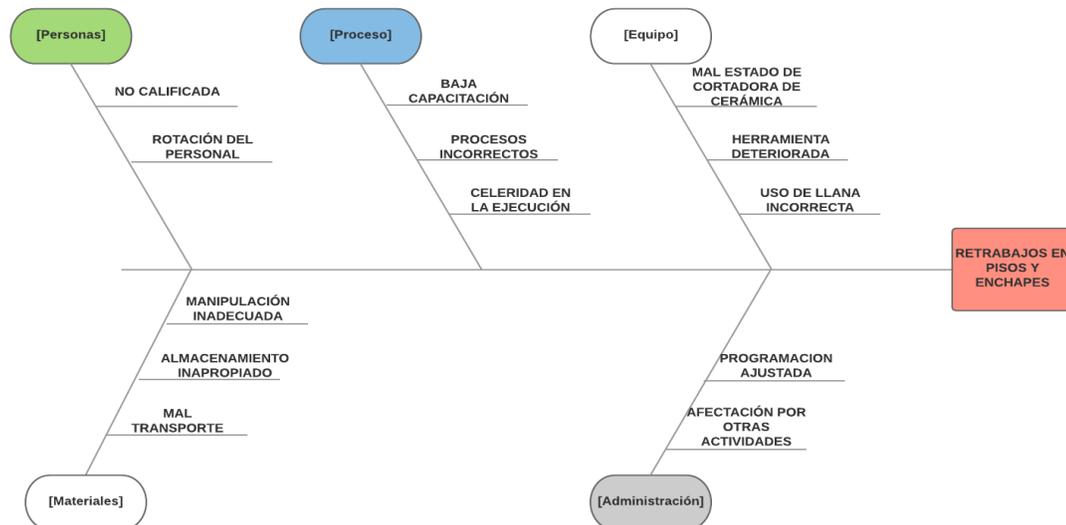
En la identificación de retrabajos de la actividad pisos y enchapes, se relacionan en la Tabla 3 - Retrabajos presentados en pisos y enchapes, los más comunes.

Tabla 3 - Retrabajos presentados en pisos y enchapes

RETRABAJO PRESENTADO	OBSERVACIÓN
	<p>Losas desportilladas, se debe a dos factores principales, por caída de objetos pesados y por la manipulación de la cerámica previo a la instalación</p>
	<p>Daños producto de actividades predecesoras (que no se realizaron a tiempo), en éste caso, se afecta la actividad de pisos y también la de pintura y por actividades sucesoras.</p>
	<p>La instalación de una de las losas se realiza en sentido contrario al sentido de instalación. Además de un pequeño desplome el cual se evidencia al momento de instalar la ventana. También se observa que al instalar la carpintería en aluminio, la losa se desportilló</p>

	<p>Pases para tubería elaborados sin la herramienta adecuada (piedracopa), por lo tanto se requiere el cambio de las losas.</p>
	<p>Losas que requirieron cambio por tener problemas de adherencia. Se observa que la pega no se aplicó en un solo sentido y no se generó adherencia.</p> <p>Aplicación de pega en gran área y con la llana en diferentes sentidos, genera deficiencia en adherencia de la losas con la superficie.</p>
	<p>Losas de diferente tonalidad, se debe a la colocación de losas de lote de fabricación diferente</p>
	<p>Cortes defectuosos en cerámicas por no emplear la herramienta idónea.</p>

Gráfica 4 - Análisis causa - efecto en retrabajos de pisos y enchapes



Elaboración propia

En la Gráfica 4 - Análisis causa - efecto en retrabajos de pisos y enchapes se relacionan los principales causantes de dichos retrabajos, los cuales están asociados al personal debido a la mano de obra no calificada y al posible rotación del personal, a los procesos no ejecutados con la precisión y técnica requerida, al no uso de herramienta y equipo requerido o en malas condiciones, a la manipulación inapropiada del material, y al desarrollo de actividades predecesoras y sucesoras, que en algunas ocasiones generan afectación

A continuación, se relacionan los posibles retrabajos que se pueden presentar en la ejecución de las actividades de pisos y enchapes

3.2.1 CERÁMICAS PARTIDAS.

Este retrabajo es muy común en obras, se puede presentar por la instalación de losas ya fisuradas que no se detectaron previamente, por la manipulación inadecuada y por golpes, cuándo es por golpes obedecen a la mala aplicación del pegante, por lo general, no se hizo el encolado.

3.2.2 LOSAS DESPORTILLADAS.

Este retrabajo se puede producir por las siguientes causas:

- ✓ Mal almacenamiento o mal recibo el material por parte de almacén. El cual se entrega al instalador y no se detecta en ese momento el imperfecto, el instalador procede a instalar así para no recibir descuentos por mal uso del material, o porque considera que se puede cubrir con el emboquillado o simplemente por descuido.
- ✓ Mala manipulación de la cerámica en el momento de instalarla. Se brecha el piso y no se detecta al recibir la actividad para posteriormente ser encartonado y al ejecutar el aseo aflora este defecto.
- ✓ Falta de pegante en los bordes de la losa por lo que con cualquier golpe o colocación de objetos se afecta.
- ✓ Exceso de golpes o tráfico sobre la losa encartonada (protegida), se debe tener control en esto, ya que la protección requiere para su buen funcionamiento tener un uso moderado.

3.2.3 LOSAS CON PROBLEMAS DE ADHERENCIA

Este defecto proviene de la mala colocación del pegante, quedando espacios sin pega. Por lo general no se hizo correctamente el encolado. También se presenta por instalación de la cerámica en áreas que se hayan estucado por equivocación.

3.2.4 LOSAS CON MALA PLANARIDAD.

Esto puede suceder por

- ✓ Losas pandeadas. Son losas con imperfectos difíciles de detectar ya que sería necesario al ser recibidas en obra revisar una por una colocándolas sobre una superficie plana, para ver si hay luz entre esta y la losa. En este caso se debe llamar al proveedor.
- ✓ losas alabeadas. Se pueden detectar después de instalada si tres de sus caras no sufren este problema.
- ✓ Losas con bordes hundidos o resaltados. Este defecto es ocasionado por no haber dejado secar el material de pega lo suficiente y fueron pisadas o colocados objetos sobre estas, o por la mala instalación.

Estos defectos se pueden detectar deslizando una moneda por el lado plano sobre el piso instalado.

Éste retrabajo es muy común en la ejecución de ésta actividad, sin embargo, no se tiene registro fotográfico ya que es poco perceptible al foco de la cámara

3.2.5 LOSAS RAYADAS.

Ocasionados por la mala manipulación en almacén, por el contratista o por manipulación inadecuada, detectándose después de recibir el primer aseo, también puede obedecer al mal encartonamiento del piso que permite que los elementos que se deslizan sobre esto lo atraviesen o por exceso de tráfico.

3.2.6 LOSAS MANCHADAS.

Se puede presentar por defecto de fabricación o por el contacto con alguna sustancia que pueda dañar el esmalte de la cerámica.

3.2.7 LOSAS DE TONOS DIFERENTES.

Este problema ocurre por la entrega de material de diferente lote para instalar en un área en común. Antes de iniciar los trabajos el instalador se debe percatar de ésto y que la cantidad destinada sea la necesaria para cubrir toda el área y no tener que improvisar con losas de otros tonos.

3.2.8 LOSAS CON SENTIDOS DIFERENTES.

La cerámica a instalar, puede tener un sentido de instalación o ser de paño plano que no requiere este cuidado, Se debe revisar detrás de las losas marcas que lo indican y visualmente hacer esta verificación en el proceso de instalación.

3.2.9 LOSA CON PASES DEFECTUOSOS.

Cuando se instala la cerámica es necesario hacer pases para la colocación de rejillas de pisos y de niples para tubería en los enchapes. El instalador debe tener las herramientas necesarias (pulidora, piedras trompo, etc.), ya que una mala apertura no se puede corregir con el emboquillado y será necesario cambiar la pieza.

3.2.10 DESNIVELES EN EL PISO.

Antes de iniciar la colocación de la cerámica en pisos con desniveles a sifones, es necesario verificar que en el pendiente del mortero se cumpla. Para lograr un buen desnivel es necesario que en la repartición del piso el sifón quede en el pegue de las cuatro losas o al menos de dos, de lo contrario no se podrá lograr un desnivel a satisfacción.

En la actualidad los formatos de gran tamaño impiden que se logren buenos desniveles e incluso ha llevado a suprimir sifones en áreas como cocinas (sólo en área de ropas) y baños (sólo se utiliza en ducha), y si se colocan se debe aclarar al cliente que estos espacios están diseñados para el aseo con trapeadores y no con chorro de agua.

3.2.11 DESPLOMES Y NIVELACIÓN DEL ENCHAPE.

Antes de iniciar la colocación de cerámica en muro se debe pasar niveles con manguera, con plomo o equipos especializados, para así colocar el codal de guía de nivelación de inicio. Se debe estar verificando esta nivelación a igual que revisar igualmente con codal el plomo que se está llevando. De encontrarse imperfectos es necesario desmontar las losas antes que peguen para no tener que hacer una demolición que origina mayor retrabajo y desperdicio de material.

3.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE CAUSA DE RETRAJOS DE CARPINTERÍA EN MADERA

En la ejecución de ésta actividad se presentó gran número de retrabajos asociados al almacenamiento y mal ensamble de las piezas, como se muestra en la Tabla 4 - Retrabajos presentados en carpintería en madera, ya que no se hizo en el taller del fabricante, sino que se ejecutó en obra. Adicionalmente, se evidencia la baja experiencia de los instaladores y ensambladores.

