

**SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES DE ACABADOS Y
ESTRUCTURA SIGUIENDO LA PROGRAMACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO
RESIDENCIAL SMART CLARISAS**

**PRESENTADO POR
KAROL TATIANA VARGAS VILLAMIZAR
ID: 000306669**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2020**

**SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES DE ACABADOS Y
ESTRUCTURA SIGUIENDO LA PROGRAMACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO
RESIDENCIAL SMART CLARISAS**

**KAROL TATIANA VARGAS VILLAMIZAR
ID: 000306669**

**DIRECTOR ACADÉMICO
LUDWING PÉREZ BUSTOS
Ingeniero Civil, MSc.**

**DIRECTOR EMPRESARIAL
LUIS MIGUEL MANTILLA AVENDAÑO
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2020**

Nota de aceptación:

Firma Presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, Enero de 2020

DEDICATORIA

A mi madre,

Eres una mujer que siempre me hace llenar de orgullo, te amo y no hay manera de devolvarte por lo tanto que me has dado; incluso ante de nacer ya era tu prioridad.

Renunciaste a una parte de tu vida por mí y aunque nunca tenga cómo agradecerte, este logro que hoy te dedico espero te dé una milésima parte de la felicidad que siento yo gracias a tí. Todo lo que soy ahora ha sido por ti. Gracias por tus ayudas, tus consejos, tu compañía, y lo más importante, tu amor.

Te amo con todo mi corazón y te agradezco con mi vida entera.

A Erving Quintero,

Gracias por estar allí cuando no tenías que hacerlo, gracias por el apoyo incondicional, por el cariño, por las lecciones y enseñanzas durante todos estos años. Gracias por enseñarme que siempre hay que aspirar a grandes cosas, gracias por inculcarme la pasión por el conocimiento y gracias por demostrarme que si todo se hace con pasión, los buenos resultados no demoran en llegar.

Te quiero mucho y estaré eternamente agradecida por todo.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ILUSTRACIONES.....	vii
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO.....	1
1. INTRODUCCION.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 PROGRAMACIÓN DE OBRA.....	5
3.1.1 CRONOGRAMA DE OBRA.....	5
3.1.2 HOLGURAS Y LA RUTA CRÍTICA	6
3.2 CONTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS (LEAN CONSTRUCTION)	8
3.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	10
4. DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS	12
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	12
4.2 DISEÑO ESTRUCTURAL:.....	13
4.3 EQUIPO ADMINISTRATIVO DE LA OBRA.....	14
4.4 SUPERVISIÓN DE ACTIVIDADES DE ESTRUCTURA:	15
4.4.1 INSPECCIÓN ARMADO DE MUROS TORRE 3	16
4.4.2 INSPECCIÓN DE ARMADO DE PLACA TORRE 3	18
4.4.3 INSPECCIÓN ÚLTIMO PISO Y CUBIERTA TORRE 3.....	20
4.4.4 MURO DE CONTENCIÓN CALLE 11	22
4.4.5 CONSTRUCCIÓN CUBIERTA DE MÓDULO 4	24
4.5 INSPECCIÓN ESTRUCTURAL TORRE 3.....	26
4.6 INSPECCIÓN DE REDES HIDROSANITARIAS.....	27
4.6.1 INSPECCIÓN DE ALTURAS Y UBICACIONES DE PUNTOS HIDRÁULICOS	28
4.6.2 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD.....	28
4.7 SEGUIMIENTO A LA PROGRAMACIÓN DE OBRA.....	29

4.8	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN	33
5.	APORTE AL CONOCIMIENTO	37
5.1	ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN CONCRETO	37
5.1.1.	MUROS ESTRUCTURALES	37
5.1.2	LOSA MACIZA EN CONCRETO.....	42
6.	CONCLUSIONES	47
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	50

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ejemplo diagrama de Gantt.....	6
Ilustración 2. Estructura de División del Trabajo.....	7
Ilustración 3. Diferencias entre sistema Lean y el sistema tradicional	10
Ilustración 4. Ubicación de la obra SMART Clarisas en Piedecuesta	12
Ilustración 5. Comité de obra quincenal	15
Ilustración 6. Perfil de muro con elemento de borde 9 (E.B.9).....	16
Ilustración 7. Composición de elemento de borde 9 (E.B.9).....	16
Ilustración 8. Cantidades de acero para muros por piso en Microsoft Excel.....	17
Ilustración 9. Clasificación de muros por colores.....	17
Ilustración 10. Cantidades de acero para placa por piso en MS Excel	18
Ilustración 11. Cantidades de acero para vigas por piso en MS Excel.....	19
Ilustración 12. Armado de placa	20
Ilustración 13. Armado cuchillas torre 3	20
Ilustración 14. Armado cubierta torre 3	21
Ilustración 15. Armado de viga canal torre 3	22
Ilustración 16. Segregación de concreto post fundida cuchillas torre 3	22
Ilustración 17. Corte muro de contención calle 11	23
Ilustración 18. Fundida de muro de contención calle 11	23
Ilustración 19. Detalle de acero de contención calle 11	24
Ilustración 20. Localización cubierta en Módulo 4	24
Ilustración 21. Detalle de acero vigas módulo 4	25
Ilustración 22. Armado pórtico módulo 4	25
Ilustración 23. Inspección de alineamiento en vano de entrada apartamento T3.....	27
Ilustración 24. Arreglo en placa de fuga en red hidráulica	29
Ilustración 25. Porcentaje de Programa Completado (PPC) para Hidrosanitarias DARE S.A.S.	31
Ilustración 26. Programación semanal en Project para Hidrosanitarias DARE y ENCONSTRUCCIONES.....	31
Ilustración 27. Compromisos del comité de obra para Industrias Metálicas GUMEN (Contratista: Octavio Guarín)	32
Ilustración 28. Programación en Project de compromisos pactados en comités de obra para Industrias metálicas GUMEN S.A.S. (Contratista: Octavio Guarín)	32
Ilustración 29. Formato para la toma de datos de la “Prueba de los 5 minutos”	33
Ilustración 30. Entarimado en piso 4, torre 3.....	35
Ilustración 31. Opciones de grados de capacidad de disipación de energía en función de la amenaza sísmica establecidos en NSR-10 (Fuente: AIS (2012))	38
Ilustración 32. Modulación de muros con FORSA Alum	40
Ilustración 33. Armado de flejes y traslajos de varillas	41
Ilustración 34. Flejes (horizontales) y ganchos (centro) en elemento de borde	41
Ilustración 35. Instalación de mallas electrosoldadas en el alma del muro	42
Ilustración 36. Instalación de conectores de elemento de borde y malla	42
Ilustración 37. Modulación de placa	44
Ilustración 38. Vigas en placa	45
Ilustración 39. Diseños de las mallas torre 3.....	46

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de apartamentos T2, SMART Clarisas	13
Tabla 2. Tipos de apartamentos T3, SMART Clarisas	13
Tabla 3. Grupo administrativo de SMART Clarisas.....	14
Tabla 4. Empresas contratistas y su especialidad.	30
Tabla 5. Aplicación de la prueba a una cuadrilla de mampostería de torre 3.	34
Tabla 6. Resultados “Prueba de 5 minutos”.....	34
Tabla 7. Aplicación de la prueba a la misma cuadrilla post instalación del entarimado	36
Tabla 8. Resultados “Prueba de 5 minutos” después de la instalación del entarimado.	36
Tabla 9. Información de elementos de borde de SMART Clarisas.	39
Tabla 10. Tipos de vigas torre 3 SMART Clarisas.	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Planta general de SMART Clarisas.</i>	52
Anexo 2. <i>Plano de inspección estructural piso 7 T3</i>	53
Anexo 3. <i>Memorando de inspección con anotaciones del piso 11 T3</i>	54
Anexo 4. <i>Memorando de inspección de redes hidrosanitarias T2</i>	55
Anexo 5. <i>Formato CO-HG-FT-40 para control de pruebas de presión/estanqueidad</i>	56

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO A LAS ACTIVIDADES DE ACABADOS Y ESTRUCTURA SIGUIENDO LA PROGRAMACIÓN DE OBRA DEL PROYECTO RESIDENCIAL SMART CLARISAS

AUTOR: Karol Tatiana Vargas Villamizar

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Ludwing Pérez Bustos

RESUMEN

En el presente informe se exponen las actividades y tareas desarrolladas bajo la guía del Departamento Técnico y Administrativo como Practicante Obra en la obra SMART Clarisas de HG Constructora S.A. En el documento en cuestión se encuentra información sobre la creación, manejo y seguimiento de programación de obra en Microsoft Project, inspección, cálculo y manejo de cantidades de acero siguiendo diseños estructurales de muros, placas y cubiertas, inspección de especificaciones de redes hidrosanitarias y seguimiento a la realización de pruebas, inspección de elementos estructurales después de fundidos de acuerdo a tolerancias normativas, manejo y registro de formatos del Sistema de Calidad y control de tiempos y rendimientos a través de la filosofía Lean Construction. Finalmente, se concluye sobre la necesidad de la organización y programación de actividades enfocando la prioridad hacia el manejo de recursos, sobre la generación de los reprocesos que se pueden presentar de no conocer detalladamente el proceso constructivo y los recursos a emplear en el mismo, y la necesidad de una constante inspección y supervisión en cuanto a términos de calidad.

