

TRABAJO DE GRADO  
“AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CLÍNICA REINA  
VICTORIA”



ANDRES ALEXANDER ESCOBAR TORRES

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION  
POPAYÁN  
2017

TRABAJO DE GRADO  
“AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CLÍNICA REINA  
VICTORIA”



ANDRES ALEXANDER ESCOBAR TORRES

INFORME FINAL DE PASANTÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL

DIRECTOR DE PASANTÍA  
ARQUITECTA DIANA VELASCO GALVIS

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION  
POPAYÁN  
2017

## Nota de Aceptación

La directora y los jurados han evaluado este documento, escuchado la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar el título de Ingeniero Civil.

---

*Jurado*

---

*Director*

Popayán, 7 de noviembre de 2017.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme cumplir mis metas como estudiante de Ingeniería Civil y porque él ha sido siempre mi soporte principal en este camino.

A mis padres, que siempre confiaron en mis capacidades y me apoyaron de todas las maneras posibles, que me enseñaron que en la vida toda meta o sueño que se tenga en mente, con esfuerzo y dedicación, se logra.

A mis familiares, que siempre estuvieron conmigo apoyándome como fuera posible, brindándome siempre su amor y confianza para poder cumplir mis objetivos.

A mis profesores, que con su esfuerzo y paciencia compartieron sus conocimientos conmigo para que aprendiera todo lo necesario con relación a mi profesión y gracias a eso hicieron que este proceso sea mucho más agradable.

A la Arquitecta Diana Velasco Galvis por su asesoría y colaboración en este proceso final de mi carrera universitaria.

A mis amigos, porque hicieron que este camino universitario sea mucho más agradable, porque siempre estuvieron en los momentos más difíciles apoyándome, porque de ellos también aprendí mucho el valor de la amistad y a ser mejor persona.

## CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN .....  | 10   |
| 1. JUSTIFICACIÓN .....  | 11   |
| 2. OBJETIVOS .....  | 12   |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL.....                                    | 12   |
| 2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                               | 12   |
| 3. DESARROLLO DE LA PASANTÍA .....                            | 13   |
| 3.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....                         | 13   |
| 3.2. MUROS EN ESTRUCTURA LIVIANA .....                        | 16   |
| 3.2.1. PROCESO CONSTRUCTIVO .....                             | 23   |
| 3.3. FACHADAS Y CARTERAS .....                                | 32   |
| 3.3.1. PROCESO CONSTRUCTIVO .....                             | 36   |
| 3.4. CANTIDADES DE OBRA .....                                 | 43   |
| 3.4.1. MUROS.....   | 43   |
| 3.4.2. FACHADAS Y CARTERAS .....                              | 44   |
| 3.5. PROBLEMAS EN EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....                | 45   |
| 3.5.1. INCONVENIENTES CLIMATICOS .....                        | 46   |
| 3.5.2. INCONVENIENTES ECONOMICOS .....                        | 46   |
| 3.5.3. INCONVENIENTES LABORALES.....                          | 47   |
| 3.5.4. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....                         | 47   |
| 3.6. PRESUPUESTO DE ESTRUCTURA LIVIANA MUROS DIVISORIOS ..... | 48   |
| 3.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....                          | 51   |
| 3.8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES .....                          | 52   |
| 3.8.1. REVISIÓN DE ESTRUCTURA LIVIANA.....                    | 52   |
| 3.8.2. SUPERVISIÓN DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....         | 54   |
| 3.8.3. ELABORACIÓN DE ACTAS DE COBRO .....                    | 57   |
| 4. CONCLUSIONES.....  | 63   |
| 5. BIBLIOGRAFIA .....   | 64   |
| 6. ANEXOS .....   | 65   |

## LISTA DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Precios de los muros del quinto piso de la clínica Reina Victoria .....   | 51   |
| Tabla 2. Cronograma de actividades .....   | 52   |
| Tabla 3. Cantidad de tornillos para hacer reajuste de estructura en fachadas ..... | 54   |
| Tabla 4. Hoja de cálculo en Excel para cantidad de muros dos caras panel yeso      | 58   |
| Tabla 5. Formato Excel para registro de avances de obra de fachadas y carteras     | 61   |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Localización del proyecto clínica Reina Victoria .....                  | 13   |
| Figura 2. Ejes clínica Reina Victoria .....                                       | 14   |
| Figura 3. Plano de consultorios quinto piso clínica Reina Victoria .....          | 15   |
| Figura 4. Plano de fachadas Norte, Sur y Oeste de la clínica Reina Victoria ..... | 16   |
| Figura 5. Estructura interna de un muro .....                                     | 17   |
| Figura 6. Riostra con perfil tipo U.....  | 17   |
| Figura 7. Placas para muros en estructura liviana .....                           | 18   |
| Figura 8. Anclajes para instalación de placa.....                                 | 19   |
| Figura 9. Masilla para interiores y cinta de refuerzo .....                       | 20   |
| Figura 10. Distribución de consultorios en quinto piso.....                       | 22   |
| Figura 11. Tipos de muros presentes en quinto piso .....                          | 23   |
| Figura 12. Replanteo de muros en quinto piso .....                                | 24   |
| Figura 13. Cimbrado .....   | 24   |
| Figura 14. Anclaje tipo línea en zig-zag .....                                    | 24   |
| Figura 15. Herramientas para replanteo .....                                      | 25   |
| Figura 16. Instalación de parales sobre canales.....                              | 25   |
| Figura 17. Instalación de riostra.....  | 26   |
| Figura 18. Estructura en esquina y marcos de puertas de muros.....                | 26   |
| Figura 19. Disposición de estructura para aberturas .....                         | 27   |
| Figura 20. Tipos de muros .....   | 29   |
| Figura 21. Máquina para cortar placa entre placas.....                            | 30   |
| Figura 22. Tornillo para dilatación.....  | 30   |
| Figura 23. Corte en "L".....  | 30   |
| Figura 24. Procedimiento de tratamiento de juntas.....                            | 31   |
| Figura 25. Cinta malla.....   | 31   |
| Figura 26. Masillado en un muro panel yeso 2 caras.....                           | 31   |
| Figura 27. Acabados. Aplicación de 3 manos de pintura sobre muro .....            | 32   |
| Figura 28. Tipos de fachadas.....   | 33   |
| Figura 29. Fachadas clínica Reina Victoria a cargo de la constructora Ecka .....  | 34   |
| Figura 30. Estructura y emplacado de carteras sencillas en marcos de ventanas     | 35   |
| Figura 31. Estructura y emplacado de carteras dobles en marcos de ventanas....    | 36   |
| Figura 32. Instalación de canales para fachadas.....                              | 37   |
| Figura 33. Impermeabilización con Acronal 1 A.....                                | 38   |

|  |    |
|--|----|
| Figura 34. Biselado .....  | 39 |
| Figura 35. Producto sellante Illbruck.....                                   | 39 |
| Figura 36. Emplacado inadecuado en esquinas .....                            | 40 |
| Figura 37. Emplacado adecuado en esquinas .....                              | 40 |
| Figura 38. Emplacado y estructurado fachada norte .....                      | 40 |
| Figura 39. Construcción cartera sencilla.....                                | 42 |
| Figura 40. Construcción cartera doble borde del volumen flotante oeste ..... | 42 |
| Figura 41. Lluvias intensas en Popayán .....                                 | 46 |
| Figura 42. Sin actividad en construcciones de quinto piso y fachadas .....   | 46 |
| Figura 43. APU muro 2 caras panel yeso, materiales.....                      | 48 |
| Figura 44. APU muro 2 caras panel yeso, equipo y mano de obra.....           | 49 |
| Figura 45. APU muro 2 caras panel yeso, AIU .....                            | 49 |
| Figura 46. APU muro 2 caras panel yeso .....                                 | 50 |
| Figura 47. Estructura a corregir, para la más de 40.6 cm .....               | 53 |
| Figura 48. Paral en fachada a más de 40.6 cm .....                           | 54 |
| Figura 49. Placas deterioradas .....   | 55 |
| Figura 50. Procedimiento de verificación con escuadras.....                  | 55 |
| Figura 51. Estructurado y emplacado de la fachada sur.....                   | 56 |
| Figura 52. Avances en muro panel yeso 2 caras en plano .....                 | 57 |
| Figura 53. Acta de cobro para muro 2 caras panel yeso .....                  | 59 |
| Figura 54. Muro panel yeso 2 caras a 1 placa .....                           | 60 |
| Figura 55. Muro en etapa de masillado.....                                   | 60 |
| Figura 56. Avance de obra en la fachada sur .....                            | 61 |
| Figura 57. Acta de cobro fachadas .....                                      | 62 |
| Figura 58. Acta de cobro carteras.....                                       | 62 |



## LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Copia de resolución trabajo de grado expedida por la Universidad del Cauca. ....65

Anexo B. Copia de certificación de horas laboradas durante la pasantía expedida por la empresa Ecka. Diseño y Construcción S.A.S .....66

## INTRODUCCION

La ingeniería civil es la encargada del diseño, construcción y mantenimiento de diferentes tipos de infraestructuras como puentes, vías, edificios, viviendas, entre otros, aporta en gran medida al desarrollo de la humanidad y al igual que otras ciencias siempre está en constante desarrollo. El ingeniero civil en su proceso de formación adquiere los conocimientos necesarios relacionados con ciencias físicas, tecnología y matemáticas, esto le permite involucrarse en los distintos campos de aplicación de la ingeniería civil como la hidráulica, la geotecnia, el transporte y las estructuras, de modo que pueda dar soluciones factibles a problemas referidos en estos campos, además de poder involucrarse en la supervisión, administración y preservación de lo que se construya cumpliendo de esta manera con el objetivo de la ingeniería civil.

La ingeniería civil al igual que otras ciencias está en constante evolución, y un gran progreso en el campo de las estructuras es el uso de sistemas de estructura liviana con el fin de reducir peso a edificaciones de gran altura, en la realización de la práctica el pasante tuvo la oportunidad de involucrarse en los procesos constructivos y administrativos relacionados con el tema de estructura liviana, además de aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación como ingeniero civil y aprender sobre los procedimientos que conlleva la construcción de muros utilizando este sistema.

La pasantía es una modalidad de trabajo de grado estipulada en el artículo 3 del acuerdo No. 027 de 2012 creado por el consejo superior de la Universidad del Cauca y reglamentada en la resolución FIC-820 de 2014 por el consejo de facultad de Ingeniería civil. Esta modalidad de trabajo de grado le permite al estudiante aplicar lo aprendido durante su etapa de formación como ingeniero civil y adquirir habilidades y conocimientos relacionados con la práctica profesional, en el siguiente documento se indica la participación del estudiante en los procesos constructivos y administrativos relacionados en la construcción de muros livianos y fachadas de la clínica Reina Victoria como auxiliar de ingeniería.

## 1. JUSTIFICACION

La función del ingeniero civil es desarrollar soluciones para suplir necesidades en términos de infraestructura de forma que su alrededor se modifique de la forma más favorable, por esto cualquier rama seleccionada dentro del ámbito ingenieril debe ser ejercida teniendo en cuenta un contexto social, cultural y económico. La universidad del Cauca forma a Ingenieros civiles que tengan la capacidad para planear, dirigir, organizar y controlar procesos constructivos y administrativos que constituyen una obra civil, además de brindar soluciones factibles a problemas referidos a los campos de aplicación de la ingeniería civil basándose en lo aprendido en el transcurso de su carrera.

Para complementar y fortalecer los conocimientos obtenidos durante la formación como ingeniero civil de la Universidad del Cauca es necesario realizar una práctica en donde se permita al estudiante aplicar dichos conocimientos, la socialización e interacción con profesionales de la ingeniería que cuenten con experiencia en temas relacionados con diseño, manejo de presupuestos y procesos constructivos de modo que aporten conocimiento práctico al pasante y así afianzar su aprendizaje con relación a su profesión, de modo que se logre llegar al perfil profesional deseado.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Universidad del Cauca, facultad de ingeniería civil, ofrece al estudiante en la modalidad de trabajo de grado participar como pasante o practicante en un proyecto de infraestructura, promoviendo la confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos durante la carrera y así optar por el título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca, de este modo resulta muy útil estar vinculado en un proyecto de gran magnitud como lo es la construcción de la clínica Reina Victoria ubicada en la ciudad de Popayán, departamento del Cauca.

## **2. OBJETIVOS**

### **1.1 GENERAL**

- Participar en la supervisión técnica de los procesos constructivos y administrativos correspondientes al desarrollo del proyecto CLÍNICA REINA VICTORIA.

### **1.2 ESPECÍFICOS**

- Realizar el seguimiento a los procesos constructivos empleados en obra relacionados con muros y fachadas verificando que cumplan con las especificaciones técnicas, haciendo uso de los correspondientes planos y diseños.
- Calcular cantidades de obra relacionadas con el avance de la obra, para elaboración de actas y pre-actas correspondientes.
- Realizar un comparativo entre la programación de obra inicial y la realmente ejecutada, haciendo un análisis de los posibles eventos que afectan el avance y normal desarrollo de la obra.
- Analizar el presupuesto inicial planteado para la ejecución del proyecto, relacionado con muros y fachadas de la clínica Reina Victoria, y de acuerdo a eso, proponer alternativas de mejora y optimización ya sea en mano de obra, materiales o equipos.

### 3. DESARROLLO DE LA PASANTIA

Para el desarrollo de la pasantía realizada en la construcción de la clínica Reina Victoria con relación a la construcción de muros y fachadas, se realizó actividades que requerían la presencia del pasante en el campo de trabajo de manera diaria, excepto la actividad referida a la elaboración de actas de cobro, pues esta se realizó en oficina durante dos días, generalmente viernes y sábados, cada quince días después de la elaboración de la última.

#### 3.1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El proyecto clínica Reina Victoria se ubica en la ciudad de Popayán, Cauca, en el barrio La estancia, en la calle 15N #2-350, diagonal a Asmet Salud, también cerca de la clínica La estancia y está a cargo de la constructora “M&L Group S.A.S.”