Tabla 4 - Retrabajos presentados en carpintería en madera

RETRABAJO PRESENTADO	OBSERVACIÓN
	<p>Se evidencia el pésimo almacenamiento de hojas y de los parales para los marcos.</p> <p>El contratista ensambló los marcos en obra.</p>
	<p>Diferencia de espesor del cabezal y el larguero del marco. El ensamble del marco se hizo en obra.</p>

<p>Unión falsas de los marcos descuadradas</p> 	<p>Mal corte y ensamble del vértice de unión del cabezal y el larguero del marco.</p>
<p>Marcos con dilataciones torcidas</p>  <p>17/09/2015</p>	<p>Marco desplomado. No se verificó verticalidad del marco, por lo tanto se evidencia la dilatación de la hoja dispareja.</p>
<p>Marcos golpeados</p>  <p>17/09/2015</p> <p>Marcos mal cepillados</p>  <p>17/09/2015</p>	<p>Marcos golpeados posiblemente por el mal almacenamiento y manejo del material</p> <p>Marcos mal cepillados, mal proceso de producción.</p>

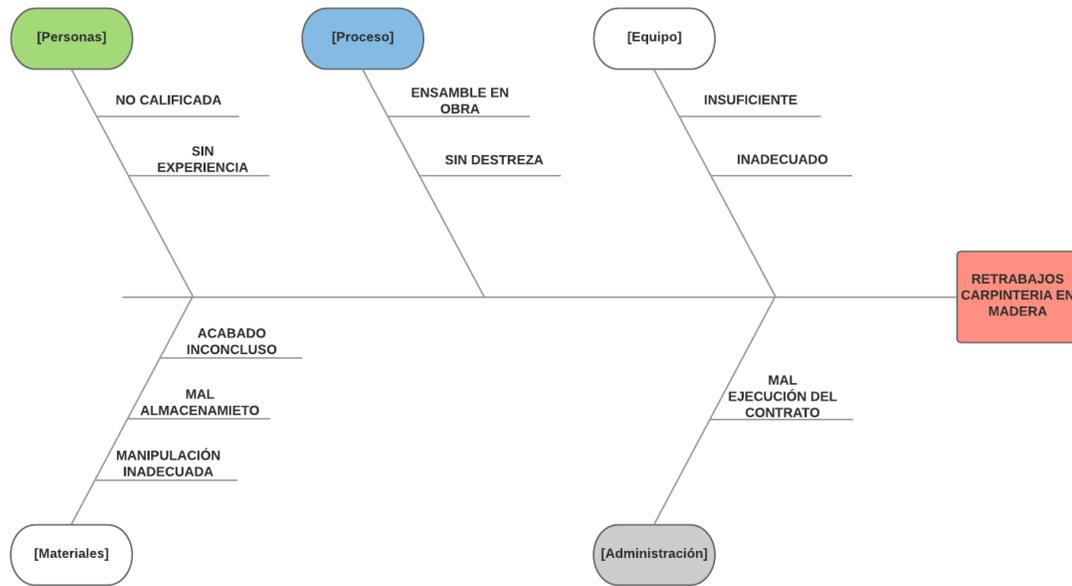
 <p>Multitono en marcos</p> <p>17/09/2015</p> <p>17/09/2015</p>	<p>Los parales presentan multiplicidad en tonos de pintura, debido a que a obra llegaban los parales para marcos pintados y sin armar, no se consideró que podía existir variación de tono.</p>
	<p>Hojas de puertas sin canto.</p>
	<p>Hojas maltratadas en los vértices. Falta de canto en la parte inferior.</p>

	<p>Marco tallado equivocadamente para instalar las cerraduras.</p>
	<p>Mala ubicación del punto de atornillar las repisas. Al igual que los marcos, los closet tampoco llegaron a obra ensamblados</p>

Elaboración propia

Al identificar los retrabajos de carpintería en madera presentados en los proyectos, se evidencia que la mayoría de ellos se debe a la mano de obra, el personal que ejecutó la actividad no contaba con la experiencia ni destreza para la ejecución de las actividades. Otro factor que se considera relevante fue que el ensamble de las piezas no se hiciera en el taller del proveedor sino en obra, provocando diferencia en la tonalidad de los marcos y la variación de los espesores del cabezal y los largueros. En la Gráfica 5- Análisis causa-efecto de retrabajos en carpintería en madera, se relacionan las posibles causas asociadas a los retrabajos presentados en la ejecución de la carpintería en madera.

Gráfica 5- Análisis causa-efecto de retrabajos en carpintería en madera



Elaboración propia

Adicionalmente a los retrabajos relacionados en la Tabla 4 - Retrabajos presentados en carpintería en madera, es muy común encontrar puertas rayadas o con golpes, producto en algunos casos por el mal manejo del material y en otros por las actividades sucesoras a la instalación. A continuación se describen los retrabajos encontrados y posibles de encontrar relacionados con ésta actividad:

3.3.1 PROBLEMAS EN EL ENSAMBLE DEL MATERIAL

Este retrabajo fue de los más evidenciados en éstos proyectos, debido a que el ensamble se realizó en obra y el material a utilizar venía con pintura de terminación. Para ello se debe desmontar y hacer las correcciones requeridas, volver a pintar e instalar nuevamente.

3.3.2 RAYONES EN MARCOS Y PUERTAS

Este retrabajo suele aparecer en la manipulación al instalar la puerta, descuido del personal al circular por los espacios o en la realización de aseos,

Cuando los marcos y hojas son de madera maciza, se puede corregir detallando parcialmente la zona afectada, teniendo en cuenta en utilizar el mismo tono de pintura, si son termolaminados o enchapillados, es necesario hacer reposición de la pieza.

3.3.3 BISAGRAS RESORTADAS.

Un problema muy común en la instalación de la hoja es el cierre ajustado de ya que la bisagra ha sido mal instalada y provoca este imperfecto. Es necesario el desmonte de la hoja y reajustar la ubicación de las bisagras, en algunos casos, quedan visibles las perforaciones de la instalación inicial por lo tanto es necesario el cambio de la pieza

3.3.4 CAMBIO DE TONALIDAD.

El proveedor debe garantizar que la pintura ya sea de marcos o de hojas de puertas no tenga cambio de tono con el tiempo. Suele suceder que después de instalada al poco tiempo empiece a cambiar de tono debido a la calidad de la pintura o tintilla usada. También se debe garantizar que el elemento quede en con un mismo tono, que fue otro retrabajo relevante en estos proyectos. Si esto sucede será necesario aplicar una mano de pintura adicional como garantía del proveedor, que se puede hacer en sitio teniendo las respectivas precauciones para no generar nuevos retrabajos en otras actividades.

3.3.5 CANTOS LEVANTADOS Y DESPEGADOS.

Los marcos y hojas de las puertas enchapilladas o termolaminados necesitan buena manipulación ya que el roce con el piso o con algún otro elemento, puede soltar la chapilla en los extremos y hacer necesario el cambio de la pieza. En estos proyectos se evidenció la ausencia de la chapilla en algunas puertas siendo necesario realizar el cambio.

3.3.6 INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES.

La comunicación entre dirección de obra, proveedor y almacén debe ser completa, por lo que se debe conocer las especificaciones perfectamente y dado el caso, solicitar asesoría de personas idóneas en el tema, no es presentable tener que desmontar la carpintería ya instalada por cambio de especificaciones del proveedor. Si bien es cierto, que las

características técnicas de la carpintería a instalar son dadas por los planos se requiere que el contratista encargado del proceso de fabricación e instalación verifique las medidas en obra mediante un acta de vanos, debido a que en el proceso constructivo de actividades predecesoras pueden tener variaciones no considerables al cliente, pero si al fabricante.

4 PROCESO CONSTRUCTIVO ENFOCADO EN LA REDUCCIÓN DE RETRABAJOS

Un sistema constructivo de una edificación es el conjunto de unidades de un edificio que forman una organización funcional de la misma, las unidades están conformadas por elementos y éstos por materiales. Se puede definir como proceso constructivo el conjunto de técnicas constructivas que se emplean en la ejecución de actividades que constituyen los sistemas constructivos, éstas varían buscando industrializar cada vez más los procesos, optimizando tiempos y reduciendo costos.

En el desarrollo de éste capítulo se despliega el proceso constructivo sugerido para las actividades de estuco y pintura, pisos y enchapes y carpintería en madera, siguiendo una secuencia de actividades a ejecutar estableciendo pautas estratégicas que busquen disminuir posibles retrabajos y mejorar los procesos.

4.1 EL ESTUCO Y LA PINTURA

4.1.1 GENERALIDADES

4.1.1.1 EL ESTUCO

Se puede definir el estuco como una masa o pasta muy fina compuesta de un material base: cal, yeso o cemento que se mezcla con otros materiales como polvo de mármol etc. utilizado desde la antigüedad como revestimiento de paredes y techos, tanto en interiores como en exteriores, el estuco no solo se ha usado como revestimiento sino como elemento decorativo en acabados artísticos y modelados como esculturas.