PALABRAS CLAVES:

Inspección estructural, Lean Construction, Calidad, Supervisión, Cantidades, Project.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPERVISION AND MONITORING OF FINISHING AND STRUCTURAL ACTIVITIES ACCORDING TO THE CONSTRUCTION SCHEDULE OF THE SMART CLARISAS RESIDENTIAL PROJECT

AUTHOR: Karol Tatiana Vargas Villamizar

FACULTY: Civil Engineering Faculty

DIRECTOR: Ludwing Pérez Bustos

ABSTRACT

This report presents the activities and tasks developed under the guidance of the Technical and Administrative Department as a Work Intern in the construction of SMART Clarisas of HG Constructora S.A. In the document in question you will find information about the creation, management and follow up of work programming in Microsoft Project, inspection, calculation and management of steel quantities following structural designs of walls, plates and roofs, inspection of specifications of hydrosanitary networks and follow up of tests, inspection of structural elements after casting according to normative tolerances, management and registration of Quality System formats and control of times and yields through the Lean Construction philosophy. Finally, it is concluded about the need of the organization and programming of activities focusing the priority on the management of resources, on the generation of the reprocesses that can be presented of not knowing in detail the constructive process and the resources to employ in the same one, and the need of a constant inspection and supervision as for quality terms.

KEYWORDS:

Structural Inspection, Lean Construction, Quality, Supervision, Quantities, Project.

V° B° DIRECTOR OF DEGREE WORK

1. INTRODUCCION

Actualmente, Hernández Gómez Constructora S.A. con domicilio principal en el Centro Comercial Cabecera IV Etapa local 401 en la ciudad de Bucaramanga, cuenta con más de 48 años consecutivos de trabajo y producción en la construcción de tipo residencial a lo largo del área metropolitana. Gracias a su lema: “Hacer las cosas bien, desde la primera vez”, y en conjunto con la fuerza del personal capacitado que lo compone, HG ha podido desarrollar múltiples proyectos a la vez a lo largo del área metropolitana siendo una de las primeras constructoras en realizar proyectos de gran magnitud en el municipio de Piedecuesta.

La línea “SMART” cuenta con 5 proyectos hasta la fecha en el área metropolitana: SMART Quintetos (Girón), SMART Junín (Piedecuesta), SMART Diecisiete (Bucaramanga), SMART Novena (Bucaramanga) y SMART Clarisas (ubicación de la práctica en Piedecuesta). La propuesta está enfocada a generar espacios inteligentes y cómodos con diseños modernos, o en otras palabras espacios diseñados para personas, no para objetos.

El diseño SMART, bajo el concepto de “Espacios con diseño”, cuenta con múltiples tipos de apartamentos que se acomodan a las necesidades de espacio y comodidad de cada persona con acabados de primera calidad que le dan un aire de renovación tanto al inmueble como al sector donde se ubique la obra.

El presente informe abarca todas las actividades realizadas a lo largo de las prácticas empresariales desarrolladas en la obra SMART Clarisas en el municipio de Piedecuesta.

Bajo el cargo de Practicante Obra y como miembro del Departamento Técnico y Administrativo, se cumplieron funciones administrativas enfocadas a la inspección y supervisión del cumplimiento de las actividades en las fases de estructura y acabados, programadas por el equipo de obra y los contratistas, atacando continuamente cualquier reproceso y obstáculo que afecte la productividad de la obra.

Con un total de 226 apartamentos divididos en 3 torres de 12 y 13 pisos, “Clarisas” apuesta por ser una de las obras más grandes de Piedecuesta.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Supervisar y controlar el cumplimiento de actividades, rendimientos y gastos de material en las fases de estructura y acabados para las torres 2 y 3 de acuerdo con lo establecido en la programación de obra diseñada por HG Constructora S.A. en el proyecto residencial SMART Clarisas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar control de la programación de obra semanal utilizando el software Microsoft Project bajo la filosofía Lean Construction a través de la medición de rendimientos y gastos de materiales por parte del contratista.
- Supervisar el uso de acero en la fase de estructura de la torre 3.
- Supervisar pruebas de estanqueidad en la torre 3 e inspeccionar las alturas y ubicación de los puntos sanitarios e hidráulicos de la torre 2 y 3.
- Verificar los formatos del Sistema de Gestión de Calidad de los procesos de la torre 3.
- Participar de los comités de obra quincenales y presentar los reportes respectivos de acuerdo con las observaciones pertinentes.
- Realizar control de materiales mediante salida y requisiciones en el portal web de HG Constructora S.A.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 PROGRAMACIÓN DE OBRA

Las obras o proyectos de construcción están compuestos por fases y actividades secuenciales que se desarrollan a lo largo del tiempo, espacio, bajo unos estándares de calidad y que generan un costo, por ello, es necesario establecer una planeación de acuerdo a un orden lógico práctico que garantice el cumplimiento de los objetivos y metas impuestos inicialmente y así alcanzar resultados requeridos; la programación de obra es aquella herramienta vital y primordial que permite ejercer control y modulación sobre todos los procesos que se van a llevar a cabo previamente, durante e incluso posteriormente a la finalización de la obra.

Para el desarrollo de la planeación es de vital importancia tener en cuenta la necesidad del cliente además de la planeación por etapas de los procesos a realizar como: la realización del cronograma de actividades, el plan de aseguramiento de calidad, gestión de compras y contratos, el plan de manejo ambiental y el plan de administración de riesgos. (Porras Moya & Díaz, 2015)

3.1.1 CRONOGRAMA DE OBRA

Para realizar una correcta programación se requiere hacer un control y una medición continua de los recursos con los cuales se va a trabajar a lo largo del proyecto tales como espacios, materiales, recursos humanos, contrataciones con terceros, entre otros. Una vez se tienen claros los recursos a emplear se organizan según las actividades a realizar siempre siguiendo un orden lógico, especialmente cuando se trata del personal que va a trabajar.

Los recursos humanos no se disponen bajo libre demanda, no se encuentran disponibles en cualquier momento que los necesitemos. Por ello es importante tener la previsión de su disponibilidad, así como las características de sus cualidades y competencias. (Rius Gumbau, 2012)

Para la generación del cronograma de obra existen diferentes programas y herramientas informáticas tipo calendario que permiten llevar al día el desarrollo y el avance de cada actividad. Uno de los más conocidos y el elegido para trabajar en esta ocasión es el programa Microsoft Project, el cual nos ofrece una herramienta bajo el nombre de "Diagrama de Gantt".

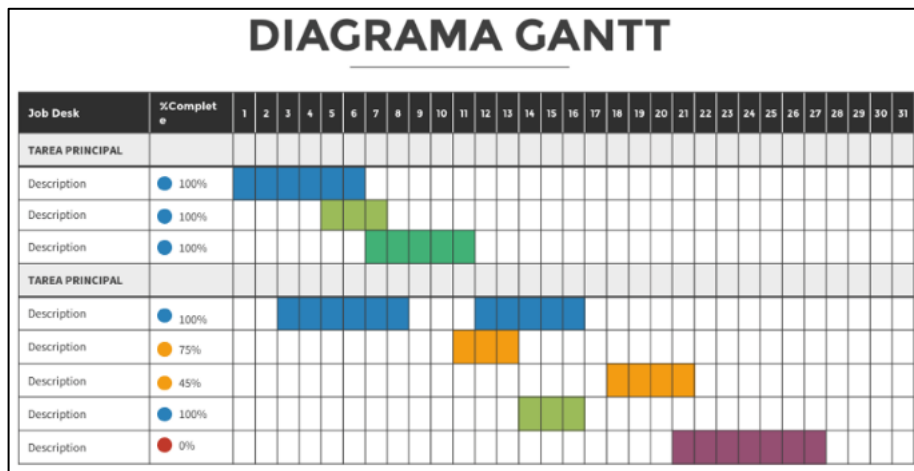


Ilustración 1. Ejemplo diagrama de Gantt

Fuente: ¿Qué es un diagrama de Gantt? – ModelosdeNegocios.es

Desarrollado por Henry Laurence Gantt a inicios del siglo XX, el diagrama se muestra en un gráfico de barras horizontales ordenadas por actividades a realizar en secuencias de tiempo concretas. Las acciones entre sí quedan vinculadas por su posición en el cronograma. El inicio de una tarea que depende de la conclusión de una acción previa se verá representado con un enlace del tipo fin-inicio. También se reflejan aquellas cuyo desarrollo transcurre de forma paralela y se puede asignar a cada actividad los recursos que ésta necesita con el fin de controlar los costes y personal requeridos.