Figura 1. Localización del proyecto clínica Reina Victoria



Fuente: Propia, 2017

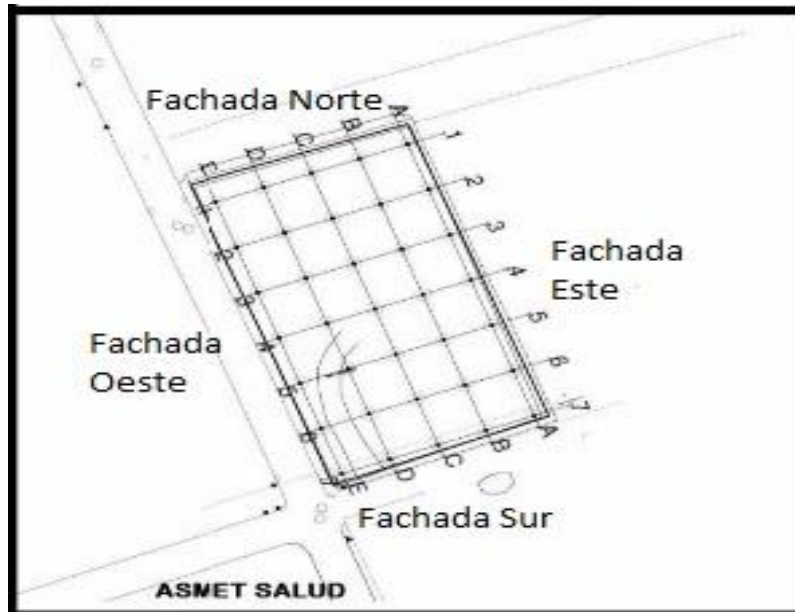
El proyecto se compone de una edificación de 8 pisos y un parqueadero subterráneo. Los pisos se distribuyen de la siguiente manera:

- Sótano: Área de parqueaderos, hemodinamia e imágenes diagnósticas.
- Piso 1: Locales comerciales y urgencias.
- Piso 2: Unidad de cuidados intensivos y quirófanos.
- Pisos 3 y 4: Hospitalización.

- Piso 5: Consultorios médicos.
- Pisos 6, 7 y 8: Por definir

Para referenciación de la construcción se hizo por ejes que van del A hasta el E y del 1 hasta el 7 como se muestra en la siguiente figura:

*Figura 2. Ejes clínica Reina Victoria*



*Fuente: Kevin Hoyos, 2017*

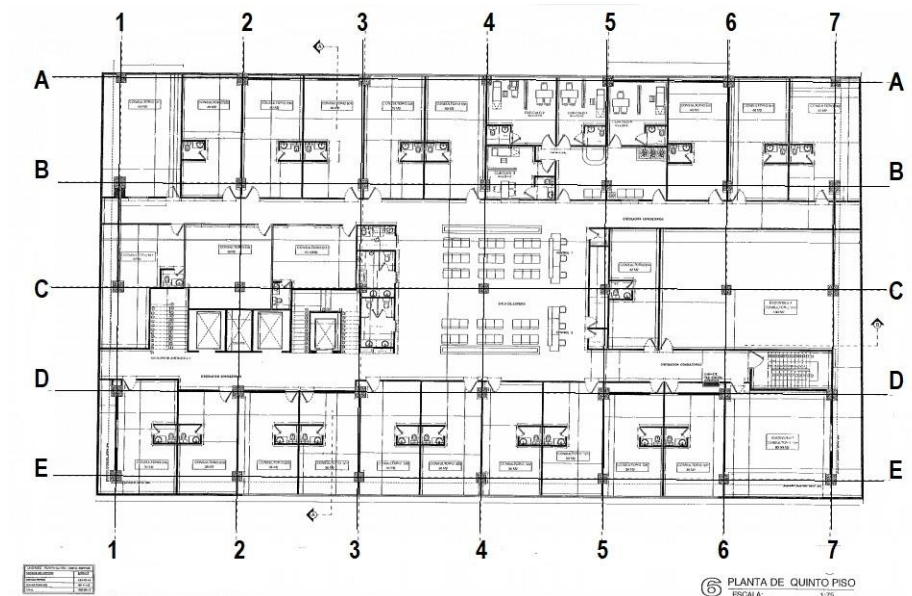
- Frente a las columnas A1-E1 se encuentra en construcción una vía a cargo de la misma empresa “M&L Group S.A.S.” este frente se denomina fachada Norte.
- Frente a las columnas A7-E7 se encuentra el acceso de personal a la obra, este frente es la fachada Sur.
- Frente a las columnas A1-A7 se encuentran las oficinas en donde operan personal (ingenieros y arquitectos) de la empresa “M&L Group S.A.S.”, este frente es la fachada Este.
- Finalmente, la zona correspondiente frente a las columnas E1-E7 corresponde a la fachada Oeste.

La edificación al ser un proyecto clínico se sitúa en el grupo IV – Edificaciones indispensables según la Norma Sismo Resistente Colombiana (NSR – 10) lo que significa que su diseño y construcción debe garantizar la función de la estructura antes y después de un sismo. Al ser una estructura de gran importancia con una elevación aproximada de 35 metros, su diseño y construcción debe garantizar que la estructura nunca falle por lo que sus cimientos se componen de 35 caisson, con secciones de columnas de 0.70x0.70 m y 0.80x0.80 m y riostras ubicadas estratégicamente para darle mayor rigidez a la estructura.

La clínica es una estructura de gran tamaño por lo tanto también posee una gran masa, por esta razón las losas de entrepiso son aligeradas usando el sistema metaldeck y sus muros interiores se componen de un sistema de estructura liviana al igual que las fachadas, de este modo se reduce peso y las cargas transmitidas a las columnas y cimientos de la edificación serán menores.

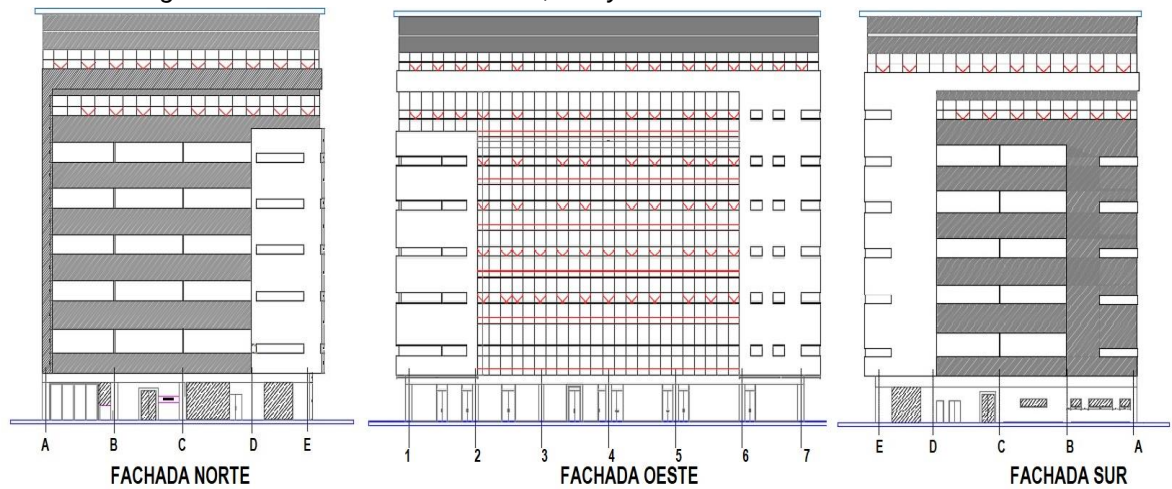
La empresa donde se realizó la pasantía se llama “Ecka. Diseño y construcción. S.A.S” trabaja en el proyecto con lo relacionado a estructura liviana y está encargada de la construcción de los consultorios del piso quinto y las fachadas Norte, Sur y Oeste.

Figura 3. Plano de consultorios quinto piso clínica Reina Victoria



Fuente: M y L Group S.A.S., 2017

Figura 4. Plano de fachadas Norte, Sur y Oeste de la clínica Reina Victoria



Fuente: M y L Group S.A.S., 2017

### 3.2. MUROS EN ESTRUCTURA LIVIANA

El sistema de estructura liviana o también conocido como sistema de construcción en seco es un proceso constructivo que tiene muchas ventajas entre las cuales se pueden destacar:

- ✓ Bajo peso
- ✓ Mínima generación de desperdicio
- ✓ Bajo consumo de agua y agregados minerales
- ✓ Rápida instalación
- ✓ Optimo desempeño ante cargas sísmicas
- ✓ Resistencia a la humedad y al fuego
- ✓ Control térmico y acústico
- ✓ Permite obtener diferentes acabados

Este sistema al estar compuesto por materiales de fácil manejabilidad, permite una rápida construcción de muros o fachadas dependiendo su posición dentro de la edificación, el sistema se compone básicamente de cuatro componentes:

**COMPONENTE 1: ESTRUCTURA INTERNA:** Los muros construidos con este sistema tienen una estructura interna metálica conformada por canales de amarre y postes - parales que transmiten las cargas recibidas por el muro a la estructura de la edificación.



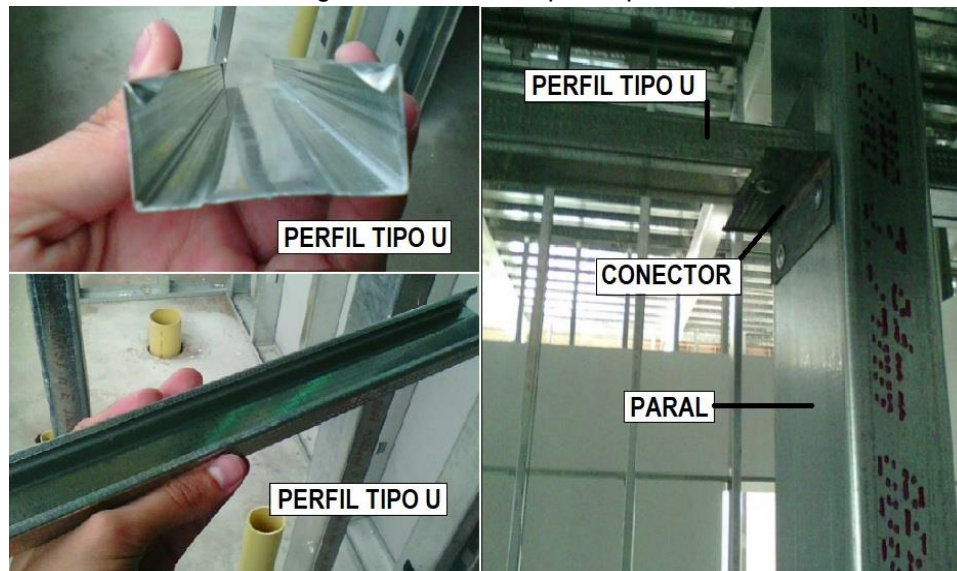
Figura 5. Estructura interna de un muro



Fuente: Propia, 2017

Además, para darle mayor rigidez al muro a construir es necesario ubicar riostras a la mitad de la altura de la estructura interna usando un perfil tipo U que se fija a los parales de forma perpendicular por medio de un conector.

Figura 6. Riostra con perfil tipo U



Fuente: Propia, 2017

COMPONENTE 2: PLACAS: Dependiendo de la ubicación y el tipo de muro, este además de tener una estructura interna metálica, también se compone de placas de yeso y/o fibrocemento por ambos lados de su estructura.

*Figura 7. Placas para muros en estructura liviana*



*Fuente: Propia, 2017*

Las placas de panel yeso están compuestas por un papel especial de fibras de alta resistencia con un acabado completamente liso, estas fibras están en cada cara de la placa protegiendo el núcleo de yeso del cual están compuestas. Existen tres tipos de placas panel yeso:

- ✓ Placa estándar (ST): Placa de mayor uso en ambientes de poca humedad como clínicas, hospitales, oficinas y locales comerciales. Se usan principalmente para cielorrasos, paredes divisorias y revestimientos.
- ✓ Placa resistente a la humedad (RH): Este tipo de placas tienen varias capas con tratamientos químicos que permiten combatir la filtración de humedad logrando que el núcleo de yeso sea resistente al agua. Se usan en muros que conforman cocinas o sitios de aseo.
- ✓ Placa resistente al fuego (RF): Es una placa estándar la cual contiene fibras de vidrio que la vuelven resistente a la acción del fuego. Se usan en muros que conformen edificaciones que requieran ser resistentes al fuego.

Las placas de fibrocemento se componen de cemento portland, fibras de celulosa y aditivos que sometidas a un proceso de altas presiones y temperaturas se logra obtener una placa de alta dureza y resistencia.

Estas placas son durables, tienen estabilidad dimensional ante las variaciones de temperaturas, son resistentes a la acción del agua y tienen buena resistencia a la flexión, tracción, cortante e impacto. Son adecuadas para usarse en muros de fachadas, cielorrasos o sitios donde exista presencia de humedad como baños, cocinas, lavaderos, entre otros.

**COMPONENTE 3: FIJACIONES Y ANCLAJES:** Para la instalación de las placas o fijación de la estructura interna a la edificación se utilizan tornillos auto-perforantes, auto-roscantes y de alta resistencia al esfuerzo cortante, extracción y corrosión, sus dimensiones dependerán del tipo de componente que vayan anclar y su instalación deberá garantizar un buen anclaje entre componentes de modo que la distribución de fuerzas dentro del muro sea la esperada teóricamente.

*Figura 8. Anclajes para instalación de placa*



*Fuente: Propia, 2017*

Existen varios tipos de tornillos que pueden usarse como anclajes y se clasifican dependiendo de su uso:

- ✓ Tornillo tipo S punta aguda: Para fijar placa panel yeso a estructura.
- ✓ Tornillo tipo W punta aguda: Para fijar placa panel yeso a madera.
- ✓ Tornillo punta broca cabeza plana: Para fijar perfiles metálicos entre sí.
- ✓ Tornillo cabeza cónica 10 x 1 - ½: Para fijar placa panel yeso a placa panel yeso.
  
- ✓ Tornillo punta aguda autoavellanante: Para fijar placas de fibrocemento o yeso.

- ✓ Tornillo punta broca autoavellanante: Para fija placas de fibrocemento o yeso.

La diferencia entre los dos últimos tipos de tornillos es que el primero es efectivo para fijar placas con estructura metálica de espesores pequeños, mientras que el segundo es más efectivo con estructura metálica de espesores gruesos.

**COMPONENTE 4: TRATAMIENTO DE JUNTAS Y ACABADOS:** Es la parte final del proceso constructivo de este sistema, consiste en rellenar con masilla (Estuco) y cinta de refuerzo (Cinta malla) las juntas que se generan entre dos placas, además de ocultar con la misma masilla las cabezas de los tornillos que anclaron la placa a la estructura interna esto con el fin de obtener una superficie uniforme para darle un adecuado acabado. Este último componente entonces termina cuando al muro se le aplica las capas de pintura necesarias para darle un acabado agradable de modo que no se noten las dilataciones, ni las cabezas de los tornillos gracias al tratamiento de juntas aplicado.

Figura 9. Masilla para interiores y cinta de refuerzo



Fuente: Propia, 2017

Este sistema al poseer los componentes anteriormente mencionados logra obtener muros de bajo peso y rápida construcción con respecto a la mampostería tradicional y que se pueden clasificar de la siguiente manera:

**MUROS PORTANTES:** Son los muros en los cuales su estructura interna recibe cargas axiales producidas por su propio peso y cargas vivas, además de recibir también cargas laterales producidas por viento o sismo.