El término estuco proviene del italiano stucco, se empleó ya en las antiguas Grecia y Roma como base para las pinturas al fresco, los árabes lo utilizaron en muchas ocasiones para sustituir al mármol, tallándolo en forma de mocárabes. Durante el Renacimiento italiano se perfeccionaron un gran número de técnicas, que más tarde se difundieron por toda Europa y en muchas ocasiones el estuco blanco se utilizó mucho en los muros de las iglesias, en ocasiones para pintar figuras de ángeles. Su utilización fue más difundida y se empezó a

aplicar en los palacios franceses quienes lo aprendieron de los italianos y de allí pudo ser transmitido a otros artesanos y maestros de Europa trayéndolo a América, siendo actualmente utilizado en todo el mundo. Es uno de los materiales de construcción más comunes y como base para la aplicación de la pintura. Los estucos se pueden clasificar en:

- ✓ **ESTUCO PARA INTERIORES:** El estuco para interior es una masilla plástica de alta blancura y excelente adherencia sobre los diferentes materiales de construcción, especialmente diseñado para muros y cielo rasos en ambientes interiores que no tienen exposición directa o permanente a la intemperie. Proporciona acabados lisos, tersos y de larga duración. Este estuco es recomendado para superficies pañetadas y superficies rugosas tradicionales como revoque, mampostería sin revoque (bajo tratamiento y con equipos especiales), bloques prefabricados, superficies lisas de concreto, o placas de sistemas constructivos livianos como Drywall. Para mantenimiento, mejora, adecuación o reparación de superficies estucadas previamente con estucos tradicionales (elaborados con yeso, cemento y caolín bajo previo acondicionamiento). Para resane de superficies estucadas y pintadas o morteros con fisuras menores a 1 mm sin movimiento (no activas). Ideal como sustrato para pinturas decorativas garantizando máxima adherencia, rendimiento y duración del acabado.
- ✓ **ESTUCO PARA EXTERIORES:** El estuco exterior es una masilla plástica de alta blancura para uso interior y exterior, lista para usar y de excelente adherencia sobre diferentes materiales de construcción. Maximiza el rendimiento y garantiza la adherencia de las pinturas. Proporciona acabados lisos, tersos y de larga duración. Es un producto recomendado para superficies rugosas, pañete, mampostería sin pañete o revoque (bajo tratamiento y con equipos especiales), o superficies lisas como sistemas constructivos industrializados (pantallas de concreto) y paneles de fibrocemento.

4.1.1.2 LA PINTURA

La pintura empezó a utilizarse hace más de 20.000 años por el hombre en las cavernas, donde con pinturas propias y preparadas por él se expresaba con escenas que hoy se denominan pinturas rupestres; allí detallaba las escenas más relevantes de su vivir propio. Las

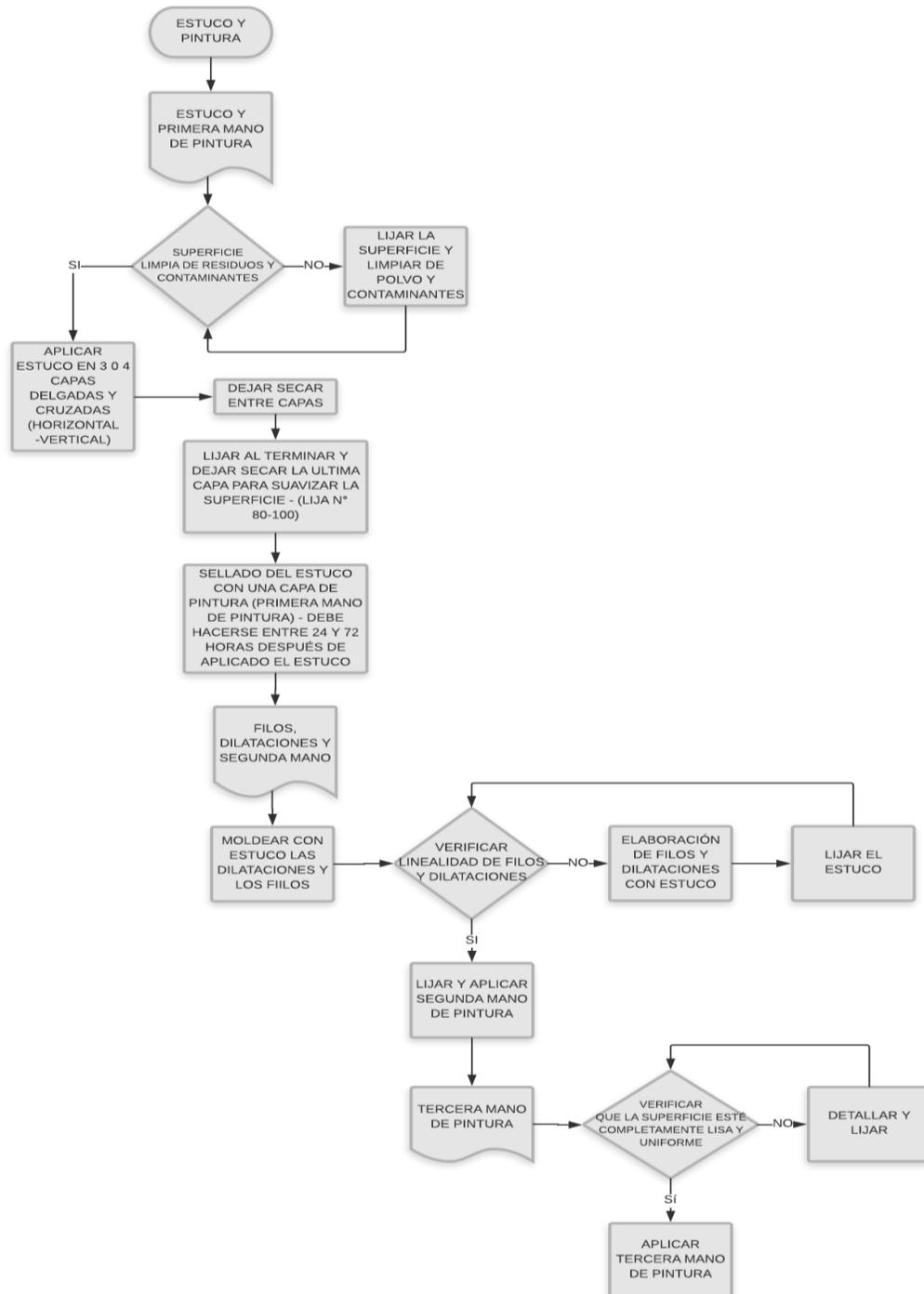
pinturas rupestres más antiguas se encuentran en las Cuevas de Altamira (España), la Lascaux y Font Gaume en Francia. Se han encontrado que estos dibujos grabados en piedra monocromáticos fueron realizados con óxidos de hierro, ocre y rojos; igualmente utilizaban la cal, el carbón vegetal con técnicas simples. La primera utilización de la pintura como medio de decoración se inicia con los egipcios que usaban pinturas a base de caseínas, huevos, agua, gomas arábicas, pigmentos minerales, óxidos de hierro etc. En construcción de edificaciones, la pintura para interiores se puede clasificar de la siguiente manera:

- ✓ Pintura Tipo 1 (interiores y exteriores) es una pintura a base agua fabricada con copolímeros acrílicos de excelente cubrimiento y adherencia, acabado mate, de fácil aplicación y rápido secado, lavable y durable lo que lo hace especial para acabados arquitectónicos en obras de construcción. Se utiliza para el acabado final de las superficies (tercera mano).
- ✓ Pintura Tipo 2 (interiores) es una pintura a base agua fabricada con copolímeros acrílicos de excelente cubrimiento y adherencia, acabado mate, de fácil aplicación y rápido secado, lavable y durable lo que lo hace especial para acabados arquitectónicos en obras de construcción. Se utiliza para el acabado final de las superficies que no requieren tanto contacto con los usuarios (como cielos rasos y placas); o como segunda mano de pintura.
- ✓ Pintura Tipo 3 (interiores) base agua fabricada con copolímeros acrílicos de excelente cubrimiento y adherencia, acabado mate, de fácil aplicación y rápido secado. Se utiliza para recubrimiento y sello de estucos plásticos o como aplicación de primera mano en superficies de otro tipo.

También se emplea la pintura para exteriores que son pinturas de Alta Resistencia, base agua, fabricada a partir de polímeros 100% acrílicos de acabado mate, tienen máxima protección contra el ataque de hongos y alta resistencia a la intemperie. Forma una barrera plástica que la hace impermeable a la lluvia y resistente a los rayos del sol, ofrecen una duración aproximada de hasta 5 años siempre y cuando se sigan las recomendaciones de preparación de superficie y aplicación del producto sugeridas por el fabricante.

4.1.2 PROCESO CONSTRUCTIVO ESTUCO Y PINTURA

Gráfica 6 - Proceso constructivo de la pintura



Elaboración propia

La pintura es una de las actividades que mayor duración tiene, ya que su proceso constructivo se lleva a cabo en tres fases principales que se ejecutan en tiempos diferentes, y que depende de otras actividades, dichas fases son estuco y primera mano de pintura, segunda mano de pintura y tercera mano de pintura. En la gráfica 6 – *Proceso constructivo de la pintura* se tiene el flujo de actividades a realizar desde la verificación y preparación de la superficie hasta la aplicación de la tercera mano. Se deben tener en cuenta algunos requisitos mínimos de procedimiento descritos a continuación, incluyendo el almacenamiento del material, porque si bien es cierto no es parte principal del proceso constructivo si es factor determinante en la calidad del mismo

4.1.2.1 ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL.

El almacenamiento del material debe estar embodegado en un sitio fresco y no mayor a una temperatura de 35 grados centígrados; generalmente la contratación se realiza a todo costo ya que con esto se evita el desperdicio y daño de material por parte el contratista, y es más económico para la obra hacer este tipo de contrato debido al mayor rendimiento en la ejecución y menor desperdicio del material. En el momento de llegar el material a obra, debe ser revisado por el almacenista y constatar con factura que el material es el contratado e incluso destapar los cuñetes ya que pueden ser reenvasados con material de menor calidad.

4.1.2.2 VERIFICACIÓN DEL ÁREA SOBRE LA CUAL SE VA A INSTALAR

Antes de iniciar a aplicar el estuco, se debe tener en cuenta que el fraguado del muro (pañete o concreto) no sea menor a quince días, para muros hechos en yeso o asbesto se puede aplicar inmediatamente, pero esto tendrá un proceso diferente al que se referencia a continuación. La superficie que se va a estucar debe estar limpia. Es necesario retirar cualquier material o residuo que no permita la adherencia del estuco a la superficie como es el caso de polvo, óxido, hongos, tierra etc., si es necesario se debe realizar un lijado suave en seco para mejorar la adherencia.

Antes de la aplicación de la pasta, se debe verificar que la superficie esté completamente seca y no presente humedad de lo contrario causará desprendimiento de éste y será

necesario su retiro y volver a aplicarlo, se pueden utilizar lámparas para secar estas humedades.