Gracias al diagrama de Gantt, es posible una monitorización clara del progreso para descubrir con facilidad los puntos críticos, los períodos de inactividad y para calcular los retrasos en la ejecución. De este modo, ayuda a prever posibles costes sobrevenidos y permite reprogramar las tareas de acuerdo a las nuevas condiciones. (OBS Business School, s.f.)

3.1.2 HOLGURAS Y LA RUTA CRÍTICA

La holgura de una actividad se define como el tiempo que en el que esta se puede atrasar sin afectar a la fecha de finalización del proyecto.

Podemos encontrar dos tipos de holgura: La “total” como el tiempo que una tarea puede atrasarse sin afectar la fecha de finalización del proyecto; y la “libre” como el tiempo que una tarea puede atrasarse sin afectar la fecha de inicio de las siguientes tareas. (Recursos En Project Management, 2014)

Según lo anterior, se conoce como Ruta Crítica a aquellas actividades que no tienen holgura, ya que son parte primordial del proyecto y la programación, de su realización dependen otras actividades secuenciales posteriores y al no realizarse cuando se debe (siguiendo el cronograma), el proyecto puede empezar a tener retrasos en el desarrollo de este.

3.1.3 EDT O WBS (Estructura de División del Trabajo).

Una WBS es una presentación simple y organizada del trabajo requerido para completar el proyecto. Existen muchas maneras de organizar la presentación de este trabajo. Crear una WBS es un proceso que consiste en subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y fáciles de manejar. (Rius Gumbau, 2012)

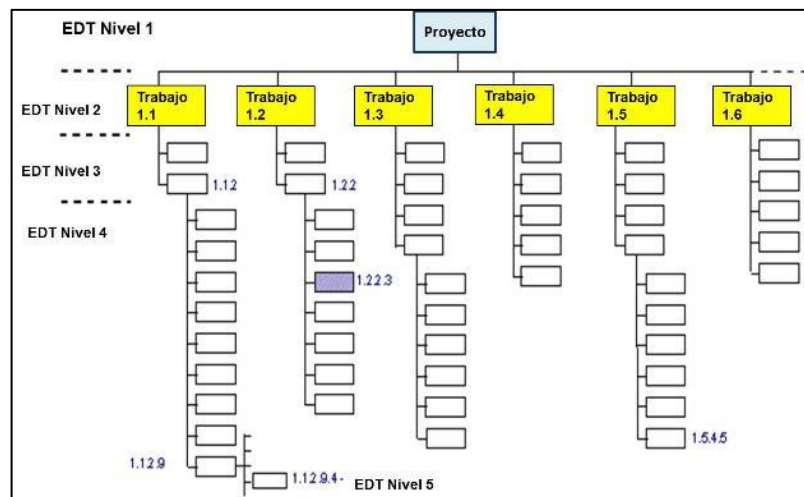


Ilustración 2. Estructura de División del Trabajo

Fuente: formulaproyectosurbanospmipe.wordpress.com

Cada tarea se representa por una celda que contiene la información necesaria para su gestión. Para cada una de ellas puede llegar a especificarse la persona responsable, los resultados esperados, los recursos necesarios, la información n y documentación de partida, los plazos previstos y el presupuesto considerado. Así mismo, la celda se identifica unívocamente mediante un código alfanumérico. (Martinez Montes & Pellicer Armiñana, 2007)

3.2 CONTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS (LEAN CONSTRUCTION)

Desde la década de 1950 la industria automotriz Toyota ha implementado con éxito el “pensamiento LEAN” por Toyota Motor Company. Este pensamiento define técnicas modernas para hacer eficientes los proyectos teniendo una misma filosofía de gestión. El objetivo es eliminar actividades que no generan valor en la línea de producción. Los principios del concepto “LEAN” se fundamentan en que no hay “desperdicios”, y aparecen dos palabras que definen el enfoque de administración de proyectos: “valor” y “desperdicios”. Se pretende maximizar el valor de los proyectos y eliminar los desperdicios que existen en ellos. (Rojas Lopez, Henao Grajales, & Valencia Corrales, 2017)

Como consecuencia de la búsqueda de un mejoramiento progresivo de los procesos concernientes a la industria de la construcción desde el punto de vista global del desarrollo de proyectos, surge la filosofía Lean Construction, cuyos métodos aplicados en la construcción buscan la optimización de recursos, costos y tiempos teniendo como base conceptual la teoría de la producción lean. (Botero Botero & Álvarez Villa, Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción, 2003)

La filosofía Lean maneja el concepto de “valor” como cualquier producto por el que alguien, conocido como “cliente”, estaría dispuesto a pagar. Siendo así, las actividades y procesos se clasifican en 3: Los que crean valor, los que no crean valor, pero son necesarios y los que no crean valor ni son necesarios, llamados “pérdidas”.

3.2.1 METODOLOGÍA LEAN

Una vez se entiende y conoce el concepto de “valor”, la filosofía Lean propone crear “flujos de valor”. El flujo de valor está conformado por todas las tareas necesarias que deben ser completadas para la entrega del servicio. Para ello se requiere realizar un mapa de la corriente de valor, es decir, un mapa en el que fácilmente se identifiquen las tareas que agregan valor y las que no para conocer el valor que el usuario final estaría dispuesto a pagar por un producto. (Rojas Lopez, Henao Grajales, & Valencia Corrales, 2017)

Adicional a esto, Ballard y Howell fundadores del Lean Construction Institute, desarrollaron la herramienta “Last Planner” (último planificador) con el fin de aumentar productividad obteniendo el origen de los problemas y presentando una oportuna toma de decisiones. Planificar adecuadamente se convierte en uno de los más efectivos métodos para incrementar la productividad, lo cual mejora la

producción mediante la eliminación de esperas, se realizan las actividades en la secuencia más conveniente y coordina la interdependencia de las múltiples actividades por realizar.

El Last Planner aumenta la confiabilidad en la planificación de los proyectos y a su vez disminuye la incertidumbre en estos, lo que ocasiona mejoras en el desempeño; este aumento en la confiabilidad se genera implementando planificaciones intermedias y semanales, enmarcadas dentro de un plan maestro o general de proyecto. Se analizan los obstáculos que evitan el desarrollo de las tareas y al determinarlos se logra actuar antes de que suceda. (Rojas Lopez, Henao Grajales, & Valencia Corrales, 2017)

El indicador PAC se convierte en la forma de medir el desempeño de la planificación y la productividad de la unidad de producción y se obtiene como la razón entre el número de asignaciones completadas y las planificadas. Un buen desempeño se sitúa por encima del 80%; un desempeño pobre está por debajo del 60%. (Botero Botero & Álvarez Villa, Last planner, un avance en la planificación y control, 2005)

3.2.2 VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACIÓN LEAN

En el año 2005, el arquitecto Luis Fernando Botero Botero, docente de la universidad EAFIT en Medellín, integrante del semillero de investigación Gestión de la Construcción (GESCON) y promotor de la filosofía Lean en Colombia, realizó investigaciones a 12 obras de vivienda desarrolladas en la ciudad de Medellín que implementaron la herramienta “Last Planner” y estableció que casi el 43.75% del no cumplimiento de asignaciones programadas se debía a subcontrataciones y actividades previas, el 56,25% restante se debe a problemas con los proveedores, causas no controlables como el clima y discrepancias en los diseños por parte de la administración de la obra.