**MUROS DIVISORIOS:** Son los muros cuya estructura interna recibe cargas producidas solamente por su peso propio.

**MUROS INTERIORES:** Estos muros pueden ser portantes o divisorios y se ubican dentro de la edificación.

**MUROS EXTERIORES:** Estos muros pueden ser portantes o no portantes y se ubican en el perímetro de la ubicación, son ideales para fachadas y generalmente soportan cargas laterales generadas por viento o sismo.

## **MUROS DIVISORIOS**

En el proyecto clínica Reina Victoria con lo correspondiente a la construcción de muros en el quinto piso se utilizaron muros interiores divisorios, es decir, muros que solo transmiten cargas a la edificación producidas por su propio peso.

El quinto piso de la clínica Reina Victoria consta inicialmente de 28 consultorios, los consultorios 501, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 513 y 528, ya tienen un diseño específico, diferente por el momento a los demás, y son diseños que se modifican según las necesidades de los dueños de la construcción.

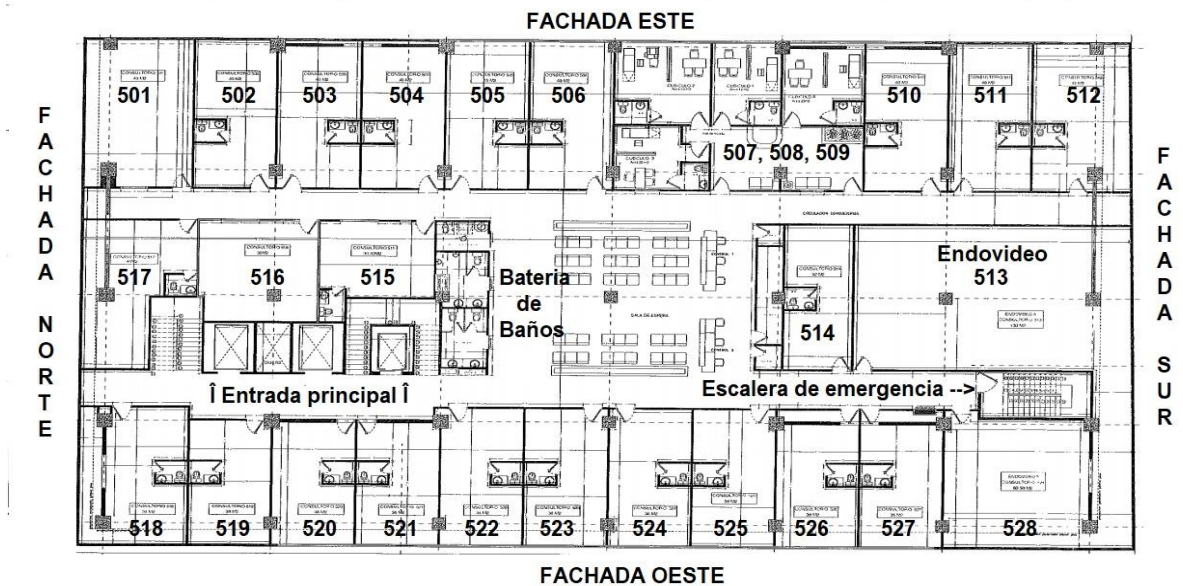
Consta de una sala de espera con una batería de baños (3 baños) para uso de personas con discapacidad.

El acceso al quinto piso una vez terminado el proyecto se realizará por medio de escaleras y/o ascensores que se ubican frente a los consultorios 518-521 con una escalera de emergencia ubicada por la fachada sur.

La altura del quinto piso es de 3,9 m por lo que la altura de los parales usados fue igual a esta altura con riostras a la mitad de esta medida, es decir, a 1.95 m.



Figura 10. Distribución de consultorios en quinto piso

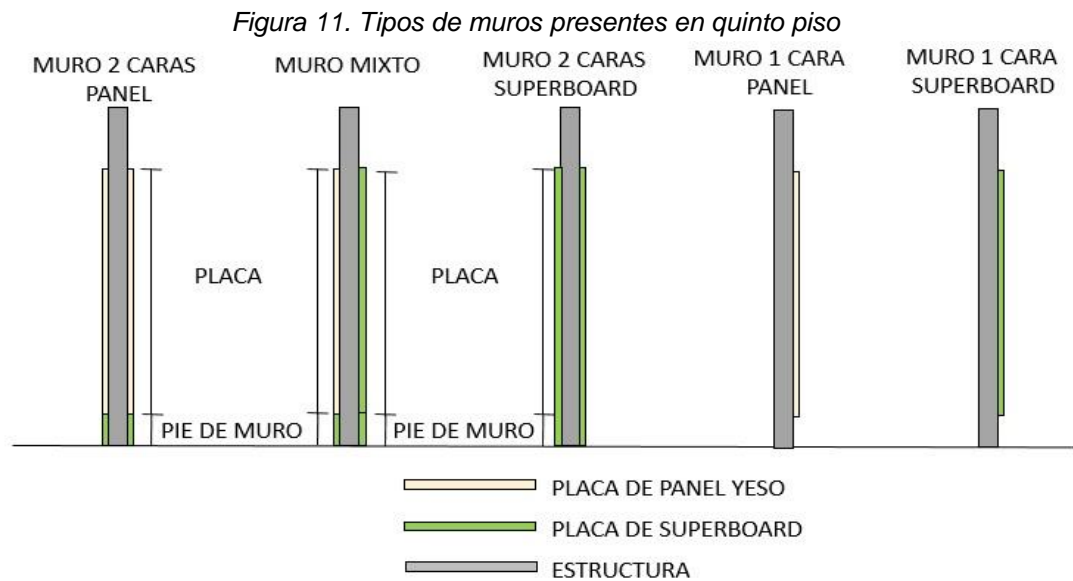


Fuente: M y L Group S.A., 2017

Los muros que se construyeron en el quinto piso de la clínica Reina Victoria son de varios tipos:

- Muro panel yeso 2 caras: Se compone de estructura interna, pie de muro y dos placas de panel yeso. Este muro se utilizó para las divisiones entre consultorios y pasillos o donde el muro no este expuesto a humedad.
- Muro mixto: Se compone de estructura interna, pie de muro, una placa de panel yeso y una placa de fibrocemento. Este muro se utilizó en las paredes laterales de los baños y su frente o donde una cara del muro este expuesta a humedad y la otra cara no.
- Muro superboard doble cara: Se compone de estructura interna y dos placas de panel fibrocemento. Este muro se utilizó para las divisiones entre baños o donde el muro quede expuesto en sus dos caras a humedad.
- Muro panel yeso 1 cara: Se compone de estructura interna y una sola placa de panel yeso.
- Muro superboard 1 cara: Se compone de estructura interna y una sola placa de fibrocemento.

- Ducteria: Es un muro el cual se compone solamente de estructura interna.



*Fuente: Propia, 2017*

### 3.2.1. PROCESO CONSTRUCTIVO

El sistema de estructura liviana o construcción en seco se compone de elementos que son fáciles de manipular en obra y que en conjunto forman muros flexibles y sismo-resistentes, esto permite la construcción de distintos tipos de muros dependiendo de la ubicación de los mismos o las preferencias de las personas que hacen uso de este sistema constructivo como se mencionó anteriormente.

El sistema constó básicamente de cinco (5) etapas que tuvieron como finalidad la elaboración de muros que brindan confort, son seguros y eficientes ante sismos:

1. Replanteo
2. Estructurado
3. Emplacado
4. Masillado
5. Acabado

**REPLANTEO:** En esta etapa se señaló en el suelo con cimbra o lápiz la ubicación del muro a construir, basándose en los correspondientes planos y diseños, además ayudándose con cinta métrica y un nivel laser.

Una vez trazada la línea por donde va a situarse el paramento de una de las caras del muro, se procedió a instalar el canal inferior con puntillas de 1" en línea de zig-zag a cada 20 cm de distancia entre sí a lo largo del canal, con el fin de obtener un mejor empotramiento en la base y evitar que algún golpe lo desacople del suelo.

Figura 12. Replanteo de muros en quinto piso



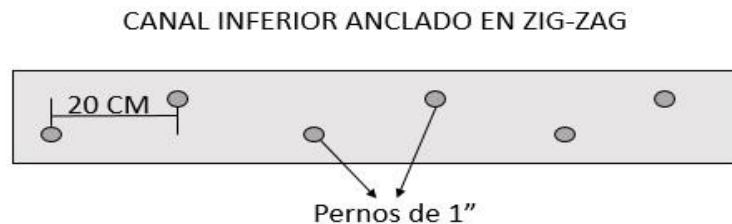
Fuente: Propia, 2017

Figura 13. Cimbrado



Fuente: Propia, 2017

Figura 14. Anclaje tipo línea en zig-zag



Fuente: Propia, 2017

Finalmente se elevó los puntos, localizados para el canal inferior, con la ayuda del nivel, la cimbra o lápiz y la cinta métrica de modo que se trazó una línea paralela al canal inferior en la parte superior del piso y se instaló el canal superior con pernos de 1/2" con la ayuda de una pistola de anclaje.



Figura 15. Herramientas para replanteo. De izquierda a derecha. Nivel laser. Perno 1/2" y cartucho. Pistola de anclaje. Maquina cortadora de estructura Stanley 14" tipo 1



Fuente: Propia, 2017

**ESTRUCTURADO:** En esta segunda etapa se instalaron los perfiles metálicos o parales, los cuales se ubicaron verticalmente dentro de los canales superiores e inferiores de modo que el paral interceptó al canal en forma perpendicular. Los parales se instalaron de modo que las aletas de los perfiles metálicos quedaron orientadas hacia un mismo lado y se separaron a una distancia de 0.41m, entre ejes, por diseño. Finalmente se ajustaron los parales a los canales con tornillos cabeza extraplana N° 8 x 1/2" y que podían ser punta aguda o punta broca.

Figura 16. Instalación de parales sobre canales



Fuente: Propia, 2017

Figura 17. Instalación de riostra



Para la construcción completa de la estructura interna del muro, es necesario la instalar riostras a la mitad de la altura de la estructura interna, es decir, a la mitad de la altura de los parales con el fin de darle mayor rigidez al muro.

Para este paso se usaron perfiles tipo U que atraviesan toda la estructura interna del muro perpendicular a los parales y se ajustaron por medio de ángulos usando tornillos cabeza extraplana N° 8 x 1/2" punta aguda o punta broca.

Fuente: Propia, 2017

Es recomendable en esta etapa realizar las instalaciones hidráulicas, eléctricas y demás, para evitar dañar la placa del muro si ya está construido parcial o completamente.

En las esquinas de los muros es necesario anclar a los canales 3 parales en la disposición adecuada la cual permita posteriormente anclar la placa por sus extremos tanto en la parte externa como interna de la esquina. En los extremos de los muros que conformaran una puerta es necesario usar 2 parales de modo que sus aletas se orienten frente a frente, dentro de estos dos parales se ubica un bastidor que servirá para el ajuste del marco de las puertas.

Figura 18. Estructura en esquina y marcos de puertas de muros



Fuente: Propia, 2017

Los dinteles y antepechos que forman una abertura, es decir, una puerta o ventana, se componen de secciones metálicas dispuestas horizontalmente (Canales) y verticalmente (Parales) y su proceso se muestra a continuación:

- Se fijaron los parales que forman la abertura a los parales que conforman el muro a la distancia requerida por la abertura. Estos parales son de menor tamaño longitudinal respecto a los que forman el muro.
- Se fijaron los canales a los parales instalados en el paso anterior, dichos canales tuvieron la longitud de la abertura a construir.
- Las fijaciones se realizaron con tornillos cabeza extraplana N° 8 x 1/2" punta broca o punta aguda.

En el proyecto clínica Reina Victoria con lo referido a la construcción de muros divisorios en quinto piso se usaron perfiles metálicos calibre 20 para canales y parales y riostras de calibre 0.50mm.

*Figura 19. Disposición de estructura para aberturas*



*Fuente: Propia, 2017*

**EMPLACADO:** En esta etapa se procedió a instalar por medio de tornillos punta aguda autoavellanantes 6x1" las placas que conforman el muro, el uso de este tipo de tornillos autoavellanantes es importante ya que penetran la placa sin dejar relieves, brindando una superficie uniforme. En el proyecto clínico, en quinto piso, se utilizaron placas de panel yeso estándar (ST) y placas de fibrocemento superboard para los muros de los consultorios.

Estos muros divisorios están compuestos por varios muros como a continuación se indica:

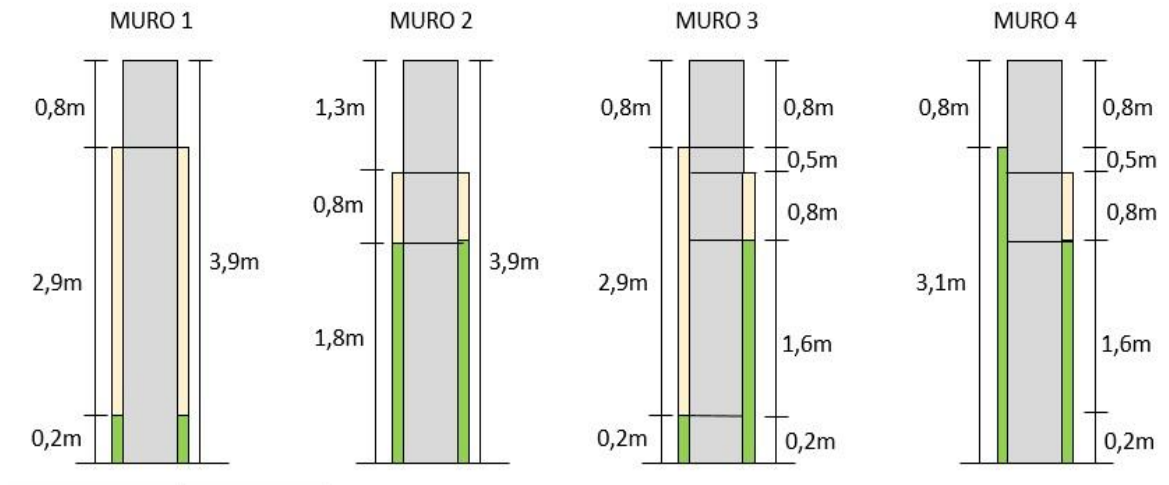
**MURO 1: PANEL YESO 2 CARAS + DUCTERIA:** Para este muro primero se cortó placa superboard de 0.20m de alto con la longitud del muro y se fijó a la base de la estructura, formando el pie de muro. Posteriormente se cortó placas de panel yeso para formar un muro de altura de 2.9m medidos desde el pie de muro y se instalaron en ambos lados de la estructura con tornillos, garantizando que mínimo la placa se atornille por todo su perímetro. Finalmente se obtuvo una Ducteria de 0.8m que es la altura a la cual se desprende el cielorraso.