4.1.2.3 APLICACIÓN DEL ESTUCO PLÁSTICO.

Esta actividad se debe ejecutar antes de realizar los morteros de piso, esto con el fin de no contaminarlo con los residuos y polvo de lijadas que caen sobre el piso. El estuco plástico se debe mezclar con una espátula limpia hasta lograr obtener una pasta uniforme. No se puede mezclar con otros productos, ya sea para dar un menor rendimiento o con la credibilidad de mejorarlo. Esto deteriora el producto y hace perder la garantía en caso de algún reclamo.

La pasta se debe aplicar con una llana metálica por lo general de 12 x 28 centímetros, dando tres o cuatro capas en ambos sentidos (horizontal y vertical), esperando un secado completo entre capas.

4.1.2.4 TIEMPO DE SECADO.

El estuco se debe dejar secar completamente una capa antes de aplicar la otra, el tiempo de secado depende de la temperatura y humedad ambiente.

4.1.2.5 LIJADO DE LA SUPERFICIE

Posterior al secado de la última capa de estuco, se procede a suavizar la superficie estucada con lija de grano numero 80 o 100 para quitar asperezas y darle acabado terso.

4.1.2.6 SELLADO DEL ESTUCO PLÁSTICO – PRIMERA MANO DE PINTURA

Para evitar el daño del estuco, se debe sellar con la aplicación de la primera mano de pintura 24 horas después de estucado el muro. La aplicación de la primera mano se recomienda hacer posterior al mortero, para que la superficie quede limpia de partículas cementicias.

4.1.2.7 SEGUNDA MANO DE PINTURA

La segunda mano de pintura es una actividad que se realiza después de instalados los pisos, enchapes, carpintería de madera y colocación de ventanería, aquí se ejecutan actividades adicionales tales como elaboración de filos y dilataciones las cuales no se habían realizado ya

que podían ser afectadas por las labores anteriormente enunciadas. Es aconsejable en las áreas de closet y cocinas haber realizado la segunda mano previa a la instalación de la madera, debido a que son elementos empotrables que pueden ser deterioradas por la pintura. Antes de ejecutar esta actividad, se debe encintar y proteger todos los elementos instalados para evitar daños y se debe exigir al contratista previamente los pisos encartonados para proteger la cerámica.

Inicialmente de deben realizar los filos y las dilataciones, se debe exigir al contratista utilizar el mismo material aplicado en el estuco de los muros es decir, el estuco plástico, algunos contratistas las prefieren hacer con estuco tradicional (cemento, yeso, caolín) ya que por su dureza al trabajar son más fáciles de ejecutar pero no es aconsejable mezclas de productos, igualmente deben utilizarse los elementos adecuados tales como espátulas, reglas de aluminio y guías para hacer las dilataciones las cuales deben ser terminadas con una profundidad uniforme a lo largo de éstas. La pintura a utilizar puede ser vinilo tipo uno o dos tanto en muros, placas y como cielo raso.

4.1.2.8 TERCERA MANO DE PINTURA

En obras de construcción, la tercera mano de pintura se aplica, por lo general, después de realizado un primer aseo, donde se retiran los residuos gruesos y el encartonamiento del piso, en obras donde se ejecuten de una vez la tercera mano se debe dejar secar la segunda mano por lo menos dos horas. Se debe ejecutar con vinilo tipo uno, aunque en cielos rasos y placas se puede dar terminación con vinilo tipo dos, para darle menos brillo a la superficie.

La tercera mano de pintura es definitiva para ser entregado el inmueble a satisfacción por eso se requiere verificar que la superficie quede completamente lisa y uniforme. Sin embargo en obras de construcción, al realizar el aseo final los muros sufren deterioros parciales con daños en filos, manchas, etc. Se debe prever estos detalles, para lo cual se debe tener cuidado de hacer estos retoques con el tipo de pintura utilizado en la tercera mano de pintura para tener un buen cubrimiento y evitar paños con diferente tonalidad.

4.2 PISOS Y ENCHAPES

4.2.1 GENERALIDADES

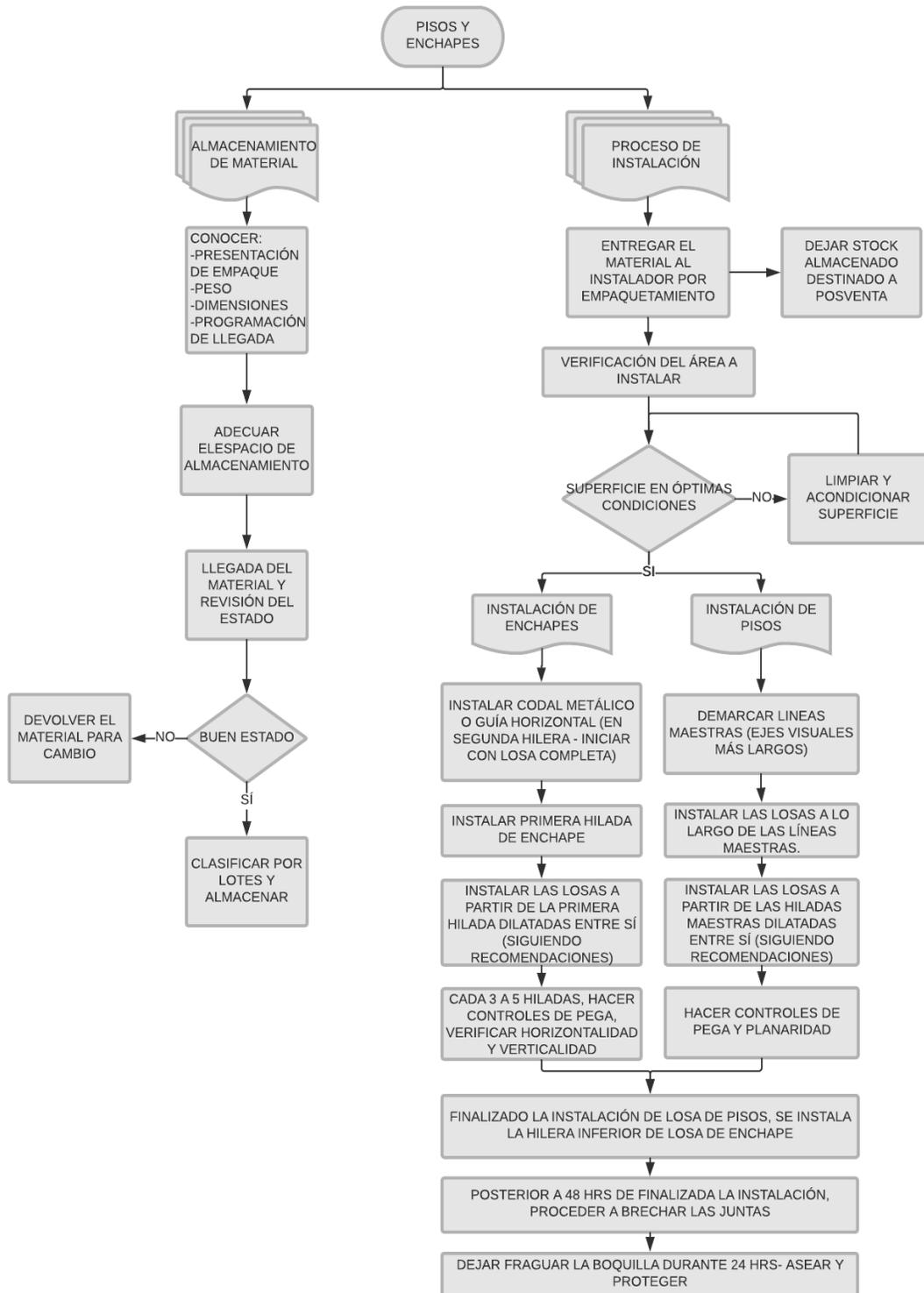
La cerámica es un material de construcción con una gran antigüedad. Los materiales cerámicos, del griego “keramos”, son producto del trabajo con base arcillosa que se transforma, poco a poco, en la pieza versátil y funcional con la que se cuenta en la actualidad. Se puede decir que los productos cerámicos de aplicación en la arquitectura aparecen con las primeras civilizaciones sedentarias, con una evolución que se desarrolla acorde con la funcionalidad y su incorporación, posteriormente, como elemento decorativo. La cerámica es un material a base de arcilla cocida, de gran uso en la construcción gracias a su practicidad, resistencia y durabilidad. Se trata de un material que apenas requiere mantenimiento, de fácil limpieza y con una alta versatilidad desde el punto de vista constructivo y decorativo, ya que puede estar presente tanto en suelos, como paredes, escaleras, techos, fachadas, piscina. Inicialmente, los revestimientos cerámicos fueron usados para satisfacer necesidades funcionales de higiene o limpieza para baños, cocinas, hospitales etc., posteriormente se volvió para además de ser utilizados por necesidad a ser elementos que ambientan los espacios en los diferentes tipos de construcciones como son de tipo de vivienda, comercio, institucional etc.

4.2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PISOS Y ENCHAPES

En el proceso constructivo de los pisos y enchapes en materiales cerámicos se deben considerar no sólo el proceso de instalación de la cerámica, sino también el recibo y almacenamiento de la misma. Es un proceso relativamente rápido, ya que se lleva en una sola fase, y no requiere de la ejecución de actividades intermedias como en el caso de la pintura, pero se requiere cuidado en el manejo de las losas debido a su peso y la fragilidad especialmente en las esquinas.

En la gráfica 7 – Proceso constructivo de pisos y enchapes, se encuentra el flujo de actividades que se deben ejecutar, desde el almacenamiento y manejo del material hasta el emboquillado de las juntas.