A raíz de esto, identificó las variables que pueden ser optimizadas y que generan mayor productividad en la obra. Algunos avances obtenidos por medio de la aplicación de la filosofía LEAN en la construcción desde la operación de la obra son: Distribución de planta, mejoramiento de la logística interna de la obra, mejoramiento de las condiciones de seguridad en obra, disminución del impacto ambiental, mejoramiento de la condición de vida de los obreros en el proyecto, medición de la productividad en obra, tanto pérdidas como tasas de producción y utilización de tecnologías de información y comunicación para el control de obra. (Rojas Lopez, Henao Grajales, & Valencia Corrales, 2017)

	Producción Tradicional	Lean Production
CONCEPTO	La producción está compuesta por una serie de actividades de conversión que agregan valor	La producción está compuesta por flujos (no agregan valor) y conversiones (agregan valor)
CONTROL DE PRODUCCIÓN	Dirigido al costo de las actividades	Dirigido al tiempo, costo y valor de los flujos
MEJORAMIENTO	Incremento de la eficiencia de las conversiones a través de la utilización de una nueva tecnología	Eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas), incrementando la eficiencia de las actividades que lo generan, a través del mejoramiento continuo y la implementación de una nueva tecnología.

Ilustración 3. Diferencias entre sistema Lean y el sistema tradicional

Fuente: Botero (Construcción sin pérdidas)

3.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

El concepto de calidad no se refiere únicamente a las condiciones finales de un producto o actividad, su definición se ha ampliado y enmarcado en un entorno más global que incluye procesos, requisitos, características y demás.

De acuerdo a la ISO 9000, la calidad se define como “Grado en que un conjunto de características inherentes que cumple con unos requisitos”.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que determinar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad o un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. (Pedraza López, 2014)

Es necesario que las empresas dedicadas a la construcción identifiquen parámetros, procesos y estrategias que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente, que incluyan el valor del cliente como objetivo fundamental. Para lograr esto es necesario el mejoramiento en el servicio a clientes, utilizando metodologías para el mejoramiento continuo de procesos sencillos o complejos, mediante el análisis de las prácticas y procedimientos de los mejores competidores. (Agudelo Barrios, 2013)

Actualmente la gran mayoría de los clientes en el sector de la construcción

establecen entre sus requisitos que la empresa disponga de un sistema de gestión de la calidad implantado y generalmente certificado por una entidad externa. Por ello es necesario que toda empresa constructora que pretenda permanecer en el mercado incorpore a su gestión habitual la gestión de la calidad.

Los clientes del sector de la construcción han incorporado este requisito porque la obra contratada que se va a ejecutar no se ve completada hasta el final del proceso constructivo y porque una mala ejecución de la obra puede conllevar graves consecuencias económicas, retrasos, etc. Por ello los clientes valoran la fiabilidad de la empresa en el cumplimiento de requisitos. Una empresa con gestión de la calidad es garantía de producto final y de satisfacción de las expectativas adicionales. (Moreno Angulo, 2007)

Usualmente se confunde el término “control de calidad” con “gestión de calidad”. El control consiste en verificar los requisitos, características y variables que influyen y hacen parte del resultado final de un producto. La gestión busca que los procesos, actividades y tareas se hagan siguiendo los estándares de calidad y cumplimiento con el fin de ofrecer un producto que genere confianza acerca de su nivel de excelencia.

Siendo así, el Sistema de Gestión de Calidad es un conjunto de elementos y herramientas como informes, formatos, registros, evaluaciones, que permiten supervisar todos los aspectos del producto de una empresa, tanto su proceso como las características del elemento como tal con el fin de ofrecer satisfacción y confianza al cliente de que lo que está recibiendo es certificado y cumple con estándares de excelencia.

4. DESARROLLO DE LAS PRÁCTICAS

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

SMART Clarisas está ubicado en el municipio de Piedecuesta entre las calles 10 y 11, y las carreras 13 y 14.



Ilustración 4. Ubicación de la obra SMART Clarisas en Piedecuesta

Con un área de 4090.97 m², el proyecto ofrece 6 tipos de apartamentos y un total de 226 viviendas; también cuenta con un Hostal y locales comerciales. La obra se encuentra organizada de la siguiente manera: (Ver anexo 1).

La torre 1 cuenta con 4 niveles de sótanos y 13 pisos de apartamentos que albergan 76 viviendas. En sus sótanos se encuentra ubicado el Hostal Clarisas que cuenta con 34 habitaciones; tiene entrada propia y servicio de elevador aparte. La parte externa de la torre y cara frontal (por la calle 10) tiene 6 locales para comercio. Tanto el Hostal como los locales son propiedad de HG Constructora.

La torre 2 cuenta con 4 niveles de sótanos y 13 pisos de apartamentos que albergan 78 viviendas. Junto a ella se encuentra una cancha multifuncional y una zona de ocio y recreación.

La torre 3 cuenta con 5 niveles de sótanos y 12 pisos de apartamentos que albergan 72 viviendas. En la parte posterior de la torre, en el sótano 1, estará ubicada una zona húmeda (turco, sauna, jacuzzi y duchas), y un salón social para eventos.

Tabla 1. Tipos de apartamentos T2, SMART Clarisas

APTOS TORRE 3 - MODELOS				
MOD	m²	ALCOBAS	BAÑOS	ESTUDIO
1	55	3	2	NO
2	55	3	2	NO
3	55	2	2	SÍ
4	43	2	1	NO
5	55	3	2	NO
6	43	2	1	NO

Tabla 2. Tipos de apartamentos T3, SMART Clarisas

APTOS TORRE 3 - MODELOS				
MOD	m²	ALCOBAS	BAÑOS	ESTUDIO
1	55	3	2	NO
2	55	3	2	NO
3	43	2	1	NO
4	55	3	2	NO
5	55	3	2	NO
6	66	3	2	SÍ

4.2 DISEÑO ESTRUCTURAL:

El sistema constructivo se dividió en dos etapas:

Una primera etapa (finalizada) donde se realizó la excavación, la cimentación y los niveles de sótanos incluyendo el hostel; se empleó sistema tradicional de columnas, vigas y placas aligeradas con vigas descolgadas. La segunda etapa es la construcción de las torres con sus apartamentos y zonas comunes empleando el sistema tipo Túnel o industrializado.

El diseño estructural de las torres (niveles residenciales) está compuesto por 84 muros estructurales tipo pantalla de 15 centímetros y 20 centímetros de espesor; y una placa maciza de 12 centímetros de espesor.

El refuerzo en acero de los muros se compone por flejes, ganchos, varillas longitudinales y mallas electrosoldadas por ambas caras del muro. Para la placa se

emplean vigas, acero recto, viguetas y dos capas de mallas electrosoldadas (superior e inferior).

4.3 EQUIPO ADMINISTRATIVO DE LA OBRA

Para la gestión y administración de la obra, HG cuenta un grupo de trabajo compuesto 12 personas y distribuido de la siguiente manera:

- 3 personas para la gestión técnica y administrativa tales como diseños, modificaciones, contratos, cortes de obra y programación de obra.
- 1 persona de veeduría técnica y financiera encargado de aprobar diseños y pagos finales por parte de la empresa para con los contratistas.
- 1 persona para diseños de redes eléctricas y especificaciones relacionadas.
- 2 personas para la revisión continua de la Gestión de Calidad de los procesos de la obra tanto técnicamente como jurídicamente con enfoque hacia el cumplimiento del servicio al cliente.
- 2 personas encargadas del almacén, pedidos de materiales, compras y despachos.
- 2 personas para la implementación y cumplimiento de los programas de seguridad y salud en el trabajo.
- 1 persona para la supervisión técnica en obra (cargo ocupado por el practicante) encargado de hacer seguimiento y verificar el cumplimiento de diseños y especificaciones técnicas en obra.

Tabla 3. Grupo administrativo de SMART Clarisas.

DEPENDENCIA	No. INTEGRANTES
EQUIPO TÉCNICO Y ADMINISTRATIVO	3
VEEDURÍA TÉCNICA Y FINANCIERA	1
EQUIPO ELÉCTRICO	1
GESTIÓN DE CALIDAD	2
SISTEMA DE GESTIÓN Y SALUD	2
ALMACEN Y MATERIALES	2
SUPERVISIÓN TÉCNICA EN OBRA	1

A este grupo se le suman 4 operadores encargados de maquinaria pesada de excavación, torre grúa, sistemas de transporte de materiales y manejo de equipos

y herramienta pesada. Cabe resaltar que HG Constructora realiza subcontrataciones de mano de obra de acuerdo con las áreas de trabajo y sus fases.

A lo largo de las prácticas, el apoyo de la practicante se clasificó en 3 frentes de trabajo: supervisión de actividades de estructura, inspección estructural post fundida e inspección de redes hidrosanitarias, siempre haciendo seguimiento al desarrollo de la programación de obra semanal. Todas las actividades y su progreso se socializaron en los comités de obra respectivos a la fecha.