**MURO 2: 2 CARAS SUPERBOARD + 2 CARAS PANEL YESO + DUCTERIA:** Para este muro primero se cortó placas de superboard y panel yeso para formar un muro doble cara superboard de altura 1.8m y un muro de panel yeso doble cara de altura 0.8m, se procedió a instalar el primero en la base y sobre este se instalaron las placas de panel yeso. Finalmente se obtuvo una Ducteria de 1.3m que es la altura a la cual se desprende el cielorraso.

**MURO 3: MIXTO + 2 CARAS PANEL YESO + 1 CARA PANEL YESP + DUCTERIA:** Se cortó placas de panel yeso y superboard, para instalar por una cara de la estructura un pie de muro de 0.2m de alto, placa de panel yeso de 2.9m de alto medidos desde el pie de muro y se obtuvo una Ducteria de 0.8m de alto por este lado del muro. Por la otra cara de la estructura se instaló una placa de superboard a 1.8m de alto, placa de panel yeso a 0.8m de alto por encima de la placa superboard y se obtuvo una Ducteria de 1.3m de alto por este lado del muro. Con lo anterior se obtuvo un pie de muro de 0.2m de alto, un muro mixto de 1.6m de alto, un muro 2 caras panel de 0.8m de alto, un muro 1 cara panel de 0.5m de alto y una Ducteria de 0.8m de alto.

**MURO 4: 2 CARAS SUPERBOARD + MIXTO + 1 CARA SUPERBOARD + DUCTERIA:** Se cortó placas de superboard y panel yeso, para instalar por una cara de la estructura, placa superboard hasta una altura de 3.1m y se obtuvo una Ducteria de 0.8m de alto por este lado del muro. Por la otra cara se instaló placa superboard a una altura de 1.8m, encima de esta se instaló placa panel yeso a una altura de 0.8m y se obtuvo una Ducteria de 1.3m por esta cara del muro. Con lo anterior se obtuvo un muro 2 caras superboard de 1.8m de alto, un muro mixto de 0.8m de alto, un muro 1 cara superboard de 0.5m de alto y una Ducteria de 0.8m de alto.

Figura 20. Tipos de muros



Fuente: Propia, 2017

El corte de placas de superboard se realizó con una maquina cortadora con disco de tuxtano de 7" debido a la dureza de la placa.

Para placas de panel yeso el corte se realizó con un bisturí de adecuado filo por una de las caras de la placa, esto permite partirla por donde se hace la fisura, se rasga la capa de cartón que queda sin cortar y finalmente con una lima se pulió el borde cortado para dar un buen acabado.

Para la instalación de placas se debe garantizar una separación de  $\pm 4$  mm entre placas, para lograr esto primero se instaló un tornillo en la mitad del paral, se instalaron las placas y finalmente se retiró el tornillo.

En las aberturas que forman las puertas o ventanas la placa se instaló en forma de "L" en las esquinas para evitar futuras fisuras debido a que las puertas y ventanas son puntos de movimiento constante. En las esquinas entonces la placa debe penetrar mínimo 20cm al lado y lado de la esquina.



Figura 21. Máquina para cortar placa



Fuente: Propia, 2017

Figura 22. Tornillo para dilatación entre placas



Fuente: Propia, 2017

Figura 23. Corte en "L"



Fuente: Propia, 2017

Esta etapa de emplacado es aconsejable realizarla por partes, es decir, primero instalar placas de un lado de la estructura, o sea formando la primera cara del muro y luego instalar las placas del otro lado de la estructura, formando el muro completo de modo que las juntas en ambos lados del muro no coincidan en el mismo paral.

MASILLADO: El objetivo de esta cuarta etapa fue proporcionar una superficie adecuada al muro para finalmente proceder aplicar la pintura, es por eso que fue necesario cubrir las dilataciones entre placas y las cabezas de los tornillos con masilla de modo que se proporcionó una superficie uniforme que permitió la aplicación de los acabados.

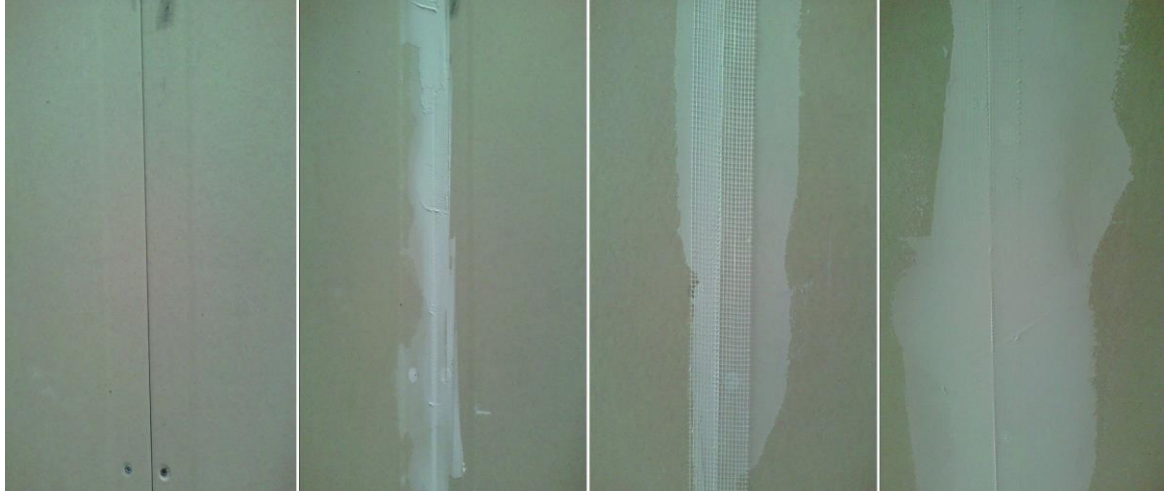
Esta etapa se debe realizar una vez terminado el estructurados, emplacado e instalado las redes eléctricas, hidráulicas y otras, esto con el fin de que el muro no se fisure en los sitios donde se aplica el masillado por algún tipo de golpe en obra.

En el masillado se realizó lo que se conoce como tratamiento de juntas y que se aplicó a cada dilatación generada por dos o más placas.

#### TRATAMIENTO DE JUNTAS

1. Se aplicó a la dilatación una capa de masilla o estuco.
2. Sobre la capa de estuco se colocó cinta de refuerzo (Cinta malla).
3. Se aplicó una segunda capa de masilla formando una superficie lisa y uniforme sobre la dilatación.

Figura 24. Procedimiento de tratamiento de juntas



Fuente: Propia, 2017

Este procedimiento consta de dos materiales que deben ser, masilla o estuco de baja contracción y alto poder de llenado, y cinta de refuerzo que dé continuidad a la superficie del muro y absorba movimientos evitando posibles fisuras en la dilatación.

Figura 25. Cinta malla



Fuente: Propia, 2017

Figura 26. Masillado en un muro panel yeso 2 caras



Fuente: Propia, 2017

**ACABADOS:** Esta es la última etapa del proceso constructivo de un muro con el sistema de construcción en seco, y su finalidad fue darle el acabado deseado al muro, por lo que primero se limó las dilataciones y los tornillos que se resanaron en la etapa anterior, esto una vez transcurrieron 24 horas después de la aplicación del masillado. Una vez limados algunos relieves dejados por el proceso de masillado, se procedió a darle el acabado al muro por lo que se aplicó 3 capas de pintura vinilo tipo 1 color blanco a cada muro.

*Figura 27. Acabados. Aplicación de 3 manos de pintura sobre muro*



*Fuente: Propia, 2017*

### **3.3. FACHADAS Y CARTERAS**

#### **FACHADAS**

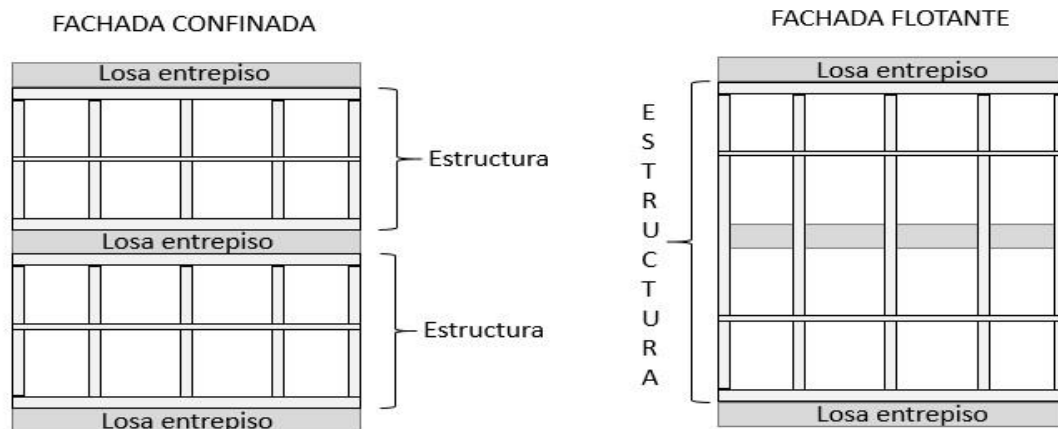
El sistema de estructura liviana o sistema de construcción en seco también puede usarse para construcción de fachadas en hospitales, clínicas, centros comerciales, viviendas, edificios, en fin, para este tipo de construcciones es necesario utilizar placas de fibrocemento debido a que son más resistentes al impacto y a la acción del agua que las placas de panel yeso.

Existen diferentes tipos de fachadas con este sistema que dependerán de los diseños arquitectónicos del proyecto o de la compatibilidad de la fachada con la estructura de la edificación, a continuación, se nombran los tipos de fachadas que se pueden lograr con este sistema de estructura liviana:



- ✓ CONFINADAS: En este tipo de fachadas la estructura de la fachada es confinada por la estructura de la edificación (vigas, columnas o losas) y son adecuadas de usarse cuando las losas de entrepiso están perfectamente alineadas verticalmente.
- ✓ FLOTANTES: En este tipo de fachadas la estructura de la fachada no se encuentra confinada por la estructura de la edificación (vigas, columnas o losas) y son adecuadas de usarse cuando las losas de entrepiso no están alineadas verticalmente, de modo que la estructura de la fachada es la que permiten corregir el plomo. En este caso la estructura de la fachada queda por fuera de las losas de entrepiso o vigas perimetrales.

Figura 28. Tipos de fachadas



Fuente: Propia, 2017

Las fachadas construidas con el sistema de estructura liviana al igual que los muros constan básicamente de 4 componentes:

- ✓ COMPONENTE 1: Estructura interna compuesta por parales y canales.
- ✓ COMPONENTE 2: Placas de fibrocemento.
- ✓ COMPONENTE 3: Anclajes y fijaciones.
- ✓ COMPONENTE 4: Masillado y acabados.

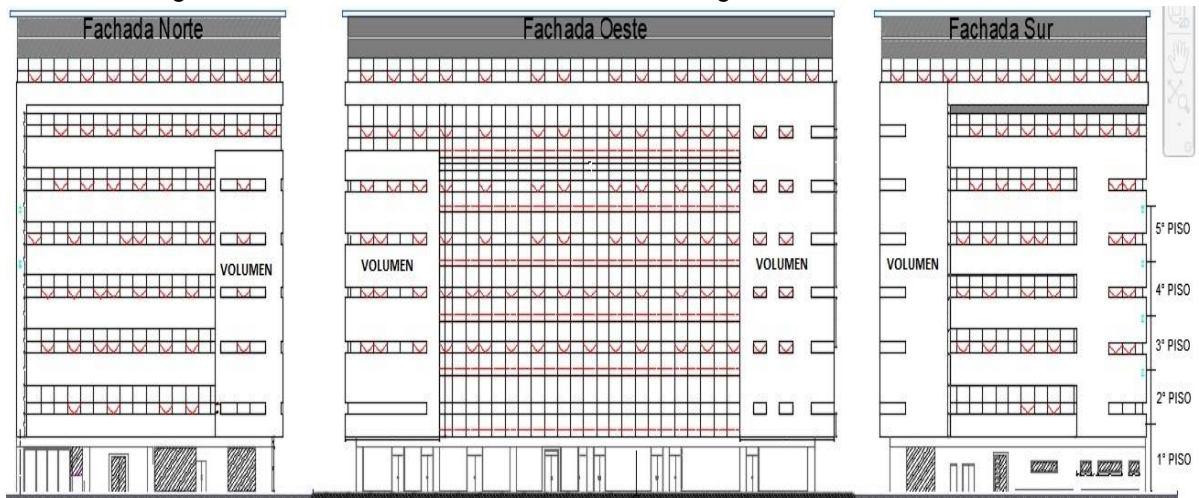
Para las fachadas se usó tornillos cabeza plana punta broca para fijar estructura interna, ya que esta se ancla a la estructura metálica de la edificación la cual tiene espesores mayores a los perfiles metálicos que constituyen la estructura interna. También para el tratamiento de juntas se usó una masilla acrílica resistente a la intemperie con las mismas características que la masilla para interiores las cuales son: ser flexible, resistente y fácil de aplicar.

El proyecto clínica Reina Victoria consta de cuatro fachadas a construir, nombradas dependiendo su ubicación y como se mencionaron anteriormente:

- Fachada Norte de aproximadamente 30.6 metros longitudinales.
- Fachada Sur de aproximadamente 30.6 metros longitudinales.
- Fachada Oeste de aproximadamente 56 metros longitudinales.
- Fachada Este de aproximadamente 56 metros longitudinales.

El proyecto clínico tiene fachadas normales y fachadas volumen, denominaremos fachadas normales a las que se alinean verticalmente con las losas de entrepiso y fachadas volumen o volumen flotante a las que sobresalen de la edificación.

Figura 29. Fachadas clínica Reina Victoria a cargo de la constructora Ecka.



Fuente: M y L Group, 2017

Las fachadas Norte, Sur y Oeste estuvieron a cargo de la empresa “Ecka. Diseño y construcción” y la fachada Este a cargo del contratista Víctor Burbano.

- Fachada sur: Se compone de un volumen flotante de 7.8 metros longitudinales medidos desde la esquina que limita con la fachada oeste.
- Fachada norte: Se compone de un volumen flotante de 7.8 metros longitudinales medidos desde la esquina que limita con la fachada oeste.
- Fachada oeste: Se compone de dos volúmenes flotantes en sus extremos de 10.7 metros longitudinales cada uno.

## CARTERAS

Se denominan carteras a los muros de pequeños tamaños, específicamente a muros en donde la placa sea menor o igual a 30 cm ancho, por ejemplo, el pie de muro se considera una cartera. Estas construcciones constan de estructura interna y placas que se fijan con pernos o tornillos de características que dependen del lugar donde se vaya anclar la placa, también constan de masillado y acabados, para este último componente simplemente se aplican dos capas de pintura a diferencia de los muros divisorios.

En el proyecto clínica Reina Victoria las carteras se construyen en los perímetros que conforman los marcos de las ventanas en las fachadas, al estar en constante contacto con humedad las placas a utilizarse son de fibrocemento (Superboard) y el masillado se realiza con el mismo material que el de fachadas, es decir, con masilla para exteriores.