Gráfica 7 - Proceso constructivo de pisos y enchapes



Elaboración propia

4.2.2.1 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL

Se deben considerar algunos factores que permitan recibir y almacenar el material de forma adecuada, tales como:

- ✓ Indagación. Es necesario comunicarse con el asesor de la empresa distribuidora para saber el tipo de empaque que trae la cerámica, dimensiones, peso y programar fechas de entrega, para tenerlas en cuenta para el alistamiento del almacenamiento.
- ✓ Alistamiento. Con la información anterior se deben buscar espacios estables, cubiertos, seguros, de fácil recibo y distribución, preferiblemente hacer un borrador del plano del sitio a utilizar para optimizar la organización
- ✓ Espacio. Una vez ubicado el espacio, es necesario hacer un acondicionamiento, se debe generar una cama o base donde se ubicará la cerámica, aislada aproximadamente 10 cms del piso, lo cual ayudará en caso de inundaciones y en un descargue mecánico. Lateralmente es necesario a parte de las circulaciones destinadas para el personal que lo manipula, dejar de 30 a 35 cms contra paredes para evitar humedades o que cargas desestabilicen el arrume.
- ✓ Almacenamiento. La cerámica se debe almacenar de canto y completamente vertical, bien sea si viene en unidad de empaque o unidad suelta, sobre el espacio acondicionado y descrito anteriormente, los arrumes generalmente no deben superar los 1.50 mts de altura (o según indicación del proveedor) y ningún otro producto se debe almacenar sobre éstas.
- ✓ Estos arrumes se deben almacenar según sus datos de verificación para facilitar la distribución de esta y controlar la cantidad llegada por cada lote los cuales al ser almacenadas deben quedar a la vista del personal que la va a manipular y entregar. Dentro de los datos de verificación se debe ver el nombre, tono y/o lote, fecha de producción, tamaño de fábrica, entre otras.

4.2.2.2 ENTREGA DEL MATERIAL AL CONTRATISTA

Para hacer entrega del material al contratista que se encargará de la instalación se sugiere hacer por empaquetamiento, es decir estandarizado para cada unidad de trabajo que va a realizar, para lo cual debe corresponder a un mismo tono, referencia y tamaño;

adicionalmente se debe dejar un stock de este material almacenado en bodega y referenciado en tono y destino para posibles retrabajos y postventas. Ésta buena práctica permite controlar el desperdicio y evitar retrabajos por tonos mezclados.

4.2.2.3 VERIFICACIÓN DEL ÁREA SOBRE LA CUAL SE VA A INSTALAR LA CERÁMICA

Todo piso cerámico se debe instalar sobre mortero de nivelación, no solo para garantizar el nivel de la superficie sino también para mejorar la adherencia y el correcto pendiente. De no realizarse es posible que el grosor de la pega sea mayor al recomendado por el proveedor y posteriormente se genere desprendimiento de la cerámica.

Toda cerámicas en muros se debe instalar después de frisado el muro que se va a recubrir si es mampostería, sobre elementos estructurales o sobre materiales con sustratos aptos para su durabilidad, y se deben hacer las revisiones técnicas para estar seguros de su correcta instalación como son la verticalidad del muro (plomo), nivel o alineación horizontal, escuadras con el ángulo según el diseño arquitectónico (por lo general son a 90 grados)

También se debe revisar que la superficie se encuentre libre de sustancias contaminantes, ya sea polvo, desmoldantes, grasas, pintura suelta, residuos de estuco o cualquier otro agente contaminante. Debe estar libre de humedad y el mortero de nivelación o de friso debe tener un curado mínimo de tres semanas.

4.2.2.4 INSTALACIÓN DE CERÁMICA

Para cerámica de pared, previamente se debe hacer la distribución de losas en el área a instalar, garantizando que quede losa completa en la parte superior del muro y el chazo en la parte inferior. Se procede a instalar la cerámica desde la segunda hilada de abajo hacia arriba, con losa completa, como guía horizontal se pone de base un codal metálico, que nos garantiza el soporte de ésta. Terminado de instalar esta primera hilada se prosigue a terminar el muro en su parte superior para proseguir con el piso.

Para pisos, antes de proceder a su instalación se deben definir previamente sobre planos las líneas maestras para distribuir y dar inicio a la instalación; las líneas maestras permiten identificar el primer plano visual de los espacios ubicando losas completas y evitando el menor número de chazos, los cuales se deben ubicar en las esquinas menos perceptibles.

Adicionalmente se debe tener en cuenta los diferentes tipos de juntas constructivas y de instalación, tales como:

- ✓ Juntas estructurales. Siempre deben marcarse y sellarse con algún sello elástico. No se deben instalar losas sobre ellas ya que los movimientos estructurales generaran fisuras.
- ✓ Juntas perimetrales. Se deben dejar juntas perimetrales contra los muros no menor a ocho milímetros, ésta se ejecuta para aislar la cerámica de los muros para evitar que por cambios de temperatura al no tener espacio para expandirse se levante las losas, esta distancia se cubrirá con el guarda escoba perimetral.
- ✓ Juntas de colocación. Son juntas requeridas debido al movimiento ocasionado por la variación térmica (dilatación y contracción). La separación depende del formato de la losa y generalmente varía entre son de 2 a 4 milímetros, sin embargo, dicho valor lo sugiere el fabricante en la ficha técnica del producto. También contribuye a absorber las deformaciones producidas por el soporte y moderan las tensiones que se generan en la parte inferior cuando se someten a cargas lo cual ocasionan el levantamiento de éstas.
- ✓ Juntas de diseño o partición. Cuando la cerámica se instala en grandes superficies (mayores a 25 m²) se debe subdividirlas en menores mediante juntas elásticas de dilatación, para evitar fisuras en la cerámica o desprendimiento debido a los esfuerzos de los elementos portantes. Estas juntas se deben hacer estratégicamente para no generar mala estética y ejecutarse con dilataciones plásticas en áreas internas, para áreas externas se deben consultar con el proveedor el tipo de material a utilizar en la junta.

Cuando se va a pegar la losa, antes de esparcir el pegante se debe humedecer la superficie sobre la cual se va a instalar, especialmente si es de temperaturas mayores a 20 grados centígrados, para preparar la pega se debe hacer en un recipiente limpio agregando el agua requerida según la ficha técnica del material, esta se debe mezclar hasta que no haya grumos y dejar reposar diez minutos antes de esparcir. Se procede con la instalación teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ Cuando el material de pega es el sugerido por el proveedor o materiales similares, la losa no es necesario humedecerla previamente, solamente si se pega con cemento, que ya es poco usado.

- ✓ Las marcas gravadas en la parte posterior, producto de la fabricación de la cerámica, sirve de guía para la secuencia de la instalación
- ✓ Si la instalación de la cerámica tiene un diseño traslapado, no traslapar más del 20% de esta, en caso de ser a mitades debe respetar la dilatación entre estas.
- ✓ Si la cerámica tiene acabado abrasivo o texturizado, se recomienda una instalación limpia, ya que el exceso de mortero puede mancharla.
- ✓ La mezcla de pega debe esparcirse con llana dentada según recomendaciones del proveedor del pegante, se debe hacer en un solo sentido y en este caso se sugiere horizontal en la superficie a instalar; si la losa es mayor a 30X30 cms se debe encolar (aplicar) material de pega también en la losa siguiendo las mismas instrucciones con la llana dentada y en un solo sentido, en este caso igualmente horizontal.
- ✓ Para instalar la losa, se presiona sobre el área de contacto y se hace un ligero movimiento en el sentido contrario a los surcos de la mezcla de pega, de esta forma asegura la pega homogénea, posteriormente se golpea con un mazo de caucho hasta que la mezcla salga por sus costados laterales, sin sobrepasar la superficie de esta

Si se van a instalar grandes formatos (0.9X0.90 mts ó 1.0X1.0 mts), es recomendable utilizar chupas y niveladores que facilitan su manipulación. Finalmente se procede a instalar la hilera inferior del enchape, previamente instalado la cerámica de piso.

4.2.2.5 CONTROLES DE PEGA, VERTICALIDAD Y HORIZONTALIDAD

Cada tres a cinco hiladas de cerámica instalados se deben hacer controles de horizontalidad, verticalidad y planaridad (esta última con codal metálico o equipos especiales), además de control de pega, la cual se realiza despegando una losa instalada y verificando visualmente que si había adherencia, la ejecución de la actividad debe ser lo más limpia posible, retirando el exceso de pega en las juntas y limpiando la superficie de la cerámica con una esponja para evitar posibles manchas.

4.2.2.6 EMBOQUILLADO O BRECHADO DE CERÁMICA

Pasadas las 48 horas después de la instalación de la cerámica, se procede a realizar el emboquillado o brechado de la cerámica, se debe limpiar el espacio entre las cerámicas al

igual que la superficie de polvo, mortero y otros residuos, dejando libre la profundidad de la junta de las losas por lo menos 2/3 partes de la profundidad, la cual se rellena con boquilla preferiblemente de la misma referencia de la cerámica instalada.

4.2.2.7 PROTECCIÓN PARA CERÁMICA DE MUROS Y PISOS

Una vez seca la boquilla (aproximadamente 24 horas), se debe proteger el piso para continuar ejecutando las labores de acabado sin afectarlo, esto se puede hacer con cartón corrugado el cual se debe pegar entre sí con cinta plástica, más no contra la cerámica ya que la mancha y es difícil su retiro. Si la zona tiene acceso a la intemperie, como lo son balcones, se debe proteger con cartón y plástico, el cual evitará el paso de agua la cual dañará el acartonamiento y a su vez manchará el piso por el contacto del cartón con éste.

Cabe anotar que los muros enchapados no serán necesarios recubrirlos con cartón, solo se debe tener precaución en el momento de realizar labores de pintura de protegerlos con plástico para evitar el salpique de ésta, o en caso de no protegerlos retirar inmediatamente la salpicadura de pintura.