Ilustración 5. Comité de obra quincenal

4.4 SUPERVISIÓN DE ACTIVIDADES DE ESTRUCTURA:

El apoyo principal inmediato se enfocó a las actividades de armado de acero de la fase estructural de la torre 3 con el fin de ejercer una supervisión técnica de los diseños y establecer un control en el uso y gasto de material. Para ello fue necesario conocer a fondo los planos estructurales y obtener cantidades aproximadas de acero para toda la edificación. Posteriormente, se aplicó el mismo proceso para las demás actividades que se fueron presentando eventualmente.

HG cuenta con un juego de formaletas mano portable FORSA de aluminio que permite modular y fundir semanalmente un nivel completo de 6 apartamentos con su respectiva placa maciza. Al inicio de la práctica, la estructura de la torre 3 se encontraba por su tercer piso, a lo largo de la práctica se terminó toda la estructura incluyendo su cubierta.

4.4.1 INSPECCIÓN ARMADO DE MUROS TORRE 3

La torre 3 tiene 33 diseños de muros para un total de 84 elementos en cada piso. La altura libre de los muros es de 2,48 metros y el ancho varía entre los 0.6 metros y los 5.10 metros. De los 33 tipos, 19 tienen espesor de 15 centímetros (ubicados en los ejes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8) y los 14 tipos restantes tienen espesor de 20 centímetros (ubicados en los ejes A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M).

El refuerzo principal de las pantallas lo componen los “elementos de borde”, estos a su vez están compuestos por varillas longitudinales (verticales), flejes, ganchos y varillas rectas (horizontales) que conectan el elemento de borde con las mallas electrosoldadas. A medida que el edificio va alcanzando altura, los elementos de borde empiezan a disminuir el ancho hasta desaparecer y ser reemplazados únicamente por varillas longitudinales y flejes de 19 centímetros de ancho.

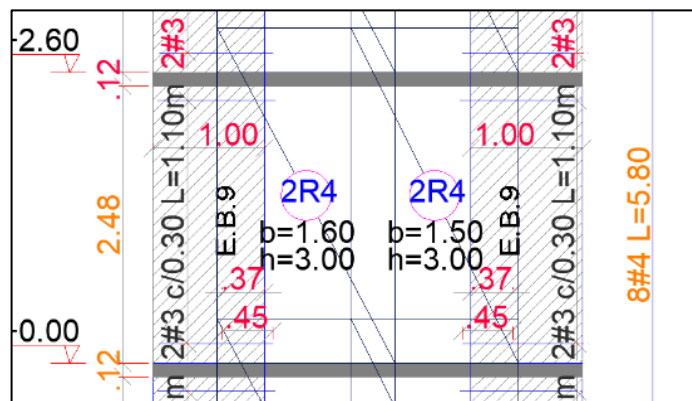


Ilustración 6. Perfil de muro con elemento de borde 9 (E.B.9)

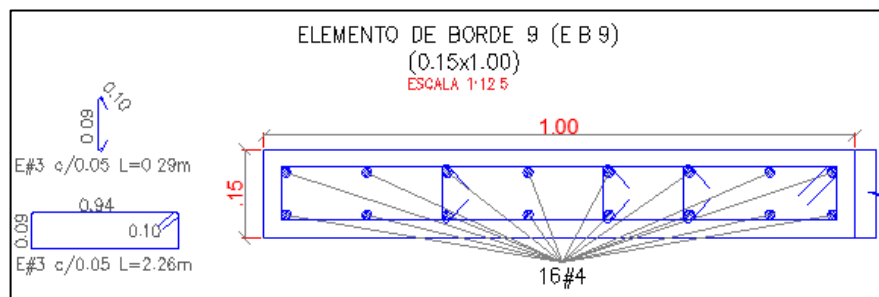


Ilustración 7. Composición de elemento de borde 9 (E.B.9)

Los elementos de borde y por ende los flejes que lo componen, tiene de ancho entre 0.54 metros hasta 1.09 metros. Las varillas que hacen de “conectores” horizontales son 10 centímetros más largos que los elementos de borde ya que deben traslapar con las mallas. El número de ganchos que va en los flejes varía desde 2 hasta 6

dependiendo del muro. Para tener una mejor visualización de la distribución del acero en cada muro y placa de la estructura, se genera una hoja de cálculo a través de MS Excel®. Se obtienen cantidades de acero de acuerdo a cada elemento de refuerzo clasificándolo por diámetro de varilla, con el fin de poder realizar pedidos futuros.

		LONGITUDINAL		ESTRIBOS 3/8 EB		ESTRIBOS SIMPLES .19		GANCHOS			
		X MURO	CONCTRS	TRASLAPO	CANT	DIMEN	CANT	# ESTR	CANT	CANT	TOTAL
ALTURA 2,48 e = 15 0,05 e = 20 0,07		0,00	10,00	501,00		/	/	/	/		
23 - 25 - 72 - 75	1,85 4	-	4,00	16	16,00	0,540	48,00	48,00	192,00		
21	1,85 1	EB1	10,00	12,00	16	16,00	0,540	48,00		1,0	48,00
42 - 47 - 51	0,6 3	-	10,00	12,00	15	30,00	0,540	144,00		1,0	144,00
46 - 55 - 56	0,7 3	-	12,00	12,00	18	36,00	0,640	144,00		2,0	288,00
52	1,05 1	-	16,00	12,00	8	16,00	0,990	48,00		3,0	144,00
43	1,15 1	-	18,00	12,00	9	18,00	1,090	48,00		3,0	144,00
24 - 73 - 74	1,5 3	-	4,00	12,00	12	12,00		48,00	144,00		
82	1,55 1	-	4,00	12,00	4	4,00		48,00	48,00		
45 - 54 - 57	1,75 3	-	4,00	12,00	12	12,00		48,00	144,00		
31 - 61	1,75 2	-	4,00	12,00	8	8,00		48,00	96,00		
33	2,05 1	-	4,00	12,00	4	4,00		48,00	48,00		
32	2,65 1	EB1	10,00	12,00	16	10,00	0,540	48,00		1,0	48,00
44 - 53 - 58	2,75 3	-	4,00	12,00	12	12,00		48,00	144,00		
76	2,2 1	-	4,00	12,00	4	4,00		48,00	48,00		
22 - 71	3,55 2	-	4,00	12,00	8	8,00		48,00	96,00		
81	2,5 1	-	4,00	12,00	4	4,00		48,00	48,00		
41	1,95 1	-	4,00	12,00	4	4,00		48,00	48,00		
11	3,85 1	EB9	16,00	16,50	8	16,00	0,940	48,00		3,0	144,00
12	3,25 1	EB9	16,00	16,50	24	16,00	0,940	48,00		3,0	144,00
C2 - D3 - F2 - G2 - J2 - J3 - H3 - K2 - K3 - L2 - D3 - F3 - G3 - H4	0,8 14	-	34,00	12,00	7	196,00	0,740	672,00		2,0	1344,00
H2 - C4 - H5 - J4	0,75 4	-	12,00	12,00	16	48,00	0,690	192,00		2,0	384,00
B2	0,85 1	-	14,00	12,00	8	14,00	0,790	48,00		3,0	144,00
C3 - B3	1 2	-	16,00	12,00	12	32,00	0,940	96,00		3,0	288,00
B4 - C5	1,5 2	-	4,00	12,00	10	8,00		48,000	96,00		
H1 - H6 - J5	1,7 3	-	4,00	12,00	44	12,00		48,000	144,00		
A3	2,35 1	EB7	10,00	24,00	16	10,00	0,540	48,00		1,0	48,00
C1 - D1 - F1 - G1 - J1 - K1 - H4 - G4 - D5 - K3 - L3	3,35 11	EB8	14,00	27,00	8	154,00	0,740	528,00		2,0	1056,00

Ilustración 8. Cantidades de acero para muros por piso en Microsoft Excel

De igual forma, para realizar la supervisión más efectiva, siguiendo los planos y los cálculos de acero, se hace una marcación de los muros del mismo tipo (mismo diseño) y se genera un plano clasificándolos por colores a lo largo de la placa:

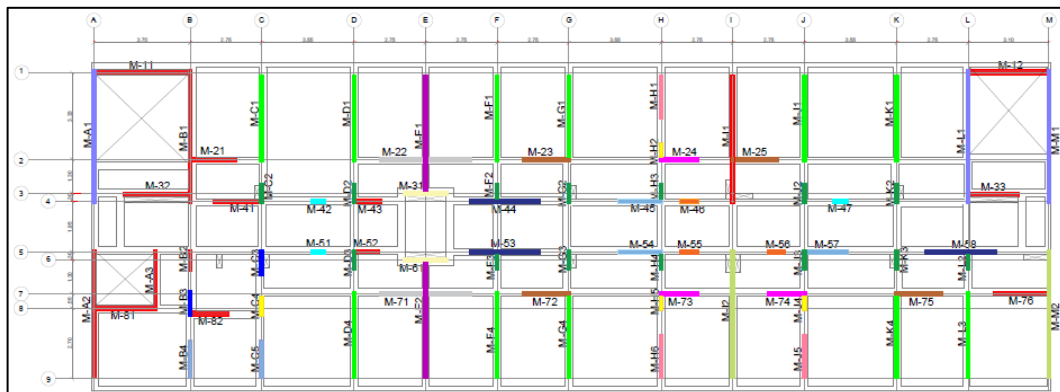


Ilustración 9. Clasificación de muros por colores

Esta herramienta permite navegar más fácil a lo largo de la placa y realizar el chequeo de los muros de forma más rápida. Los muros en color rojo restantes son únicos y cada uno tiene su propio diseño.