*Figura 30. Estructura y emplacado de carteras sencillas en marcos de ventanas*



*Fuente: Propia, 2017*

Los marcos que forman las ventanas en los volúmenes flotantes se consideran carteras dobles, aunque el ancho de la placa en estos sitios supera los 30 cm llegando a los 50 cm se toman como carteras porque para su construcción es necesario usar la estructura de dos carteras sencillas.

Figura 31. Estructura y emplacado de carteras dobles en marcos de ventanas



Fuente: Propia, 2017

### 3.3.1. PROCESO CONSTRUCTIVO

#### FACHADAS

El proyecto clínica Reina Victoria al estar compuesto de estructura metálica en sus fachadas permite el uso de fachadas en el sistema de construcción en seco, es por eso que, aunque la estructura de las fachadas es confinada por la estructura de la edificación se consideran las fachadas como flotantes porque permiten corregir plomos y ocultar las losas de entrepiso.

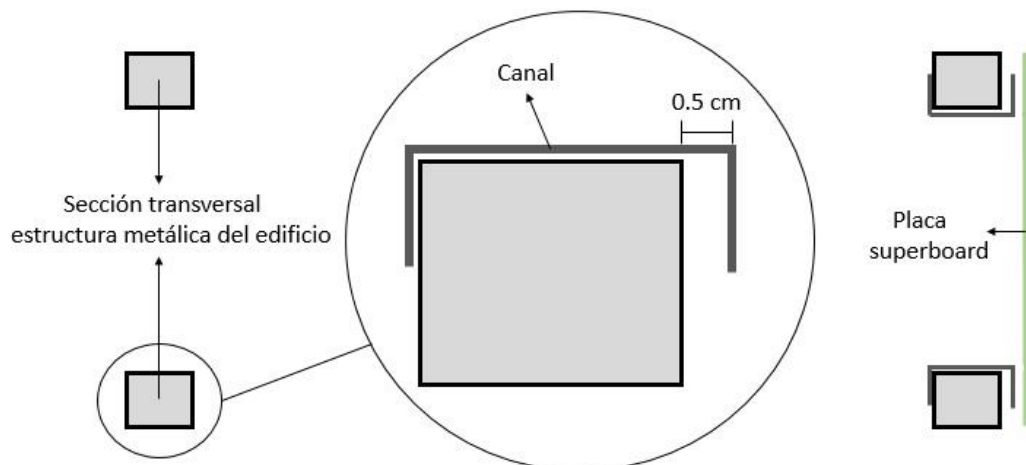
La construcción de fachadas en el sistema de estructura liviana constó de 4 etapas que se describen a continuación:

**ETAPA 1: REPLANTEO:** En esta etapa, al igual que en muros, se ubicaron los paramentos de los muros que constituyen la fachada según planos y diseños ayudándose de cimbra, nivel y cinta métrica, en este caso, la estructura metálica de la edificación era la que indican los puntos en donde se debía instalar estructura para fachada. El replanteo en fachadas entonces consistió en identificar los sitios en las fachadas en donde se debía instalar estructura interna apoyándose en los planos y diseños correspondientes.

**ETAPA 2: ESTRUCTURADO:** El estructurado consistió en instalar canales y paraleles que componen la estructura interna de fachada y se instalaron como se menciona a continuación:

- Una vez se ubicó las áreas de las fachadas en donde se iba a instalar estructura, se tomó desde el nivel más alto de la fachada un canal que instaló a 0.5 cm por fuera de la estructura de la edificación, esto permitió poner el plomo que determinaría la ubicación de la demás estructura interna de fachada dentro de la estructura metálica de la edificación a lo largo de la fachada misma.
- Se anclaron canales, siguiendo el nivel trazado por el plomo, dentro de la estructura metálica de la edificación con tornillos cabeza plana punta broca para lograr una mejor fijación a la estructura metálica del edificio la cual es de mayor espesor que los perfiles metálicos de la estructura interna de fachada.
- Se instalaron parales dentro de los canales que se fijaron con tornillos cabeza extraplana N° 8 x 1/2" punta aguda o punta broca y, siguiendo una separación de 0.41 m entre parales, distancia escogida por diseño.
- Es importante mencionar que los parales no se ajustaron a los canales cada 2.44 m, debido a que en estos puntos se presentaban dilataciones entre placas y, para el emplacado puede se requería el movimiento del paral para lograr que la dilatación quedara centrada dentro del paral.

Figura 32. Instalación de canales para fachadas



Fuente: Propia, 2017

Finalmente se debe garantizar que el estructurado este nivelado verticalmente a lo largo de la fachada, para lograr una fachada estéticamente adecuada. Esto se hizo verificando el plomo en toda la fachada, en ningún caso la estructura, paral o canal, quedó por fuera de la estructura metálica del edificio por más de 0.5 cm.

ETAPA 3: EMPLACADO: Para fachadas el emplacado se realizó utilizando placas de fibrocemento de dimensiones de 1.22 x 0.60 m y 2.44 x 1.20 m, las cuales se cortaron previamente a su instalación, se verificó que la placa no presente humedad, fisuras o deterioro alguno para la aplicación de un impermeabilizante por medio de un rodillo, en el proyecto clínica Reina Victoria se utilizó un impermeabilizante Acronal 1A, el cual se mezcló a proporciones 4:1 para correcta aplicación, es decir, 4 litros de Acronal 1A más 1 litro de agua.

*Figura 33. Impermeabilización con Acronal 1 A*



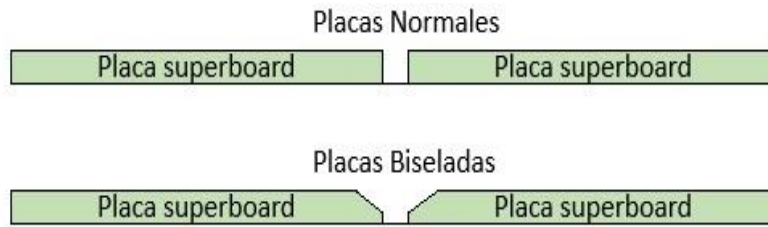
*Fuente: Propia, 2017*

Para la fijación de la placa se utilizó tornillos de cabeza autoavellanante punta aguda.

También es importante realizar el proceso de biselado en las placas de fibrocemento debido al posterior proceso de masillado que requieren las fachadas, este proceso consistió en limar las esquinas de la placa de superboard de modo que se retiró el filo de la placa, de este modo las juntas forman dilataciones que permiten el masillado y el tratamiento de juntas adecuado o ideal.



Figura 34. Biselado



Fuente: Propia, 2017

El proyecto clínico consta de volúmenes que sobresalen en las esquinas de las fachadas Norte, Sur y Oeste, en estas áreas de fachadas la placa que se usaron por diseño fueron placa superboard Premium, esta placa además de tener todas las propiedades de la placa superboard utilizadas en las fachadas norte y sur, tiene compuestos que permiten que a la placa simplemente se le aplique el acabado (Pintura) ahorrándose el proceso de masillado, es por eso que las dilataciones en estos volúmenes tuvieron un espesor de 6 mm, dichas dilataciones se sellaron con un producto llamada illbruck para exteriores.

Figura 35. Producto sellante Illbruck

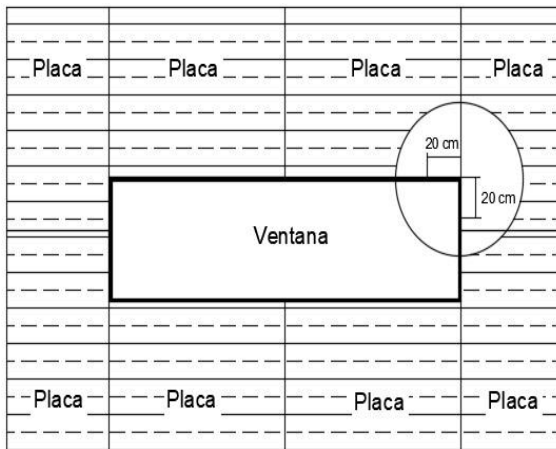


Fuente: Propia, 2017

En ambos casos, fachada volumen y fachada normal, fue necesario que la dilatación llevara cinta adhesiva en los paraleles donde se formaban las juntas entre placas de este modo se independiza en algún grado la estructura interna con la superficie (Paral – Placa) esto con el fin de que las fuerzas generadas por los movimientos que sufra la estructura no se transmitan a la placa por las juntas sino por los anclajes que la fijan a su estructura interna (Parales) y no se produzcan fisuras en las dilataciones de las fachadas.

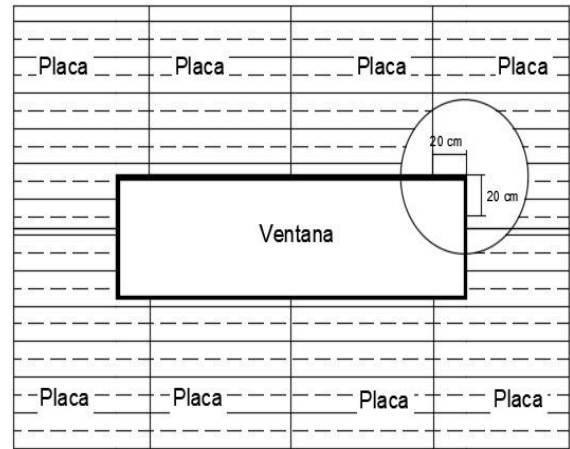
En las fachadas normales tuvo cuidado con el emplacado en las esquinas de las ventanas, ya que al igual que en muros estos puntos son de movimiento y pueden generar fisuras si en estas esquinas se presentan dilataciones, por eso al igual que las aberturas en muros, la placa en estos puntos se instaló en “L” y tuvo mínimo 20 cm de placa de lado y lado en la esquina de la ventana.

Figura 36. Emplacado inadecuado en esquinas



Fuente: Propia, 2017

Figura 37. Emplacado adecuado en esquinas



Fuente: Propia, 2017

ETAPA 4. ACABADOS: En esta etapa se procedió a aplicar el acabado deseado, en este caso consistió en realizar el masillado de la misma forma que se realizó en muros, excepto para las fachadas volumen, ya que a estos volúmenes se les aplicó un tratamiento de juntas usando un sellante Illbruck. Una vez se aplica el masillado y tratamiento de juntas deseado, se espera 24 horas y se procede aplicar una pintura acrílica para exteriores resistente al agua.

Figura 38. Emplacado y estructurado fachada norte



Fuente: Propia, 2017



En relación a la aplicación de la pintura en fachadas no se determinó el tipo de pintura a utilizar, por lo que ninguna fachada tiene acabados con pintura.

## CARTERAS

Las carteras se presentan en los marcos de ventanas y su instalación es similar a las fachadas excepto que en su estructura interna no llevan parales, su proceso constructivo se muestra a continuación:

### CARTERAS SENCILLAS:

- Se localizaron en planos y diseños de las fachadas las ventanas que tienen carteras sencillas, es decir, las ventanas de las fachadas normales. Sobre la estructura de la edificación que forma el marco de la ventana se instaló estructura metálica (Canales) los cuales se ajustaron con tornillos cabeza plana punta broca en forma de línea zig-zag a lo largo del canal.
- Se cortó la placa de fibrocemento superboard con las dimensiones, ancho y largo requeridas para cubrir el perímetro o marco de la ventana, estas placas se ajustaron con tornillos autoavellanantes punta broca, debido a que en este caso el tornillo atravesaba la estructura metálica de la edificación la cual es de gran espesor con relación al espesor del canal.
- Si aplicó el masillado en los tornillos y tratamiento de juntas en las esquinas y donde se presentaron dilataciones a lo largo del perímetro de la ventana con el fin de dar una superficie uniforme.
- Se limó el perímetro de la ventana y se aplicaron 2 capas de pintura acrílica resistente a la humedad o para exteriores.

Figura 39. Construcción cartera sencilla

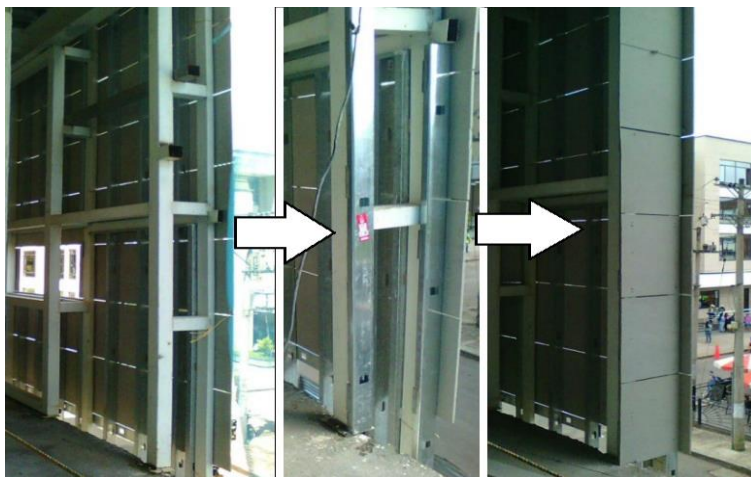


Fuente: Propia, 2017

## CARTERAS DOBLES

- Tuvieron el mismo procedimiento que las carteras sencillas a excepción de que este tipo de carteras se ubican en la fachadas volumen y tienen como estructura interna dos canales que se anclaron a la estructura metálica de la edificación.
- Otra diferencia fue que las placas en los marcos de las ventanas de las fachadas volumen tienen una dimensión en su ancho de 50 cm y se usaron placas superboard Premium, por lo tanto, para las juntas que se formaron en las esquinas de las ventanas se usó el sellante illbruck que garantizó una superficie uniforme para la aplicación de las 2 capas de pintura acrílica para exteriores o resistentes a humedad.

Figura 40. Construcción cartera doble borde del volumen flotante oeste



Fuente: Propia, 2017

En muros interiores solo se presentaron carteras sencillas que se formaron en la construcción de aberturas como puerta y/o ventanas, en este caso, para anclar la placa se utilizó tornillos autoavellanantes punta aguda.

### **3.4. CANTIDADES DE OBRA**

Cantidades de obra es la cuantificación de los avances que se ejecutan diariamente en una construcción, es importante llevar un registro de dichos avances de obra con el fin de elaborar pre-actas y actas de cobro.

Llevar un registro de cantidades ejecutadas deja saber también que tanto avanza y como se desarrolla la obra, esto permitirá en un futuro analizar los posibles problemas que puedan retrasar la obra y tratar de darles solución con antelación.

El registro de cantidades de obra se deberá hacer de manera ordenada y que permita verificar, controlar y modificar datos si es necesario, se realiza por medio de formatos y planos en donde se van registrando los avances y dichos registros tendrán fechas, descripción del elemento, ubicación del elemento, cantidad y tipo de medida.