4.3 CAPINTERÍA EN MADERA

4.3.1 GENERALIDADES

La madera es históricamente uno de los materiales más utilizados por el hombre. Actualmente, en la mayoría de los países desarrollados su uso como material estructural alcanza a más del 90% de la construcción habitacional de 1 a 4 pisos.

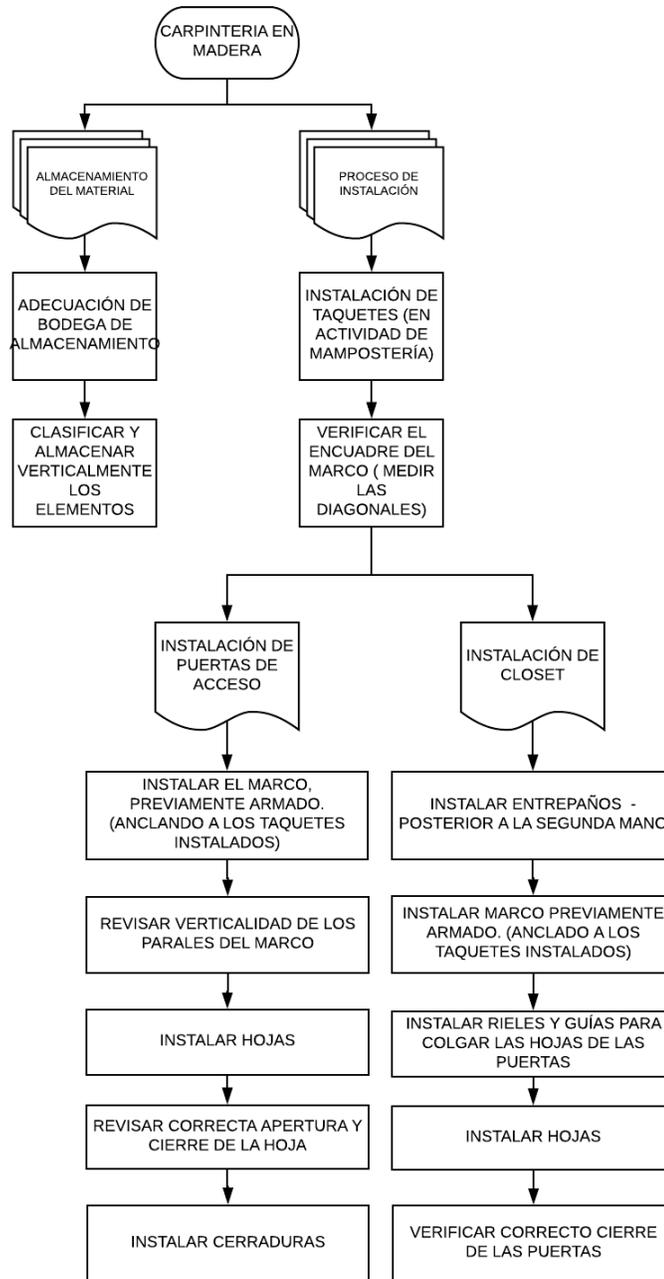
Es un material biológico, ya que está compuesto principalmente por moléculas de celulosa y lignina, puede ser biodegradada por el ataque de hongos e insectos taladradores, como son las termitas. Por ello, a diferencia de otros materiales inorgánicos (ladrillo, acero y hormigón, entre otros), la madera debe tener una serie de consideraciones de orden técnico que garanticen su durabilidad en el tiempo. La madera es un material anisotrópico, es decir, según sea el plano o dirección que se considere respecto a la dirección longitudinal de sus fibras y anillos de crecimiento, el comportamiento tanto físico como mecánico del material, presenta

resultados dispares y diferenciados. Para tener una idea de cómo se comporta, la madera resiste entre 20 y 200 veces más en el sentido del eje del árbol, que en el sentido transversal. La madera es un material higroscópico, es decir, tiene la capacidad de captar y ceder humedad en su medio, proceso que depende de la temperatura y humedad relativa del ambiente. Este comportamiento es el que determina y provoca cambios dimensionales y deformaciones en la madera.

4.3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CARPINTERÍA EN MADERA

El proceso constructivo ejecutado en obra, es realmente sólo el proceso de instalación ya que el proceso de fabricación se debe desarrollar externamente, en el taller del contratista según las especificaciones técnicas, esto se hace para disminuir los residuos de fabricación en la obra y ejecutar un proceso más limpio. El proceso de acabado tenido en cuenta para los marcos de las puertas y Clósets, cuando no son termolaminados, se inicia con darle a la superficie una primera mano de Lija # 120, luego, se aplica una mano de Tapa poros y cuando esté seca, se aplica una mano de Sellador catalizado. Nuevamente se da una mano de Lija # 220 y después de remover el polvo de la superficie, se limpia con un paño seco y se aplica una mano de tintilla. Finalmente, se aplica una mano de Laca transparente catalizada semi-mate. En la *gráfica 8 - Proceso constructivo carpintería en madera*, se tiene el flujo de actividades a ejecutar en la instalación. Tanto el almacenamiento en obra del material fabricado y ensamblado como la manipulación e instalación se debe realizar de la forma apropiada para disminuir los retrabajos.

Gráfica 8 - Proceso constructivo carpintería en madera



Elaboración propia

4.3.2.1 ALMACENAMIENTO DEL MATERIAL EN OBRA

En obra se debe disponer un área delimitado y cubierto, libre de humedad y ventilado, con el fin de evitar deterioro ocasionados por agentes ambientales. El almacenamiento de las puertas debe ser preferiblemente vertical sobre listones, rastreles o estibas, con separación del suelo de 10 a 15 cms para evitar el contacto directo con el suelo, no debe almacenarse en gran cantidad unas sobre otras para evitar que la madera ubicada en la parte inferior sufra deformaciones, se sugiere que los elementos de la carpintería en madera, en especial las hojas de las puertas, se separen entre sí por cartón o por un paño para evitar el rose y daño de la pintura o de la chapillas o se protejan con plástico stretch.

Se debe verificar que el material llegado a obra cumpla con las especificaciones técnicas solicitadas y que se encuentre en óptimas condiciones (sin golpes, rayones, abolladuras). El material debe clasificarse dependiendo de las dimensiones y el uso, es decir, marcos separados de puertas, de igual forma, las puertas principales separadas de las puertas de habitaciones y de puertas de baños y closet para facilitar la manipulación

Una vez llegado el material a obra y clasificado se procede a distribuir en los sitios de instalación, antes de esto se debe verificar que se hayan ejecutado actividades predecesoras tales como la instalación de pisos y enchapes, primera mano de pintura, instalación de ventanería e instalación de puerta provisional de acceso (debido a que la puerta principal se debe instalar cuando los elementos restantes a instalar en el apartamento estén dentro de él), una vez verificado se procede a transportar el material al sitio de instalación.

4.3.2.2 PROCESO DE INSTALACIÓN

4.3.2.2.1 COLOCACIÓN DE TAQUETES.

Los taquetes son piezas oblongas, preferiblemente de madera, que son embebidos cuando se hace la mampostería en los vanos donde se va instalar las puertas en madera y en los muros donde se instalan las repisas flotantes, se instalan cuando no hay elementos no estructurales tales como columnetas. Se deben instalar tres unidades, colocados a veinte centímetros del piso y del dintel y otro en el centro del vano. Sus dimensiones promedias son de ocho centímetros de alto, cinco de ancho y diez de profundidad en forma de cuña y envueltos en

malla para poder tener agarre a la mampostería, ya que se instalan cargándolos con mortero. Se debe verificar la instalación y rigidez de los mismos ya que de ellos depende, que el marco de la puerta quede fijo y ajustado.

4.3.2.2.2 COMPROBACIÓN DEL ENCUADRE

Se debe verificar las escuadras del vano y medir sus diagonales las cuales deben ser iguales, de no ser así, no es posible ajustar el marco de la puerta correctamente. Cuando se usan tapas luces y la variación es mínima, se puede desgastar un poco el marco en caso de estar más grande que el vano o se puede cubrir con las tapas luces si el marco es más pequeño. En caso de ser dilatado es necesario corregir el vano antes de instalarlo. Se debe tener en cuenta que los ajustes que se hagan no afecten estéticamente la instalación.

4.3.2.2.3 INSTALACIÓN DE PUERTAS DE ACCESO

El proceso ideal de la instalación de puertas es iniciar con las puertas interiores (de habitaciones y de baño) con su debida protección en papel stretch. Las puertas de acceso principal o puertas principales se deben instalar cuando todos los elementos restantes a instalar en el apartamento estén dentro de él, las zonas exteriores con sus respectivos pisos y posterior a la aplicación de la segunda mano de pintura. Ésta requiere mayor protección por lo que se debe acartonar y cubrir con plástico ya que en caso que se presente humedad se puede manchar.

- ✓ Instalación del marco. El marco debe entrar en el vano ajustado sin necesidad de golpes, se ajusta y se revisa verticalidad en ambas caras del marco, una vez revisado se aseguran al muro atornillándolo a los taquetes anteriormente enunciados o en su defecto a los elementos no estructurales con chazo.
- ✓ Instalación de hojas. Para puertas con altura promedio de dos metros, se pueden instalar solo con tres bisagras (mínimo de 3 pulgadas), la primera y la última a diez centímetros de la parte superior e inferior, y la tercera en el centro. Para puertas mayores de dos metros se aconseja la instalación de cuatro bisagras, esta adicional a diez centímetros de la bisagra superior (20 centímetros de la parte superior). Las bisagras deben ser instaladas primero a la hoja, en algunos casos se talla el molde de la bisagra a la puerta y el marco,

estéticamente mejora el hacerlo ya que la puerta no quedará con paso de luz hacia los lados. El talle se puede hacer con una fresadora en la puerta y con formón en el marco, ya que la fresadora no se puede manipular en éste.