VIGAS											
3/8											
		V1		V2		VML 3				VML4	
V1	4,00	A-B	3,78	2,25	A 3-5	5,38	A	2,00	26,35	2,55	D 3-6
V2	5,00	B-C	2,75	2,25	A 3-5	10,70	B	3,00	3,78	2,55	E 3-6
V3	5,00	C-D	3,55	1,95	B 4-5	10,70	C	4,00	28,00	3,10	5 L-M
V4	9,00	D-E	2,75	1,95	C 4-5	10,70	D	5,00	25,25	8,20	TOTAL
V5	4,00	E-F	2,75	1,95	D 4-5	10,00	E	7,00	30,32	1,20	TRSLP
VESC	3,00	F-G	2,75	1,95	F 4-5	10,70	F	8,00	6,53	9,40	T + TRS
VESC	3,00	G-H	3,55	1,95	G 4-5	10,70	G	TOTAL	120,23	84,60	9V
TOTAL PISO		H-I	2,75	1,95	H 4-5	10,70	H	TRSLP	12,60	14,10	6M
		I-J	2,75	1,95	I 4-5	7,50	I	T + TRS	132,83		
		J-K	3,55	1,95	J 4-5	10,70	J	5V	664,15		
		K-L	2,75	1,95	K 4-5	10,70	K	6M	110,69		
#3	336,00	L-M		2,25	L 3-5	10,30	L				
#5	5,00	TOTAL	67,36	2,25	L 3-5	1,50	M				
		TRSLP	7,20	2,25	M 3-5						
		T + TRS	74,56	28,80	TOTAL	120,28	TOTAL				
		4V	336,28	3,00	TRSLP	132,88	T + TRS				
		6M	56,05	31,80	T + TRS	664,40	5V				
				159,00	5V	110,73	6M				
				26,50	6M						

Ilustración 11. Cantidades de acero para vigas por piso en MS Excel

El armado de placa se divide en tres etapas:

1. Se instala la malla inferior, las vigas y los refuerzos (varillas de acero recto) donde indique el diseño.
2. Se instalan las redes hidrosanitarias, de gas y eléctricas. Se ubican los negativos de los buitrones y sus respectivas viguetas.
3. Se instala la malla superior y el refuerzo en los ejes de los muros (varillas de acero recto).
4. Se agregan los elementos extras para separación de elementos y se funde con grúa por secciones.

Según lo anterior, el trabajo de supervisión en placa consiste en verificar la ubicación y longitud de las varillas, el armado e instalación de las vigas, traslapos y terminaciones, y la longitud de los traslapos de mallas. En caso de encontrar errores o elementos faltantes, se le comunica al oficial a cargo del armado de la placa para que haga las correcciones antes de fundir.



Ilustración 12. Armado de placa

4.4.3 INSPECCIÓN ÚLTIMO PISO Y CUBIERTA TORRE 3

El doceavo y último piso de la torre 3 tiene un diseño a doble altura, por lo tanto, para su construcción se requiere de parales, andamios, entarimados y demás elementos que permitan a la mano de obra trabajar a una altura de 4,5 metros aproximadamente sobre el nivel de la placa 12 (+28.30 m).

La doble altura arranca en la fachada y va disminuyendo progresivamente hacia el pasillo finalizando en la viga canal que reposa sobre los pasillos. El remate de estos muros, conocidos como “cuchillas”, deben tener la pendiente establecida para la cubierta, 15%. En cuanto al acero, los componentes principales (flejes, ganchos y varillas), mantienen los diseños aumentando cantidades según la altura. Para lograr los vanos, se instala una viga en su parte superior y se genera un negativo con láminas de icopor. En los remates de las cuchillas se arma una viga, con la pendiente establecida y con unos flejes más anchos para recibir la cubierta.

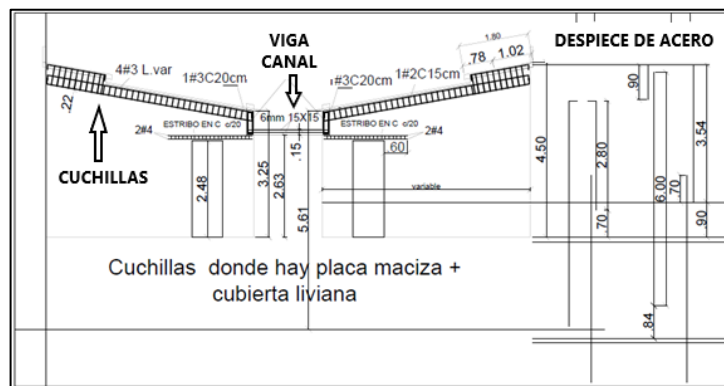


Ilustración 13. Armado cuchillas torre 3

La cubierta está compuesta por secciones en concreto y secciones de teja sin traslape (metálicas) que liberan peso a la estructura. Tiene una sección plana más alta donde está ubicada la escalera de acceso a la cubierta con su escotilla y el foso del ascensor. Esta altura extra se debe respetar por el recorrido de la cabina del ascensor y el espacio donde deben ir instalados los equipos al no contar con cuarto de máquinas.



Ilustración 14. Armado cubierta torre 3

Al igual que para los demás pisos de la torre, se diseñó una hoja de cálculo con las cantidades de acero requeridas para las cuchillas, la viga canal, la cubierta en concreto y por último la cubierta liviana. Tanto el control de materiales como los pedidos de este estuvieron a cargo de la practicante.

El proceso constructivo se realizó siguiendo el orden lógico de la armada. Iniciando por los muros de doble altura (cuchillas), se deja el empalme para unir la viga canal; sobre esta reposan y se le unen las secciones de la cubierta en concreto; para finalizar se funde la placa del foso del ascensor y los antepechos que rodean la cubierta con fin arquitectónico.

Para la fundida de los muros se debe tener especial cuidado ya que la doble altura genera un volumen de concreto muy alto que representa un riesgo al momento de fundir debido a la fuerza de expansión del mismo. Para esto se aplican dos capas de concreto dejando un tiempo de aproximadamente una hora entre las mismas con el fin de controlar la expansión. El concreto debe tener una fluidez media para que pueda llegar a las partes más baja del muro apoyándose en el vibrador de concreto manual.



Ilustración 15. Armado de viga canal torre 3

De forma contraria, en la parte más alta de las cuchillas, para lograr la pendiente de los elementos se maneja un concreto con bajo contenido de acelerante, de mayor densidad y de mediana fluidez que permite moldear el filo del muro. Sin embargo, para lograr un acabado según los requisitos de calidad, los elementos post fundida requieren de un gran número de resanes debido a la segregación del material por la altura del elemento.



Ilustración 16. Segregación de concreto post fundida cuchillas torre 3

4.4.4 MURO DE CONTENCIÓN CALLE 11

Como parte de las actividades de estructura, se diseñó un muro de contención ubicado en la fachada de la calle 11, en el costado occidental para dar soporte y cerramiento a un material terroso inestable base de una casa vecina que colinda con los sótanos del proyecto y genera un riesgo de colapso. Las zarpas de cualquier elemento de contención, de acuerdo con la norma, no pueden descansar sobre un material de relleno, por lo tanto, se diseña una base en concreto ciclópeo entre los niveles -11,70m y -12,40m ($e=0,70m$) con un área de $40 m^2$ y un volumen aproximado de $28 m^3$.