Para llevar un registro de cantidades de obra con el fin de elaborar actas de cobro, es necesario saber qué fue lo que se contrató para construir y en qué medidas se va a cobrar y pagar, en el caso clínica Reina Victoria, la empresa en la cual se realizó la pasantía contrato la construcción de muros divisorios en quinto piso de la edificación y la construcción de las fachadas Norte, Sur y Oeste.

#### **3.4.1. MUROS**

Los muros divisorios de los consultorios en quinto piso de la clínica Reina Victoria, según el contrato entre la empresa donde se realizó la pasantía, “Ecka. Diseño y Construcción S.A.S” y la empresa dueña de la obra, “M&L Group S.A.S.”, se cobraron y pagaron de la siguiente manera:

- ✓ Estructura de muro por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Emplacado de muro por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Masillado de muro por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Acabado de muro por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Estructura de Ducteria por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Estructura pie de muro por metro lineal (ml).
- ✓ Emplacado pie de muro por metro lineal (ml).

Esta información fue importante ya que determinó como se calcularían las cantidades de obra referidas a muros divisorios en quinto piso y al tener conocimiento de que tipo de muros se presentan en dicho piso (Ítem 3.2. MUROS EN ESTRUCTURA LIVIANA. MUROS DIVISORIOS) se realizó el seguimiento a obra apoyándose en los planos y diseños correspondientes, y posteriormente se elaboró un formato que permitió calcular los avances en obra de estos muros.

## PROCEDIMIENTO

1°. Se identificó en los planos de los consultorios de quinto piso, el tipo y la ubicación de los muros que se iban a construir: muro 1, muro 2, muro 3 o muro 4.

2°. En el plano se marcaban los muros que se construían, cada muro con un color diferente para evitar confusiones, se realizó también anotaciones pertinentes como, por ejemplo: muro solo estructura, muro solo emplacado, muro con acabados, falta pie de muro, en fin. Este paso se realizó siempre en obra.

3°. Se analizó el proceso constructivo del muro, y a partir de esto se creó un formato que permitió la adición, modificación y revisión de la información obtenida en obra y plasmada en los planos correspondientes.

4°. En dicho formato se introdujo la información obtenida en obra y se fue llevando un control del avance de las construcciones, para finalmente elaborar actas de cobro parciales.

### 3.4.2. FACHADAS Y CARTERAS

Como se mencionó anteriormente, la empresa en donde se realizó la pasantía estuvo a cargo de las fachadas Norte, Sur y Oeste, estas fachadas se cobraron y pagaron de la siguiente manera:

- ✓ Estructura fachada por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Emplacado fachada por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Acabados fachada por metro cuadrado (m<sup>2</sup>).
- ✓ Estructura carteras por metro lineal (ml).
- ✓ Emplacado carteras por metro lineal (ml).
- ✓ Acabados carteras por metro lineal (ml).

## PROCEDIMIENTO

1°. Se identificó en los planos, las áreas de fachadas que se iban a construir, fachadas Norte, Sur y Oeste, desde el segundo piso hasta el quinto piso.

2°. En plano se marcó el avance en obra de las construcciones en fachadas y carteras, se realizó las anotaciones pertinentes como, por ejemplo: fachada solo con masillado, fachada solo emplacado, en fin.

3°. Según el proceso constructivo y la forma de cobro de las fachadas y carteras se elaboró un formato que permitía la adición, modificación y revisión de la información obtenida en obra y plasmada en los planos correspondientes.

4°. En dicho formato se introdujo la información obtenida en obra y se fue llevando control del avance de las construcciones, para finalmente elaborar actas de cobro parciales.

Es importante mencionar que, en el caso del proyecto clínica Reina Victoria, los avances se marcaban en los planos correspondientes a fachadas y muros, pero se introducían al formato solo cuando se iba a realizar un acta de cobro la cual se elaboraba cada quince días a partir de la última acta de cobro.

### **3.5. PROBLEMAS EN LA EJECUCION DEL PROYECTO**

En cualquier obra se presentan problemas o imprevistos que tienen como consecuencia el retraso de las actividades en obra y en el peor de los casos la suspensión de la misma, estos tipos de imprevistos pueden ser de varios tipos como la falta de material, falta de personal, falta de dinero para pagos, eventualidades climáticas, problemas personales entre trabajadores, en fin.

En el caso del proyecto clínica Reina Victoria se identificó básicamente tres problemas que hicieron que las construcciones en los muros en quinto piso y en las fachadas Norte, Sur y Oeste se retrasen e incluso se detuvieran por un corto periodo de tiempo.

### 3.5.1. INCOVENIENTES CLIMATICOS

*Figura 41. Lluvias intensas en Popayán*



*Fuente: Propia, 2017*

Los problemas del cambio de clima en la ciudad de Popayán son evidentes, estos problemas afectaron básicamente en la construcción de las fachadas debido a que el personal usaba andamios colgantes expuestos a la intemperie por lo que la lluvia obligaba al personal a retirarse y finalizar sus labores. Por este inconveniente hubo días que se perdieron en construcción de fachadas y retrasó en poca medida el avance de obra.

### 3.5.2. INCONVENIENTES ECONOMICOS

*Figura 42. Sin actividad en construcciones de quinto piso y fachadas*



*Fuente: Propia, 2017*

Este fue uno de los principales problemas que se presentó en la ejecución de las construcciones en quinto piso y fachadas, la impuntualidad del pago por los trabajos realizados impidió la contratación de personal suficiente para avanzar en las construcciones de muros internos y fachadas. Las primeras labores que se suspendieron fueron las de fachadas por falta de personal y las construcciones de los muros internos fueron cesando por la poca actividad que se presentó, ya que había solo dos personas trabajando, en un punto las obras en quinto piso se detuvieron por completo durante 2 semanas, por falta de pagos.

El problema económico fue uno de los principales inconvenientes que afectó a la obra, ya que no sólo conllevó a la pérdida de personal para trabajar, sino que también a la falta de suministro constante del material para construir, estas dos consecuencias conllevaron a la suspensión de actividades.

### **3.5.3. INCONVENIENTES LABORALES**

Otro de los grandes problemas analizados en las construcciones en quinto piso fueron los inconvenientes presentados a causa de la falta de material para construcción de muros internos, este problema hizo que la obra se retrasara por mucho con respecto a lo que se tenía planeado, la falta en ocasiones de placa, tornillos, estructura, entre otros, hizo que las actividades en la construcción de muros se prolonguen por más de cuatro meses desde lo previsto. Con relación a fachadas, a veces, aunque se tuvo el material, no se pudo ejecutar las construcciones debido a que no había una decisión definitiva sobre el diseño de las mismas, esto hizo que las actividades en fachadas se retrasaran por un mes y medio aproximadamente, la indecisión en los diseños también afectó el avance en muros internos, ya que las instalaciones eléctricas e hidráulicas no se habían definido, por lo tanto, el muro no se podía completar.

### **3.5.4. ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

Es evidente que los cambios climáticos no se pueden controlar, más sin embargo hay actividades constructivas que se pueden adelantar sin retrasar la obra, en el caso de fachadas cuando se presentaron lluvias, la labor de construcción de fachadas se dejaba completamente, para evitar retrasos en estas actividades se podría pensar en avanzar dejando lista la placa para la etapa del emplacado, es decir, adelantar el proceso de biselado e impermeabilización de la placa de fibrocemento, de modo que cuando se retomen las actividades de emplacado de fachada simplemente se fije la placa a la estructura interna.

En relación a la falta de material e indecisiones en diseños se podría pensar en la contratación de un director de obra que organice, controle y dirija las correspondientes actividades en la construcción del proyecto clínico, creando un cronograma de actividades a cumplirse de modo que se prevea los tiempos en donde el material este próximo a terminarse garantizando el constante suministro del mismo o comenzar actividades en sitios específicos como fachadas, muros divisorios, en fin, cuando ya se tenga un diseño definitivo.

### 3.6. PRESUPUESTO DE ESTRUCTURA LIVIANA MUROS DIVISORIOS

Con relación a los muros divisorios en quinto piso se elaboró el siguiente APU, se muestra a continuación el APU de un muro panel yeso 2 caras:

Figura 43. APU muro 2 caras panel yeso, materiales

| II. MATERIALES   |        |          |                    |                  |
|--|--------|----------|--------------------|------------------|
| DESCRIPCIÓN  | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNIT.        | VALOR TOTAL      |
| Placa de yeso 12,7mmx1,22mx2,44m estándar                | UNIDAD | 0,70     | \$22.325           | \$ 15.628        |
| Paral rolado B9 cal. 20                                  | ml     | 3,00     | \$ 4.190           | \$ 12.570        |
| Canal B9 mts cal. 20                                     | ml     | 0,67     | \$ 3.200           | \$ 2.133         |
| Riostras cal. 0,50mm                                     | ml     | 0,33     | \$ 2.600           | \$ 867           |
| Masilla lista interior                                   | kg     | 1,50     | \$ 1.163           | \$ 1.744         |
| Cinta papel  | ml     | 4,00     | \$ 100             | \$ 400           |
| Tornillo fijar placas cada 0,41m 6x1"                    | UNIDAD | 22,00    | \$ 17              | \$ 374           |
| Tornillo fijar perfiles autoperforante cal. 20 N 8x1/2"  | UNIDAD | 8,00     | \$ 18              | \$ 144           |
| Tornillos y chazos de fijación canal losa 1/2" cada 0,3m | UNIDAD | 1,00     | \$ 400             | \$ 400           |
| Pintura vinilo 3 manos tipo 1                            | gl     | 0,11     | \$40.000           | \$ 4.372         |
| Lija N 150   | UNIDAD | 0,14     | \$ 1.100           | \$ 150           |
|  |        |          | <b>SUBTOTAL \$</b> | <b>\$ 38.781</b> |

Fuente: "Ecka. Diseño y construcción S.A.S., 2017

Se analizó el proceso constructivo de un muro en estructura liviana para determinar qué materiales se necesitan y por medio de cotizaciones a ferreterías se tomó la mejor decisión donde se garantizó calidad y economía.



Figura 44. APU muro 2 caras panel yeso, equipo y mano de obra

|   |  |  |                       |                   |   |          |                  |
|---|--|--|-----------------------|-------------------|---|----------|------------------|
|  | ECKA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.                            |  | FECHA                 | DD                | MM  | AA       |                  |
|   |  |  |                       | 1                 | 12  | 2016     |                  |
|   | Arq. Mauricio Farinango Campo                                |  | DIRECCIÓN:            | Cra. 10 #33N -149 |   |          |                  |
|   | PROYECTO MUROS REINA VICTORIA PISO 2                         |  | PÁGINA                | 1                 | DE  | 5        |                  |
| Popayán - Cauca   |  |  |                       |                   |   |          |                  |
| ITEM  | DESCRIPCIÓN  |  |                       | UNIDAD            |   | CANTIDAD |                  |
| 1   | MURO 2 CARAS PANEL YESO CAL 20 - @ 0,41m con arriostramiento |  |                       | m <sup>2</sup>    |   | 1,00     |                  |
| <b>I. EQUIPO</b>  |  |  |                       |                   |   |          |                  |
| DESCRIPCIÓN   |  |  | TARIFA/m <sup>2</sup> | Cantidad          | Vr. UNITARIO                              |          |                  |
| Andamios  |  |  | \$875,00              | 1                 | \$ 875,00                                 |          |                  |
| HERRAMIENTA MENOR (%)   |  |  |                       |                   | \$ 1.000,00                               |          |                  |
|   |  |  |                       |                   | SUBTOTAL \$                               |          | \$ 1.875         |
| <b>III. MANO DE OBRA</b>  |  |  |                       |                   |   |          |                  |
| TRABAJADOR  |  |  | m <sup>2</sup>        | Cantidad          | Vr. UNITARIO                              |          |                  |
| 1 Oficial + 1 Ayudante  |  |  | \$20.000              | 1                 | \$ 20.000                                 |          |                  |
|   |  |  |                       |                   | SUBTOTAL \$                               |          | \$ 20.000        |
|   |  |  |                       |                   | <b>TOTAL COSTO DIRECTO 1m<sup>2</sup></b> |          | <b>\$ 60.656</b> |

Fuente: "Ecka. Diseño y construcción S.A.S., 2017

La mano de obra se cotizó directamente con un maestro de obra, para la construcción de un muro en estructura liviana se necesitaba un oficial y un ayudante según información técnica obtenida por experiencia. La herramienta menor es el 5% de la mano de obra, así con la suma de costo de materiales, equipo y mano de obra se obtuvo el costo directo.

Figura 45. APU muro 2 caras panel yeso, AIU


| AIU 18%                       | PORCENTAJE | VALOR UNITARIO | COSTO INDIRECTO  |
|-------------------------------|------------|----------------|------------------|
| Administración                | 7%         | \$4.245,95     | \$10.918,15      |
| Imprevistos                   | 7%         | \$4.245,95     |                  |
| Utilidad                      | 4%         | \$2.426,26     |                  |
| IVA sobre utilidad            | 19%        |                | \$460,99         |
| <b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b> |            |                | <b>\$ 72.036</b> |

Fuente: "Ecka. Diseño y construcción S.A.S., 2017

Finalmente, para el AIU, administración, imprevistos y utilidad, se tomó porcentajes según experiencia y conocimiento del contratista teniendo en cuenta el IVA sobre la utilidad, obteniendo así el costo indirecto.

Como resultado de la elaboración del APU para un metro cuadrado de muro 2 caras panel yeso se tuvo que el valor de dicha construcción es de setenta y dos mil treinta y seis (72.036) pesos.