- ✓ Una vez se ha instalado la hoja de la puerta, es necesario revisar el cierre de la misma para verificar que no presente resortamiento (debe cerrar sin ser forzada) y se procede a instalar las cerraduras.
- ✓ Instalación de cerraduras. Cada kit de cerradura viene con una plantilla para demarcar en la superficie y canto de la puerta, siendo la altura ideal 0.90metros del nivel del piso. Para mayor estética se debe hacer un rebane en el canto para que la chapa quede a ras de ésta. Una vez instalada la chapa se debe verificar el cierre de la puerta sin necesidad de presionar para su ajuste y que los seguros de la chapa funcionen perfectamente.

4.3.2.2.4 INSTALACIÓN DE CLOSET EN MADERA

Para iniciar el proceso de instalación, es recomendable que el espacio destinado para los closets tenga terminación de pintura con el fin de no deteriorarlos. Su proceso se inicia con la instalación de marcos, puertas y posteriormente el interior con sus herrajes

- ✓ Instalación del marco. El marco debe entrar ajustado en el vano sin necesidad de golpes. se ajusta y se revisa verticalidad y horizontalidad en ambas caras del marco para garantizar que no se presenten problemas en la instalación de las hojas de las puertas del closet, una vez revisado se aseguran al muro atornillándolo a los taquetes previamente instalados o a los elementos no estructurales, según sea el caso
- ✓ Instalación de rieles, guías (para puertas corredizas) y hojas. Los closets de puertas correderas, cuenta por lo general con dos hojas entamboradas o macizas según las especificaciones técnicas, cada puerta está soportada sobre un riel que le permite el desplazamiento de la hoja y sobre una guía oculta en el canto inferior, la cual restringe el balanceo de la hoja del closet cuando se desplaza. Para instalar este mecanismo se debe revisar que la puerta se deslice sin problemas y que esté nivelada. Inicialmente se monta colgadores en la parte superior de la puerta, posteriormente se desliza los soportes con ruedas dentro del riel superior y se enganchan los colgadores a los soportes, luego

ayudado por niveladores que traen estos soportes, se ajustan los colgadores lo necesario hasta que la puerta quede colgando en la altura exacta. El interior del closet se instala posterior a la instalación de las puertas y como se describió anteriormente el lugar donde se instala debe tener mínimo dos manos de terminación de pintura para evitar el deterioro.

- ✓ Instalación de herrajes: Los herrajes corresponden a manijas que facilitan la apertura de las puertas y gavetas y los topes requeridos para limitar la apertura de las puertas. Su instalación se debe realizar terminada la pintura de muros y se ejecutan paralelo a los detalles y ajustes finales del mueble, debidamente protegidos con plásticos para evitar su deterioro.

Actualmente, la instalación de marcos y hojas, tanto de puertas de acceso como de closet, se realiza conjuntamente sin embargo una buena estrategia para minimizar los sobrecostos producto de hojas de puertas rayadas y deterioradas es instalarlas posterior a la segunda mano de pintura y el primer aseo, de ésta forma se disminuiría la posible afectación por actividades sucesoras, teniendo en cuenta que los marcos sí se deben instalar antes de iniciar la segunda mano de pintura para que no se afecte la actividad de filos y dilataciones.

OBSERVACIONES

- ✓ En los cuatro proyectos estudiados se tuvo como factor común que la actividad de pintura es la que mayor genera costos en retrabajos, esto se debe a que es la actividad que mayor tiempo de ejecución requiere y es vulnerable a la afectación por la ejecución de actividades sucesoras.
- ✓ En la identificación de retrabajos de pisos y enchapes se evidencia que el causal de la mayoría de los retrabajos se debe a prácticas constructivas no recomendadas las cuales obligan al reproceso o a realizar correcciones parciales, afectando el presupuesto de obra destinado para dicha actividad y los tiempos de ejecución.
- ✓ En los proyectos 2 y 4 el ensamble de la carpintería en madera se hizo en obra, y por lo tanto se evidenció que generó un mayor costo en retrabajos que los generados en los proyectos 1 y 2 como se evidencia en la Tabla 1 - Costo generados por retrabajos, por lo tanto es recomendable que el ensamble, tanto marcos como closet, se haga en el taller de producción del proveedor y de ésta forma garantizar que tanto el armado como la pintura sean uniformes y cumplan con los estándares de calidad que exige la obra.

CONCLUSIONES

- ✓ Los retrabajos son inherentes a la ejecución de obra, y no siempre los de mayor incidencia son en las mismas actividades ya que depende de las especificaciones técnicas, del proceso constructivo que se desarrolle, de la calidad de los materiales que se empleen y, sobre todo, de la experiencia y destreza del personal que ejecute las actividades.
- ✓ Es importante que durante el proceso constructivo se haga un control riguroso de ejecución de cada actividad y se reciba a completa satisfacción según las especificaciones técnicas de cada proyecto y según los requerimientos en obra, al igual que controlar los tiempos de ejecución y la secuencia de ejecución de las actividades ya que si no se controla se pueden producir falsos avances y posteriores retrabajos por la alteración del proceso.
- ✓ Se requiere que previo al dar inicio a la ejecución de las actividades se establezcan los parámetros de ejecución y recibo de obra, dando las pautas a los trabajadores para que se ejecute el proceso constructivo técnicamente. Además es importante que se hagan reuniones periódicas, para planear las actividades y poner en conocimiento las falencias y restricciones que se vayan presentando con el fin de tomar acciones preventivas y no incurrir en retrabajos.
- ✓ Es necesario que a medida que se detecten inconsistencias e incumplimientos en la calidad de las actividades que están en proceso de ejecución se haga los respectivos correctivos, ya que si se deja para ejecutarse posteriormente pueden interferir con el avance de otras actividades o en el peor de los casos, se pueden olvidar o pasar por alto hasta finalizar la obra, presentándose retrabajos que implican mayores costos.

- ✓ Para evitar los retrabajos se requiere la secuencia en los esquemas de procesos constructivos acordes a la programación de obra ya una variación en ésta afecta la secuencia de ejecución de otras actividades generando inevitablemente retrabajos, por esto al hacer una reestructuración de la programación de ejecución de obra se debe estudiar minuciosamente las posibles afectaciones que puede tener las actividades ejecutadas con anterioridad y las sucesoras.

- ✓ Una forma de reducir los retrabajos ocasionados por la mano de obra es mediante la constante capacitación a los trabajadores y al personal encargado de la supervisión y recibo de las actividades. Una buena herramienta es mediante el apoyo de asesoría técnica que brinda cada proveedor mediante charlas teóricas o teórico-prácticas. Para ello se debe solicitar el acompañamiento técnico al asesor comercial y ellos serán los encargados de coordinar con el profesional encargado del área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, L. (2014). *“Gestión de la calidad en la reducción de los reprocesos en los proyectos de construcción civil”*. (Tesis de especialización). Universidad de Cartagena. Cartagena.
- Arce, S. (2009). *Identificación de los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas y propuestas de mejoras*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.
- Botero, L.F., & Álvarez M.E. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. *Revista EAFIT*, 130, 65-78.
- Duque, M., Arango, N., Morales, M., Ortiz J., Bernal, C. & Aldana, J. (2005). Sistema de gestión de reclamaciones posventa en empresas de construcción. *Revista EIA*, 4, 67-80.
- Hwang, B., Thomas S., Haas, C., & Caldas, C. (2009) Measuring the Impact of Rework on Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 187-198.
- Muñoz, C. (2011). *Propuesta de mejoramiento del sistema de control interno durante la construcción de las obras, como soporte de la gestión de calidad de construmax S.A.* (Tesis de especialización). Universidad de la Salle. Bogotá D.C.
- Sika. (2017). *Ficha técnica - Estuka® Acrílico*. Sika Colombia.
- Sika. (2017). *Ficha técnica - Estuka®Dos*. Sika Colombia.
- Pintuco Construcción. (2016). *Estuco profesional® interior/ exterior*. Pintuco Colombia.
- Alfa. (2017). *Manual de Aplicación, Línea: Pinturas, Referencia: Estuco Plástico*. Alfa Colombia.
- Alfa. (2016). *Manual de recomendaciones generales para: usos, almacenamiento, instalación y mantenimiento de cerámica*. Alfa Colombia.
- Alfa. (2016). *Manual de Instalación, Línea: Cerámica*. Alfa Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

- Fritz, A., (2013), *Manual de la construcción de viviendas en madera*, Chile: Centro de transferencia tecnológica.
- Hernández, I., & Grettel, A. (2008). Mejoramiento de los procesos constructivos. *Revista Tecnología en Marcha*, 21, (4), 64-68.
- Kotler, P. (2001). *Dirección de mercadotecnia análisis, planeación, implementación y control*. (Octava edición). Lima, Perú. Pearson Educación.
- Mendelsohn, R. (1998). Teamwork-the key to productivity. *Journal of management in engineering*, 14, 22-25.