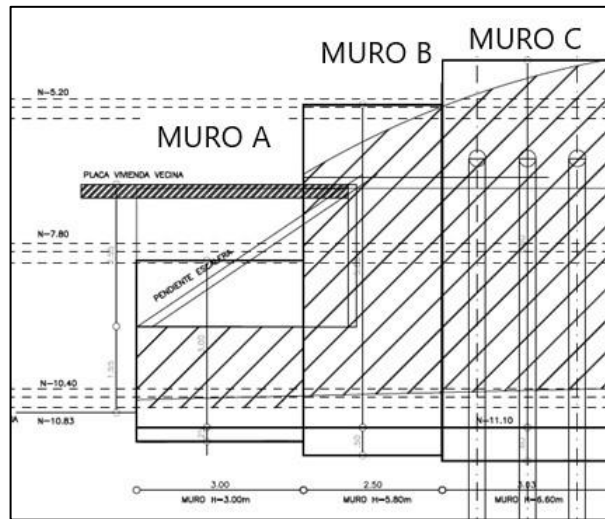


Ilustración 17. Corte muro de contención calle 11

Posteriormente, el armado del muro se dividió en 3 secciones: Zarpa C y Muro C (H= 6.60m), luego la Zarpa B y el Muro B (H=5.80 m). El muro A no se construye ya que con los dos anteriores es suficiente para contener el material.

Siguiendo las directrices del Departamento del Sistema de Gestión de Calidad, se empieza a llevar el formato “CO – HG – FT – 21 VALIDACIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO: ESTRUCTURA” con el fin de dejar registro de las conformidades o no conformidades técnicas de los elementos, en este caso, el muro de contención. En este formato se consignan las anotaciones desde las actividades de cimentación hasta las actividades de resanes y entrega de acabados para estructura.



Ilustración 18. Fundida de muro de contención calle 11

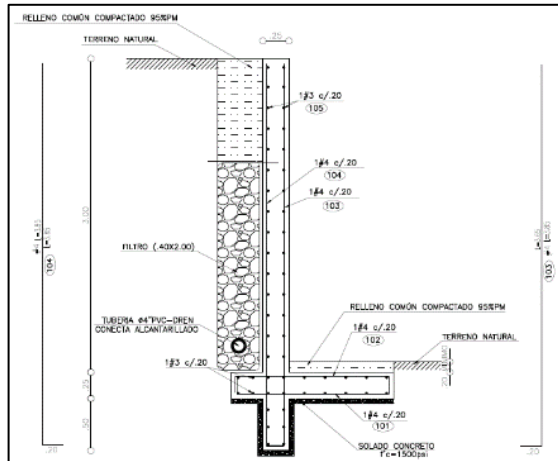


Ilustración 19. Detalle de acero de contención calle 11

4.4.5 CONSTRUCCIÓN CUBIERTA DE MÓDULO 4

El módulo 4 es toda la zona que está ubicada en el costado occidental de la obra, junto a la torre 3, piso 1.

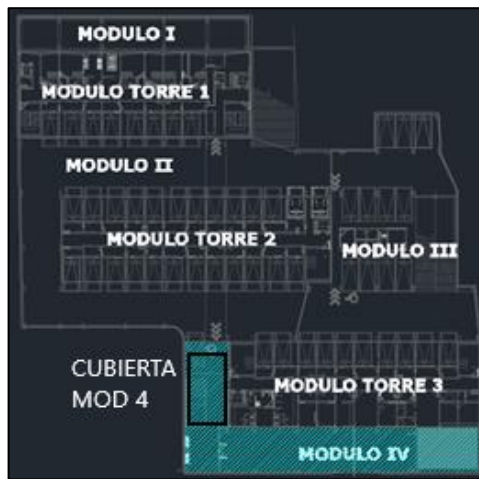


Ilustración 20. Localización cubierta en Módulo 4

Para este módulo los diseños consisten en una serie de columnas y vigas que empalman con una cubierta liviana de teja sin traslapo (misma cubierta empleada en las torres) con una pendiente del 20% que desemboca en una viga canal. Anexo a la construcción del módulo se realiza el armado y fundida de las escaleras de acceso al salón social ubicado en el sótano 1 costado sur.

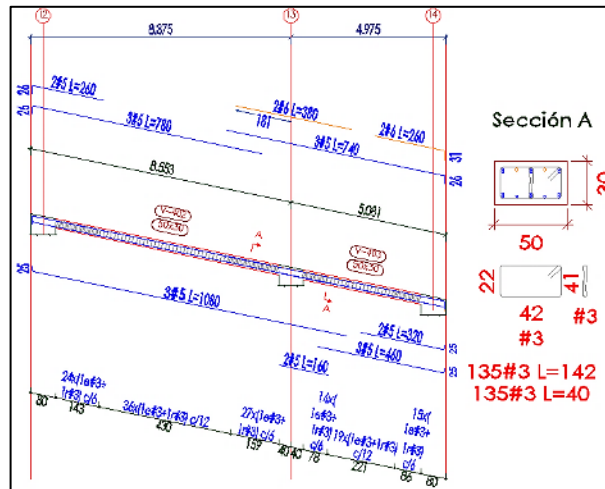


Ilustración 21. Detalle de acero vigas módulo 4

El armado de los elementos se realiza por secciones debido a la altura del mismo. Primero se montan las columnas medias, luego las bajas y la viga canal que va a recibir el flujo de aguas lluvias de esa sección; posteriormente se arman las columnas más altas y el armado de vigas que componen el sistema pórtico incluyendo la viga canal.



Ilustración 22. Armado pórtico módulo 4

Debido a la altura de los elementos, la fundida se realiza con góndola por medio de la grúa y concreto de 4000 PSI ($f'c=28$ MPa) al igual que los demás elementos estructurales de la obra. Para finalizar, el contratista de carpintería metálica instala la cubierta liviana.

Cabe resaltar que el formato de validación exige realizar una verificación post-fundida de plomos, pendientes y acabado de los elementos de acuerdo a lo

establecido en los diseños.

4.5 INSPECCIÓN ESTRUCTURAL TORRE 3

A raíz de inconvenientes presentados en la torre 2 respecto a vanos, plomos y alineamientos, se decide implementar una inspección detallada e inmediata de la torre 3 y todos sus elementos estructurales con el fin de corregir y evitar problemas futuros en fase de acabados.

Para esto HG Constructora decide contratar un maestro de obra especialista en estructura, el cual, a cargo de la practicante, realizará la inspección de la torre 3.

Junto al maestro de obra, la practicante realizará recorridos por cada piso y apartamento marcando los errores de acuerdo con las tolerancias permitidas. (Ver anexo 2.)

La información obtenida se consigna en un plano por piso que permite ubicar los detalles a corregir y posteriormente se registra en el formato “CO-HG-FT-31 MEMORANDO DE INSPECCION Y SUPERVISION DE OBRA”. Dicho registro se le entrega al contratista para que realice las correcciones pertinentes. (Ver anexo 3.)

Las tolerancias permitidas varían según la ubicación del muro:

- Muros en baños: se debe eliminar todos los bordes que sobresalen conocidos como “muelas” generadas por las formaletas que alcancen o superen los 5 milímetros, se verifican escuadras y plomos que puedan afectar el enchape.
- Vanos de las puertas: se verifican medidas, plomos y alineaciones.
- Muros restantes: se verifica imperfecciones que puedan afectar el estuco y pintura. (muelas, chichones, huecos, corbatas olvidadas y resanes).
- Placa: se ordena retirar todo residuo de concreto que afecte la construcción del mortero y las varillas clavadas en la placa (pines).

Una vez el contratista de estructura haga las correcciones pertinentes, se recibe piso por piso y se chequea la casilla de conformidad. De no cumplir con estos requisitos, la constructora pasa a tomar acciones jurídicas y a disponer del fondo de garantía del contrato vigente.



Ilustración 23. Inspección de alineamiento en vano de entrada apartamento T3

4.6 INSPECCIÓN DE REDES HIDROSANITARIAS

A pesar de que el diseño inicial para las 3 torres fue el mismo, a medida que se han construido se han realizado modificaciones con el fin de hacer su construcción más eficiente. En cuanto a los diseños estructurales entre la torre 2 y torre 3 se realizó una optimización a las cantidades de acero y concreto eliminando los muros no estructurales, previstos inicialmente como muros en concreto y se cambió su diseño a mampostería. Esta modificación surgió como resultado de reprocesos presentados en la torre 2 respecto a las ubicaciones de algunos puntos hidrosanitarios en los muros no estructurales mencionados.