Figura 46. APU muro 2 caras panel yeso

|   |  |                       |   |                  |             |
|---|--|-----------------------|---|------------------|-------------|
|  | ECKA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN S.A.S.                            |                       | FECHA                                     |                  |             |
|   |  |                       | DD  | MM               | AA          |
|   |  |                       | 1   | 12               | 2016        |
|   | Arq. Mauricio Farinango Campo                                |                       | DIRECCIÓN N: Cra. 10 # 33N -149           |                  |             |
| PROYECTO MUROS REINA VICTORIA PISO 2  |  | PÁGINA                |   |                  |             |
| Popayán - Cauca   |  | 1                     | DE  | 5                |             |
| ITEM  | DESCRIPCIÓN  | UNIDAD                |   | CANTIDAD         |             |
| 1   | MURO 2 CARAS PANEL YESO CAL 20 - @ 0,41m con arriostramiento | m <sup>2</sup>        |   | 1,00             |             |
| <b>I. EQUIPO</b>  |  |                       |   |                  |             |
| DESCRIPCIÓN   |  | TARIFA/m <sup>2</sup> | Cantidad                                  | Vr. UNITARIO     |             |
| Andamios  |  | \$875,00              | 1   | \$ 875,00        |             |
| HERRAMIENTA MENOR (%)   |  |                       |   | \$ 1.000,00      |             |
|   |  |                       | SUBTOTAL \$                               | \$ 1.875         |             |
| <b>II. MATERIALES</b>   |  |                       |   |                  |             |
| DESCRIPCIÓN   |  | UNIDAD                | CANTIDAD                                  | VALOR UNIT.      | VALOR TOTAL |
| Placa de yeso 12,7mmx1,22mx2,44m estándar   |  | UNIDAD                | 0,70                                      | \$22.325         | \$ 15.628   |
| Paral rolado B9 cal. 20   |  | ml                    | 3,00                                      | \$ 4.190         | \$ 12.570   |
| Canal B9 mts cal. 20  |  | ml                    | 0,67                                      | \$ 3.200         | \$ 2.133    |
| Riostras cal. 0,50mm  |  | ml                    | 0,33                                      | \$ 2.600         | \$ 867      |
| Masilla lista interior  |  | kg                    | 1,50                                      | \$ 1.163         | \$ 1.744    |
| Cinta papel   |  | ml                    | 4,00                                      | \$ 100           | \$ 400      |
| Tornillo fijar placas cada 0,41m 6x1"   |  | UNIDAD                | 22,00                                     | \$ 17            | \$ 374      |
| Tornillo fijar perfiles autoperforante cal. 20 N 8x1/2"                           |  | UNIDAD                | 8,00                                      | \$ 18            | \$ 144      |
| Tornillos y chazos de fijación canal losa 1/2" cada 0,3m                          |  | UNIDAD                | 1,00                                      | \$ 400           | \$ 400      |
| Pintura vinilo 3 manos tipo 1   |  | gl                    | 0,11                                      | \$40.000         | \$ 4.372    |
| Lija N 150  |  | UNIDAD                | 0,14                                      | \$ 1.100         | \$ 150      |
|   |  |                       | SUBTOTAL \$                               | \$ 38.781        |             |
| <b>III. MANO DE OBRA</b>  |  |                       |   |                  |             |
| TRABAJADOR  |  | m <sup>2</sup>        | Cantidad                                  | Vr. UNITARIO     |             |
| 1 Oficial + 1 Ayudante  |  | \$20.000              | 1   | \$ 20.000        |             |
|   |  |                       | SUBTOTAL \$                               | \$ 20.000        |             |
|   |  |                       | <b>TOTAL COSTO DIRECTO 1m<sup>2</sup></b> | <b>\$ 60.656</b> |             |
| AIU 18%   |  | PORCENTAJE            | VALOR UNITARIO                            | COSTO INDIRECTO  |             |
| Administración  |  | 7%                    | \$4.245,95                                | \$10.918,15      |             |
| Imprevistos   |  | 7%                    | \$4.245,95                                |                  |             |
| Utilidad  |  | 4%                    | \$2.426,26                                |                  |             |
| IVA sobre utilidad  |  | 19%                   |   |                  |             |
|   |  |                       |   | \$460,99         |             |
|   |  |                       | <b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>             | <b>\$ 72.036</b> |             |

Fuente: "Ecka. Diseño y construcción S.A.S., 2017

De la misma manera se obtuvo el precio de las demás construcciones en muros a realizar por parte de la empresa en donde se realizó la pasantía, teniendo en cuenta las variaciones de precios en mano de obra así (1 ayudante + 1 oficial):

- Muro panel yeso 2 caras: \$20.000 por metro cuadrado.
- Muro panel yeso 1 cara: \$26.000 por metro cuadrado.
- Muro superboard 2 caras: \$22.500 por metro cuadrado.
- Muro superboard 1 cara: \$27.000 por metro cuadrado.
- Muro mixto: \$20.000 por metro cuadrado.
- Estructura Ducteria: \$12.000 por metro cuadrado.

Tabla 1. Precios de los muros del quinto piso de la clínica Reina Victoria

| PRECIO DE MUROS A CONSTRUIR EN CLINICA REINA VICTORIA |        |               |                 |           |
|---|--------|---------------|-----------------|-----------|
| DESCRIPCION   | UNIDAD | COSTO DIRECTO | COSTO INDIRECTO | TOTAL     |
| MURO PANEL YESO 2 CARAS                               | M2     | \$ 60.656     | \$ 11.380       | \$ 72.036 |
| MURO PANEL YESO 1 CARA                                | M2     | \$ 45.084     | \$ 8.458        | \$ 53.542 |
| MURO SUPERBOARD 2 CARAS                               | M2     | \$ 79.751     | \$ 14.961       | \$ 94.712 |
| MURO SUPERBOARD 1 CARA                                | M2     | \$ 54.745     | \$ 10.270       | \$ 65.015 |
| MURO MIXTO  | M2     | \$ 69.493     | \$ 13.036       | \$ 82.529 |
| ESTRUCTURA  | M2     | \$ 31.217     | \$ 5.857        | \$ 37.074 |
| ESTRUCTURA PIE DE MURO                                | ML     | \$ 18.730     | \$ 3.514        | \$ 22.244 |
| PIE DE MURO   | ML     | \$ 6.901      | \$ 1.294        | \$ 8.195  |

Fuente: Propia, 2017

### 3.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El presente trabajo de grado se realizó en la modalidad de práctica profesional y se desarrolló en jornadas de tiempo completo de ocho (8) horas diarias de lunes a viernes y cuatro (4) horas los sábados.

Las actividades realizadas para el completo y adecuado desarrollo de la pasantía se indican a continuación:

- Chequeo de estructura liviana instalada para muros en quinto piso y fachadas Norte, Sur y Oeste.
- Supervisión técnica en los procesos constructivos relacionados con la construcción de muros en quinto piso y fachadas.
- Seguimiento y registro de las actividades correspondientes a la construcción de fachadas y muros en quinto piso con el fin de llevar control del avance de obra.
- Calculo de cantidades referidas a los avances de obra correspondiente a muros en quinto piso y fachadas.
- Elaboración de pre-actas y actas de cobro correspondientes a los avances de obra que se hayan realizado hasta la fecha de cobro.

Tabla 2. Cronograma de actividades

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES  |       |        |           |        |         |        |
|--|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| ACTIVIDAD  | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO |
| Supervision tecnica en los procesos constructivos                | x     | x      | x         | x      | x       | x      |
| Seguimiento y registro de los avances de obra                    | x     | x      | x         | x      | x       | x      |
| Calculo de cantidades de obra relacionadas a muros y fachadas    |       |        |           |        | x       | x      |
| Elaboracion de actas de cobro con respecto a los avances de obra |       |        |           |        | x       | x      |

Fuente: Propia, 2017

La actividad correspondiente al chequeo de estructura liviana de muros y fachadas se realizó durante la primera semana como pasante de lunes a sábado.

### 3.8. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

#### 3.8.1. REVISION DE ESTRUCTURA LIVIANA

##### MUROS DIVISORIOS

Inicialmente se procedió a realizar una revisión de toda la estructura montada hasta el momento en el quinto piso, siguiendo las especificaciones de diseño:

- Separación entre paraleles de 40.6 cm mínimo.
- Altura de las riostras a 1.95 m (mitad de la altura del muro)

Figura 47. Estructura a corregir, para la más de 40.6 cm



Fuente: Propia, 2017

## FACHADAS

También se revisó la estructura montada en las fachadas norte y sur hasta el cuarto piso y en uno de los volúmenes flotantes de la fachada oeste, siguiendo las recomendaciones y especificaciones:

- Separación entre parales de 40.6 cm.
- Canales ajustados por 4 tornillos mínimo.
- Parales ajustados por 2 tornillos mínimo donde solo había estructura.
- Parales ajustados por 4 tornillos mínimo donde se había instalado placa.

En esta actividad se encontró varios errores tanto en muros como en fachadas por lo que se procedió a corregir estructura, adicionar estructura y ajustar estructura.

Figura 48. Paral en fachada a más de 40.6 cm reajuste de estructura en fachadas



Fuente: Propia, 2017

Tabla 3. Cantidad de tornillos para hacer

| CANTIDAD DE TORNILLOS |            |         |
|-----------------------|------------|---------|
| PISOS                 | ESTRUCTURA |         |
|                       | PARALES    | CANALES |
| SEGUNDO               | 104        | 69      |
| TERCERO               | 6          | 30      |
| CUARTO                | 28         | 46      |
| SUB-TOTAL             | 138        | 145     |
| TOTAL                 | 283        |         |

Fuente: Propia, 2017

### 3.8.2. SUPERVISION TECNICA EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

#### MUROS DIVISORIOS

La actividad correspondiente a la supervisión técnica fue la de vigilar y controlar que los muros cumplan con las especificaciones y diseños:

- Pie de muro en superboard altura de 20 cm.
- Muros 2 caras panel yeso altura de 2,9 m. Desde el pie de muro.
- Muros 2 caras superboard altura de 1,8 m. Desde el suelo.
- Muros mixto panel yeso – superboard altura 1,6 m. Desde el pie de muro.
- Dilataciones entre  $\pm 4$  mm para muros en panel yeso.
- Dilataciones verticales ubicarse en medio de un paral.
- Procedimiento de tratamiento de juntas y acabados

Para la supervisión de estos procesos se usó un flexómetro para la corroboración de las distintas alturas, y para el emplacado se verificó que la placa estuviera en perfecto estado, en los casos en que las placas presentaron deformaciones en sus esquinas, estas se cortaron y acomodaron para poder usarse de modo que no presenten fisuras, cuando placa estaba deteriorada por humedad, en el caso del panel yeso, esta se desechaba.



*Figura 49. Placas deterioradas*



*Fuente: Propia, 2017*

Se supervisó también que en el replanteo los muros queden localizados de forma correcta y que las esquinas queden a 90° antes del replanteo y después de ubicados los canales.

*Figura 50. Procedimiento de verificación con escuadras*



*Fuente: Propia, 2017*

También se supervisó que cada placa instalada tenga forma rectangular y que los tornillos que la perforaran no queden sobresalientes en la superficie de la estructura.

Finalmente se vigiló que el procedimiento de tratamiento de juntas y acabados se realizara de forma correcta, de modo que no se dañara la superficie que ya estaba emplacada o se realizara en superficies que no lo requerían como son las placas de superboard o que se presente un desperdicio de material excesivo.



## FACHADAS

Una vez se reajustó la estructura de fachadas, se instaló placas para fachada siguiendo las recomendaciones y especificaciones:

- Utilizar placa superboard en fachada normal.
- Utilizar placa superboard Premium en fachada volumen.
- Aplicar impermeabilizante a la placa de superboard antes de instalarse.
- Dilataciones entre 4-6 mm en fachada normal.
- Dilataciones de 6 mm en fachada volumen.
- Instalación de cinta adhesiva en los paraleles en donde haya dilatación.
- En esquinas de ventanas la placa deberá entrar mínimo 20 cm en cada lado de la esquina.

*Figura 51. Estructurado y emplacado de la fachada sur*



*Fuente: Propia, 2017*

En general, la supervisión técnica a los procesos constructivos permitió obtener construcciones de mejor calidad, en el caso de la clínica Reina Victoria en muros divisorios de quinto piso y fachadas Norte, Sur y Oeste se pudo observar que varias construcciones no cumplían las especificaciones, por lo que inmediatamente se procedían a corregir.

### 3.8.3. ELABORACION DE ACTAS DE COBRO

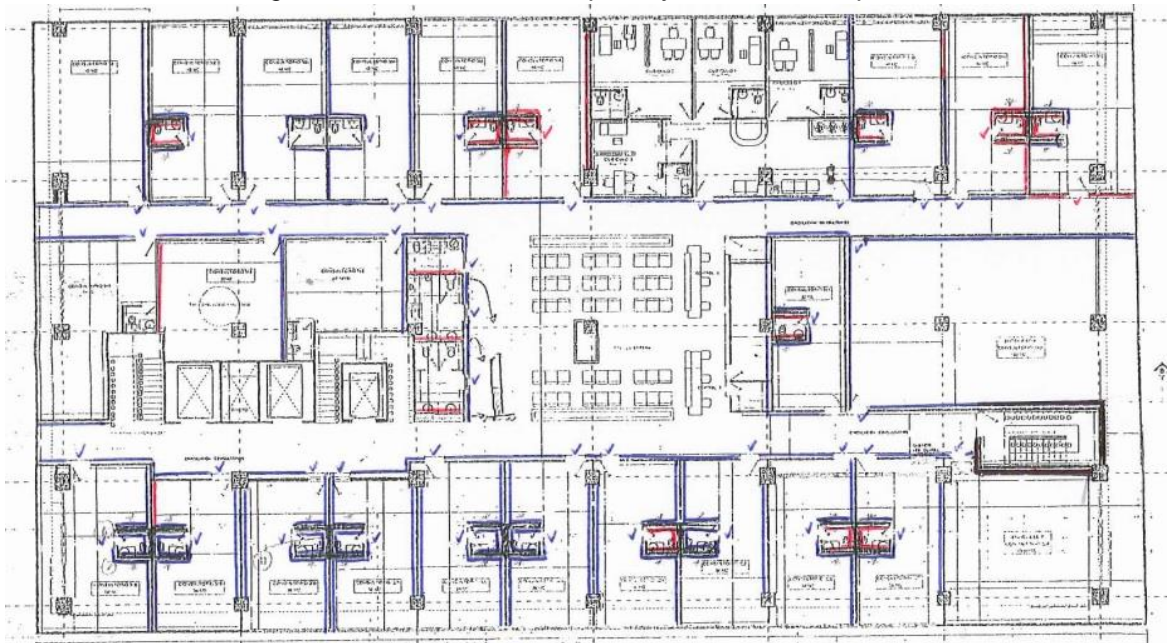
#### MUROS DIVISORIOS

Una vez se conoció el estado de la obra, es decir, la construcción de los consultorios del quinto piso y las fachadas Norte, Sur y Oeste, se comenzó a llevar un registro de las cantidades de obra que se ejecutarán desde el momento que se ingresó a obra.

Para esta actividad se utilizaron los planos correspondientes a consultorios del quinto piso, se localizó en ellos los distintos muros a construir y a medida que se construían, se marcaban en dichos planos los avances en obra, de modo que se facilitó la realización del acta de cobro, ya que, al momento de calcular cantidades, simplemente se leyeron los avances de obra en estos planos y con las alturas especificadas anteriormente se determinó las cantidades de obra ejecutadas, ya sean por metro cuadrado o metro lineal dependiendo del elemento a cobrar.

A continuación, se presenta el formato que se elaboró para llevar registro de los avances de obra y el formato del acta de cobro N°3, junto con los planos en donde se marcaron las cantidades construidas, se tomó como ejemplo los muros panel yeso 2 caras:

*Figura 52. Avances en muro panel yeso 2 caras en plano*



*Fuente: M y L Group S.A.S., 2017*

El formato para llevar los avances de obra (tabla 4) consta de los ítems que se cobraron como:

- ✓ Estructura
- ✓ Placa 1 (Emplacado por un lado del muro)
- ✓ Placa 2 (Emplacado por el otro lado del muro)
- ✓ Masilla 1 (Masillado en la placa 1)
- ✓ Masilla 2 (Masillado en la placa 2)
- ✓ Pintura 1 (3 manos de pintura en la placa 1)
- ✓ Pintura 2 (3 manos de pintura en la placa 2)

El avance de obra en este formato lo da la longitud de los muros, ya que la altura casi siempre es constante.