ANEXOS

ANEXO 1 – Informe de Inversión proyecto 1

SUB CAPITULO	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN	INVERSIÓN RETRABAJOS	% DE INV DE RETRABAJOS SOBRE EL TOTAL DE C.D. DE EDIFICACIÓN	% DE INV EN TOTAL DE RETRABAJOS
0119	PINTURA	\$ 1,035,480,882.00	\$ 170,718,853.00	0.77%	42.48%
0106	ESTRUCTURA	\$ 7,319,400,558.00	\$ 101,615,469.00	0.46%	25.29%
0112	INSTALACION ELECTRICA	\$ 482,800,048.00	\$ 51,727,718.00	0.23%	12.87%
0105	PAÑETES	\$ 608,416,506.00	\$ 19,501,653.00	0.09%	4.85%
0121	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION	\$ 2,542,940,562.00	\$ 19,255,021.00	0.09%	4.79%
0115	CARPINTERIA METALICA	\$ 872,225,448.00	\$ 18,124,633.00	0.08%	4.51%
0104	MUROS (MAMPOSTERIA)	\$ 544,038,121.00	\$ 6,703,751.00	0.03%	1.67%
0109	PISOS	\$ 1,274,557,952.00	\$ 6,179,324.00	0.03%	1.54%
0108	CIELO RASO	\$ 87,346,918.00	\$ 4,166,720.00	0.02%	1.04%
0110	ENCHAPES Y ACCESORIOS	\$ 249,675,388.00	\$ 2,144,063.00	0.01%	0.53%
0114	CARPINTERIA DE MADERA	\$ 536,407,499.00	\$ 1,735,360.00	0.01%	0.43%
0101	PRELIMINARES	\$ 446,004,910.00		0.00%	0.00%
0102	CIMENTOS - SOBRECIMENTOS	\$ 1,737,510,113.00		0.00%	0.00%
0103	DESAGUE E INSTALACION SUBTERRANEA	\$ 471,200.00		0.00%	0.00%
0107	CUBIERTAS	\$ 164,041,511.00		0.00%	0.00%
0111	INSTALACION SANITARIA E HIDRAULICA	\$ 790,037,407.00		0.00%	0.00%
0113	APARATOS SANITARIOS	\$ 298,959,672.00		0.00%	0.00%
0116	EQUIPOS ESPECIALES Y DE COCINA	\$ 1,420,494,884.00		0.00%	0.00%
0117	CERRAJERIA	\$ 17,616,784.00		0.00%	0.00%
0118	VIDRIOS	\$ 17,150,215.00		0.00%	0.00%
0120	VARIOS - REMATES	\$ 949,216,335.00		0.00%	0.00%
0122	ADMINISTRACION DE OBRA	\$ 206,053,883.00		0.00%	0.00%
0123	APORTES A ENTIDADES	\$ 523,346,404.00		0.00%	0.00%
	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 22,124,193,200.00	\$ 401,872,565.00	1.82%	100.00%

Elaboración propia

ANEXO 2 - Informe de Inversión proyecto 2

SUB CAPITULO	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN	INVERSIÓN RETRABAJO	% DE INV DE RETRABAJO SOBRE EL TOTAL DE C.D. DE EDIFICACIÓN	% DE INV EN TOTAL DE RETRABAJO
0114	CARPINTERIA DE MADERA	\$ 923,867,194.00	\$ 97,485,015.00	0.78%	36.69%
0119	PINTURA	\$ 762,629,115.00	\$ 84,698,854.00	0.68%	31.88%
0109	PISOS	\$ 1,138,436,674.00	\$ 53,365,197.00	0.43%	20.08%
0115	CARPINTERIA METALICA	\$ 880,490,931.00	\$ 11,495,600.00	0.09%	4.33%
0110	ENCHAPES Y ACCESORIOS	\$ 296,978,210.00	\$ 11,101,444.00	0.09%	4.18%
0121	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION	\$ 1,208,108,981.00	\$ 6,598,446.00	0.05%	2.48%
0112	INSTALACION ELECTRICA	\$ 433,287,217.00	\$ 967,503.00	0.01%	0.36%
0104	MUROS (MAMPOSTERIA)	\$ 569,926,466.00		0.00%	0.00%
0105	PAÑETES	\$ 552,972,924.00		0.00%	0.00%
0107	CUBIERTAS	\$ 58,579,233.00		0.00%	0.00%
0108	CIELO RASO	\$ 62,856,506.00		0.00%	0.00%
0111	INSTALACION SANITARIA E HIDRAULICA	\$ 622,759,005.00		0.00%	0.00%
0113	APARATOS SANITARIOS	\$ 288,560,107.00		0.00%	0.00%
0116	EQUIPOS ESPECIALES Y DE COCINA	\$ 1,027,645,759.00		0.00%	0.00%
0117	CERRAJERIA	\$ 519,722.00		0.00%	0.00%
0118	VIDRIOS	\$ 16,000,205.00		0.00%	0.00%
0106	ESTRUCTURA	\$ 3,156,294,165.00		0.00%	0.00%
0120	VARIOS - REMATES	\$ 372,423,160.00		0.00%	0.00%
0122	ADMINISTRACION DE OBRA	\$ 152,913,054.00		0.00%	0.00%
	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 12,525,248,628.00	\$ 265,712,059.00	2.12%	100.00%

Elaboración propia

ANEXO 3 - Informe de Inversión proyecto 3

SUB CAPITULO	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN	INVERSIÓN RETRABAJOS	% DE INV DE RETRABAJOS SOBRE EL TOTAL DE C.D. DE EDIFICACIÓN	% DE INV EN TOTAL DE RETRABAJOS
0119	PINTURA	\$ 1,375,019,662.00	\$ 151,885,259.00	0.57%	25.91%
0110	ENCHAPES Y ACCESORIOS	\$ 643,452,601.00	\$ 133,237,155.00	0.50%	22.73%
0111	INSTALACION SANITARIA E HIDRAULICA	\$ 1,030,558,636.00	\$ 94,543,836.00	0.35%	16.13%
0109	PISOS	\$ 1,233,325,250.00	\$ 82,802,642.00	0.31%	14.13%
0106	ESTRUCTURA	\$ 8,787,117,384.00	\$ 55,706,203.00	0.21%	9.50%
0105	PAÑETES	\$ 643,500,959.00	\$ 16,118,333.00	0.06%	2.75%
0112	INSTALACION ELECTRICA	\$ 508,791,298.00	\$ 13,404,298.00	0.05%	2.29%
0114	CARPINTERIA DE MADERA	\$ 903,572,077.00	\$ 12,118,752.00	0.05%	2.07%
0104	MUROS (MAMPOSTERIA)	\$ 722,035,509.00	\$ 11,934,707.00	0.04%	2.04%
0115	CARPINTERIA METALICA	\$ 1,141,424,870.00	\$ 5,467,037.00	0.02%	0.93%
0121	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION	\$ 3,046,059,361.00	\$ 3,361,283.00	0.01%	0.57%
0116	EQUIPOS ESPECIALES Y DE COCINA	\$ 1,813,622,626.00	\$ 3,335,000.00	0.01%	0.57%
0107	CUBIERTAS	\$ 87,648,585.00	\$ 1,392,000.00	0.01%	0.24%
0108	CIELO RASO	\$ 100,786,513.00	\$ 806,292.00	0.00%	0.14%
0101	PRELIMINARES	\$ 541,316,621.00		0.00%	0.00%
0102	CIMENTOS - SOBRECIMENTOS	\$ 1,647,697,580.00		0.00%	0.00%
0103	DESAGUE E INSTALACION SUBTERRANEA	\$ 5,294,744.00		0.00%	0.00%
0113	APARATOS SANITARIOS	\$ 599,349,420.00		0.00%	0.00%
0117	CERRAJERIA	\$ 7,590,001.00		0.00%	0.00%
0118	VIDRIOS	\$ 16,799,833.00		0.00%	0.00%
0120	VARIOS - REMATES	\$ 771,816,290.00		0.00%	0.00%
0122	ADMINISTRACION DE OBRA	\$ 739,950,475.00		0.00%	0.00%
0123	APORTES A ENTIDADES	\$ 485,897,186.00		0.00%	0.00%
	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 26,852,627,481.00	\$ 586,112,797.00	2.18%	100.00%

Elaboración propia

ANEXO 4 - Informe de Inversión proyecto 4

SUB CAPITULO	DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN	INVERSIÓN RETRABAJO	% DE INV DE RETRABAJO SOBRE EL TOTAL DE C.D. DE EDIFICACIÓN	% DE INV EN TOTAL DE RETRABAJO
0111	INSTALACION SANITARIA E HIDRAULICA	\$ 672,301,525.00	\$ 45,363,774.00	0.29%	18.04%
0119	PINTURA	\$ 924,645,278.00	\$ 44,085,884.00	0.28%	17.53%
0109	PISOS	\$ 1,062,125,049.00	\$ 39,079,561.00	0.25%	15.54%
0114	CARPINTERIA DE MADERA	\$ 878,131,941.00	\$ 25,272,284.00	0.16%	10.05%
0115	CARPINTERIA METALICA	\$ 1,022,648,030.00	\$ 22,142,216.00	0.14%	8.80%
0110	ENCHAPES Y ACCESORIOS	\$ 614,568,075.00	\$ 21,240,960.00	0.14%	8.45%
0121	HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE CONSTRUCCION	\$ 1,856,999,961.00	\$ 16,796,987.00	0.11%	6.68%
0112	INSTALACION ELECTRICA	\$ 535,629,953.00	\$ 12,486,637.00	0.08%	4.96%
0105	PAÑETES	\$ 567,647,904.00	\$ 8,992,435.00	0.06%	3.58%
0106	ESTRUCTURA	\$ 3,681,465,715.00	\$ 4,712,674.00	0.03%	1.87%
0104	MUROS (MAMPOSTERIA)	\$ 567,421,526.00	\$ 4,549,385.00	0.03%	1.81%
0108	CIELO RASO	\$ 89,163,635.00	\$ 4,016,508.00	0.03%	1.60%
0116	EQUIPOS ESPECIALES Y DE COCINA	\$ 1,441,842,975.00	\$ 1,479,000.00	0.01%	0.59%
0113	APARATOS SANITARIOS	\$ 575,861,020.00	\$ 1,289,939.00	0.01%	0.51%
0107	CUBIERTAS	\$ 53,921,187.00		0.00%	0.00%
0117	CERRAJERIA	\$ 122,468.00		0.00%	0.00%
0118	VIDRIOS	\$ 15,999,834.00		0.00%	0.00%
0120	VARIOS - REMATES	\$ 633,623,419.00		0.00%	0.00%
0122	ADMINISTRACION DE OBRA	\$ 164,077,256.00		0.00%	0.00%
0123	APORTES A ENTIDADES	\$ 144,410,766.00		0.00%	0.00%
	TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 15,502,607,517.00	\$ 251,508,244.00	1.62%	100.00%

Elaboración propia