Tabla 4. Hoja de cálculo en Excel para cantidad de muros dos caras panel yeso

| MURO DOS CARAS PANEL YESO   |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
|-----------------------------|--------|------------|----------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|---------|---------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| DESCRIPCION                 |        | Estructura | Placa 1  | Placa 2  | Masillado 1 | Masillado 2 | Pintura 1 | Pintura 2 | Estructura | Placa 1 | Placa 2 | Masillado 1 | Masillado 2 | Pintura 1 | Pintura 2 |
| MURO PANEL 2 CARAS          | Altura | Longitud   | Longitud | Longitud | Longitud    | Longitud    | Longitud  | Longitud  | Area       | Area    | Area    | Area        | Area        | Area      | Area      |
| CONSULTORIOS                |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| CONSULTORIO #               |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| CONSULTORIO #               |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| CONSULTORIO #               |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| CONSULTORIO #               |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| CONSULTORIO #               |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| CONSULTORIO #               |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| BAÑOS DE CONSULTORIOS       |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| BAÑO CONSULTORIO #          |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| BAÑO CONSULTORIO #          |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| BAÑO CONSULTORIO #          |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| BAÑO CONSULTORIO #          |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| BAÑO CONSULTORIO #          |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| BAÑO CONSULTORIO #          |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| DINTELES PUERTAS            |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| DINTEL PUERTA CONSULTORIO # |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| DINTEL PUERTA CONSULTORIO # |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| DINTEL PUERTA CONSULTORIO # |        |            |          |          |             |             |           |           |            |         |         |             |             |           |           |
| TOTAL                       |        |            |          |          |             |             |           |           | 0          | 0       | 0       | 0           | 0           | 0         | 0         |

Fuente: Propia, 2017

Debido a problemas presentados entre contratante y contratista por la forma de cobro de los muros divisorios, se elaboró la siguiente acta de modo que se tomó el valor directo del muro, en el caso de un muro dos caras panel yeso (\$60.656 por metro cuadrado), a cada componente del elemento se le dio un porcentaje respecto a la totalidad del elemento, la multiplicación de este porcentaje por el valor directo del muro da como resultado el precio del componente del muro, la sumatoria de estos valores debe dar el costo directo del muro por metro cuadrado.

Figura 53. Acta de cobro para muro 2 caras panel yeso

|  |       | CONSTRUCTORA M&L   |              |          | Acta No. 003 |
|---|-------|--------------------|--------------|----------|--------------|
|   |       | CORTE DE OBRA      |              |          |              |
| PROYECTO : CLINICA REINA VICTORIA   |       | 2 DE JUNIO DE 2017 |              |          |              |
| Contratista: ECKA Diseño & Construccion - Arq. Mauricio Farinango                 |       |                    |              |          |              |
| MURO 2 CARAS PANEL YESO CAL 20 - @ 0,41m con arriostramiento                      |       |                    |              |          |              |
| ITEM  | V.DIR |                    | V. Parciales | cantidad | TOTAL        |
| estructura  |       | 35%                | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| placa 1   |       | 17,50%             | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| placa 2   |       | 17,50%             | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| tratamiento de juntas 1   |       | 5%                 | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| tratamiento de juntas 2   |       | 5%                 | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| masilla acabado 1   |       | 5%                 | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| masilla acabado 2   |       | 5%                 | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| pintura 1   |       | 2,50%              | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| pintura 2   |       | 2,50%              | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| pintura 3   |       | 2,50%              | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
| pintura 4   |       | 2,50%              | \$ -         | 0 m2     | \$ -         |
|   |       | 100%               | \$ -         | TOTAL    | \$ -         |
|   |       |                    |              | A        | 7% \$ -      |
|   |       |                    |              | I        | 7% \$ -      |
|   |       |                    |              | U        | 4% \$ -      |
|   |       |                    |              | IVA      | 19% \$ -     |
|   |       |                    |              | G. TOTAL | \$ -         |
| TOTAL CORTE   |       |                    |              |          | \$ -         |
| RETE. GARANTIA  |       |                    |              | 10%      | \$ -         |
| AMORTIZACION DE ANTICIPO  |       |                    |              | 30%      | \$ -         |
| RETE. FUENTE / UT   |       |                    |              | 2%       | \$ -         |
| TOTAL MENOS DEDUCCIONES   |       |                    |              |          | \$ -         |

Fuente: "Ecka. Diseño y construcción S.A.S., 2017

De este modo se cobraba lo que se había construido del muro y no la totalidad, como se venía haciendo antes. Finalmente están los valores que se restan al total del corte como lo es la retención de garantía y amortización de anticipo con porcentajes que se llegó a acuerdo entre contratante y contratista; y la retención fuente sobre utilidad con un porcentaje por ley del dos por ciento (2%).

Es importante aclarar que en la casilla "TOTAL CORTE" se asignó el valor de la suma de todos los "G. TOTAL" de cada elemento a cobrar.



Figura 54. Muro panel yeso 2 caras a 1 placa



Fuente: Propia, 2017

Figura 55. Muro en etapa de masillado



Fuente: Propia, 2017

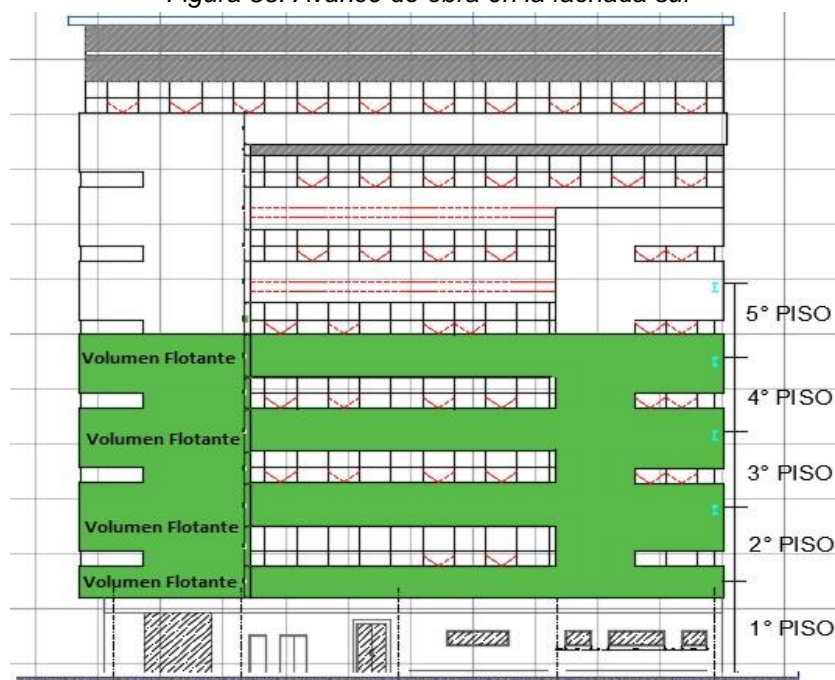
En el caso de las figuras 54 y 55 el muro es un tipo panel yeso 2 caras, en el acta de cobro solo se cobró: estructura, placa 1 y masillado 1, ya que solo se ha emplacado por un lado del muro y no tiene pintura.

## FACHADAS

También se llevó control y registro de los avances en obra correspondientes a la construcción de fachadas. Para esta actividad se utilizó los planos correspondientes a las fachadas a construir, a medida que se construían se marcaban en dichos planos los avances en obra, de modo que se facilitó la realización del acta de cobro, ya que, al momento de calcular cantidades, simplemente se leyeron los avances de obra en estos planos midiendo las áreas que se habían ejecutado y si correspondían a carteras los metros lineales.

El proceso en fachadas fue menos tedioso debido a que todas las fachadas se componían de una misma estructura, es decir, todas tenían estructura, placa en superboard y tratamiento de juntas, a diferencia de los muros de los consultorios en donde se presentaron distintos tipos de muros, por lo que los ítems para realizar las actas de cobro eran muy variables.

Figura 56. Avance de obra en la fachada sur



Fuente: M y L Group S.A.S., 2017

A continuación, se presenta el formato correspondiente para los avances de obra en fachadas, el acta de cobro de fachadas y el de carteras:

Tabla 5. Formato Excel para registro de avances de obra de fachadas y carteras

|                           |                   |              |                 |
|---------------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| <b>CARTERA SENCILLA</b>   | <b>ESTRUCTURA</b> | <b>PLACA</b> | <b>ACABADOS</b> |
| FACHADA NORTE             |                   |              |                 |
| FACHADA SUR               |                   |              |                 |
| FACHADA OESTE             |                   |              |                 |
| <b>TOTAL (M2)</b>         |                   |              |                 |
| <b>CARTERA SENCILLA</b>   | <b>ESTRUCTURA</b> | <b>PLACA</b> | <b>ACABADOS</b> |
| FACHADA NORTE             |                   |              |                 |
| FACHADA SUR               |                   |              |                 |
| <b>TOTAL (ML)</b>         |                   |              |                 |
| <b>CARTERAS FLOTANTES</b> | <b>ESTRUCTURA</b> | <b>PLACA</b> | <b>ACABADOS</b> |
| NORTE                     |                   |              |                 |
| SUR                       |                   |              |                 |
| OESTE                     |                   |              |                 |
| <b>TOTAL (ML)</b>         |                   |              |                 |

Fuente: Propia, 2017





#### 4. CONCLUSIONES

- La práctica profesional permite al estudiante involucrarse en actividades relacionadas con la construcción, socializar con personal que cuenta con experiencia en estos campos y aplicar los conocimientos que se adquirieron en la universidad. Durante la pasantía se adquirieron nuevos conocimientos sobre actividades relacionadas con el sistema de estructura liviana, los procesos constructivos y conocimientos técnico como especificaciones en la utilización de este sistema, conocimientos que servirán a futuro en el desempeño de la profesión.
- La práctica profesional además de aportar muchos conocimientos sobre ingeniería civil, también ofreció experiencia en el ámbito personal, ya que al involucrarse diariamente en la obra se pudo aprender lo complejo que es llevar a cabo una construcción de grandes magnitudes como lo es la construcción de la clínica Reina Victoria.
- Se adquirió experiencia en temas relacionados con supervisión y seguimiento de los procesos constructivos en muros y fachadas construidos en estructura liviana, por lo tanto, se deduce que vigilar y controlar dichos procesos dan como resultado construcciones de mejor calidad que cumplen especificaciones y diseños.
- Se obtuvo conocimiento sobre temas administrativos a través de la elaboración de actas de cobro y análisis de presupuesto de muros en el sistema de construcción en seco.
- Se logró identificar los problemas que se presentan en obra con lo que se concluye que el que más afecto en la construcción de muros y fachadas fue el económico, ya que no se logró seguir contratando personal para realizar las correspondientes actividades.
- El sistema de construcción en seco o sistema de estructura liviana permite a obtener muros de bajo peso y rápida construcción que son sismo-resistentes, resistentes y brindan confort.

## 5. BIBLIOGRAFIA

COMITE CONSTRUCCION EN SECO. Guía técnica de buenas prácticas de instalación del sistema de construcción en seco. Primera edición, Bogotá D.C, 2016.

DIAZ, Fredy. Metodología para determinar cantidades de obra. Prezi (en línea), 30 de septiembre de 2017. Disponible en internet: [https://prezi.com/34omee9bm9\\_p/metodologia-para-determinar-cantidades-de-obra/](https://prezi.com/34omee9bm9_p/metodologia-para-determinar-cantidades-de-obra/)

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente. NSR-10. Bogotá D.C, Colombia.2010.

SOLUCIONES ESPECIALES. Construcción en seco, Steel Framing. Soluciones Especiales.Net (en línea), 29 de septiembre de 2017. Disponible en internet: <http://www.solucionesespeciales.net/Construccion/ConstruccionEnSeco/Construccion-en-seco-STEEL-FRAMING.aspx>

## 6. ANEXOS

- ✓ Anexo A. Copia de resolución trabajo de grado expedida por la Universidad del Cauca.



Facultad de Ingeniería Civil  
Consejo de Facultad

**RESOLUCIÓN No. 102 DE 2017**  
**14 DE JUNIO**  
8.3.2-90.4

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, **PRACTICA PROFESIONAL-Pasantía** y se designa su Director.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

**CONSIDERANDO**

Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía y Práctica Social.

**RESUELVE**

ARTICULO ÚNICO: Autorizar al estudiante **ANDRÉS ALEXANDER ESCOBAR TORRES**, con código 100412020699 la ejecución y desarrollo del Trabajo de grado, **Práctica Profesional-Pasantía** titulado: **"Auxiliar de Ingeniería en la construcción de la Clínica Reina Victoria.**, bajo la dirección del Ingeniero(a) Diana Velasco Galvis, avalado por el Consejo de Facultad como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Civil.

**COMUNIQUESE Y CÚMPLASE**

Se expide en Popayán, a los catorce (14) días del mes de junio de dos mil diecisiete (2017)

  
**CARLOS ARIEL HURTADO ASTAIZA**  
Decano (E)

  
**ANA JULIA MUÑOZ IBARRA**  
Secretaria General

Carrera 2 Calle 15N Campus Universitario de Talquí  
Popayán Cauca Colombia  
Teléfono: (201) 2211 2215 2216 2215  
E-mail: d-cc@unicauca.edu.co



- ✓ Anexo B. Copia de certificación de horas laboradas durante la pasantía expedida por la empresa Ecka. Diseño y Construcción S.A.S.



El arquitecto **Mauricio Farinango Campo** identificado con cedula de ciudadanía No. 76.330.840, en su calidad de director general de la empresa **ECKA, Diseño & Construcción S.A.S** con nit. 900.825.281-9

#### CERTIFICA

Que el estudiante **Andrés Alexander Escobar Torres** identificado con cedula de ciudadanía No. 1.085.935.772 de Ipiales, Nariño. Cumplió a satisfacción sus prácticas profesionales, con una intensidad de 596 horas, dentro del proyecto **Clínica Reina Victoria** ubicada en la ciudad de Popayán, distinguiéndose por su seriedad, honestidad y cumplimiento para con las labores asignadas.

Para constancia se firma en Popayán a los quince (15) días del mes de septiembre de dos mil diecisiete (2017).

  
Arq. **Mauricio Farinango Campo**  
Director de Proyectos  
Ecka diseño y construcción S.A.S.  
NIT: 900825281-9

Cra. 10 # 33N – 149 B. Campo bello  
Tel: 833 55 10 – 300 838 8545  
Popayán – Cauca  
contacto@constructoraecka.com

Todo lo contenido en este documento está protegido por la ley 11.723 de Propiedad Intelectual, cualquier uso indebido, reproducción, publicación o divulgación será entendida como violación a los derechos de autor.