Previo al encofrado de muros, el equipo de plomería ubicaba las tuberías con sus puntos de salida asegurando su sitio con alambres a las mallas electrosoldadas; sin embargo, al realizar el encofre, el equipo de estructura con las corbatas y otros elementos movía los puntos de las tuberías desnivelándolos, torciéndolos y hasta fracturándolos.

Como consecuencia a lo anterior, al momento de realizar las pruebas de presión se encontraban fugas en los apartamentos obligando a realizar cambios a tramos y elementos de tubería generando sobre costos y tiempo.

4.6.1 INSPECCIÓN DE ALTURAS Y UBICACIONES DE PUNTOS HIDRÁULICOS

La inspección se basó en corroborar las medidas y ubicaciones de acuerdo a los planos con las medidas y ubicaciones post fundida. Para los puntos hidráulicos de los lavaderos la tolerancia máxima aceptada para el desfase fue +/- 1.5 centímetros respecto a la ubicación en los planos. Para los mezcladores de duchas el desnivel máximo tolerado fue 0.5 centímetros.

Todas las observaciones tanto positivas como negativas se dejan por escrito en el formato de Gestión de Calidad "CO-HG-FT-31 MEMORANDO DE INSPECCION Y SUPERVISION DE OBRA" especificando las correcciones que se necesitaban realizar en la torre 2 respecto a los puntos de las redes hidrosanitarias en cada apartamento. La casilla de conformidad del formato se completa una vez se realizan las correcciones pertinentes para ese ítem en cuestión. (Ver anexo 4.)

En total se realizaron correcciones en 45 apartamentos de la torre 2.

4.6.2 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

La prueba de estanqueidad consiste en verificar la red hidráulica de cada apartamento a través de la presión del agua a lo largo de un tiempo establecido. Para esto, se inyecta agua en la red y con un manómetro se miden los cambios de presión en la misma.

El equipo de plomeros es el encargado de hacer las pruebas y de informar su tiempo de inicio y presión inicial. El tiempo establecido para las pruebas varía entre 2 y 3 horas. Si al final de este tiempo, el valor de la presión registrado inicialmente en el manómetro disminuye, significa que hay una fuga en la red. Con una inspección visual se puede determinar la salida del agua y proseguir a hacer su debida corrección.

Todos los datos de las pruebas deben registrarse en el formato "CO-HG-FT-40 CONTROL DE PRUEBAS DE PRESION" cumpliendo con lo establecido en el Sistema de Gestión de Calidad. (Ver anexo 5.)

La red se recibe a conformidad después de realizar los arreglos pertinentes en la red (cambio de accesorios, tubos y demás que generen la fuga), y volver a realizar la prueba de estanqueidad. De no volver a mantenerse constante la presión a lo largo de la red en el tiempo establecido, se debe volver a buscar fuga. El proceso

se repite hasta que cumpla satisfactoriamente.

La inspección arrojó que la mayoría de las fugas se ocasionaban por percances al instalar los pines que sostenían y aseguraban las formaletas a las placas. Al instalar los pines, fabricados con retazos de varillas de acero de 3/8 de pulgada, atravesaban los tubos de la red hidráulica embebidos en la placa. Estos arreglos requerían demoler la placa en la zona del tubo, cambiar el elemento partido y luego hacer un resane estructural.



Ilustración 24. Arreglo en placa de fuga en red hidráulica

4.7 SEGUIMIENTO A LA PROGRAMACIÓN DE OBRA

HG Constructora, como empresa santandereana, apoya al trabajo y al talento de la región. Actualmente, para la construcción de SMART Clarisas se cuenta con 15 empresas contratistas trabajando simultáneamente.

Tabla 4. Empresas contratistas y su especialidad.

CONTRATISTA	FRENTE DE TRABAJO
ENCONSTRUCCIONES Ingeniería SAS	Mano de obra estructural
Industrias Metálicas GUMEN SAS	Carpintería metálica
Acelas Construcciones SAS	Alcantarillado, rellenos, mampostería y frisos
Hidrosanitarias DARE SAS	Redes hidrosanitarias y de gas
PROECONS SAS	Redes hidrosanitarias y de gas torre 1
Alberto Mantilla Construcciones SAS	Morteros y enchapes
Instalaciones Eléctricas Peña SAS	Instalaciones eléctricas en estructura
Instalaciones Electroferro SAS	Instalaciones eléctricas en fase de acabados
PYP Construcciones e Ingeniería SAS	Pintura, estuco y cubiertas internas
Mario Ardila Construcciones SAS	Mampostería y frisos
Sikaflexibles Impermeabilizaciones SAS	Impermeabilizaciones y tratamiento de juntas.
Muebles Estupiñan SAS	Carpintería de madera
Ventanar SA	Ventanería
CST Limpieza SAS	Limpieza y aseo
Prevesa SAS	Concreto

En las primeras semanas del desarrollo de la práctica el seguimiento se enfocó a 3 contratistas específicamente:

ENCONSTRUCCIONES Ingeniería SAS, Acelas Construcciones SAS e Hidrosanitarias DARE SAS. El seguimiento consistía en visitar los frentes de trabajo y tomar nota de los avances o retrasos de las actividades. Inicialmente el seguimiento se realizaba con un formato de gestión de tareas denominado PPC (Porcentaje de Programa Completado) donde cada semana se evaluaba el PAC (Porcentaje de Actividades Completadas) para cada contratista. El PAC influía en el proceso de calificación de cada contratista desarrollado por el grupo de Gestión de Calidad.

PORCENTAJE DE PLAN COMPLETADO								
PROGRAMACIÓN DE OBRA SEMANAL								
Semana del 08 al 13 de Julio								
HIDROSANITARIAS DARE S.A.S								
No	ACTIVIDAD	LUNES	MARTES	MIÉRC	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PPC
1	Montante hid torre 2			X	X			1
2	Prueba montante hid torre 2				X	X		1
3	Araña de pasillos (incluye viga canal cubierta)		X	X				1
4	Bajantes Aguas lluvias sotosanos torre 2, instalación de yee sanitaria para recibir agua de canaleta en sikasernafil					X		1
5	Instalación desagues sotano 5				X			1
6	Araña sanitaria de modulo 3 primer piso (cancha)				X			1
7	Listado de material para arañas salida				X			1
8								
							PAC (%)	100.00
RESTRICCIONES								

■ Completado
■ No completado
■ Programado
■ Aplazado

Ilustración 25. Porcentaje de Programa Completado (PPC) para Hidrosanitarias DARE S.A.S.

Cada empresa contratista tenía sus actividades y su PPC, pero, al ver que este formato semanal no permitía entablar conexiones de tareas entre contratistas o incluso tareas del mismo contratista, se decide rediseñar toda la programación en Microsoft Project para poder observar mejor el empalme y traslapo de tareas.

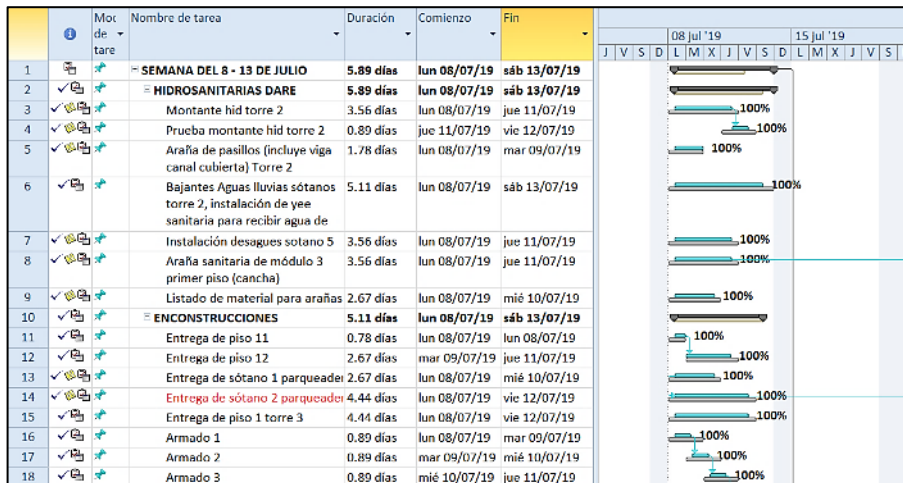


Ilustración 26. Programación semanal en Project para Hidrosanitarias DARE y ENCONSTRUCCIONES.

Al combinar el seguimiento con los compromisos pactados en los comités de obra se ejercía un mayor control de actividades.

LISTADO DE COMPROMISOS CON					
CONTRATISTA	ACTIVIDAD	Requerimiento y/o actividad precedente	Comité 23/08/2019	Avance	Comité 06/09/2019
OCTAVIO GUARIN					
	Quitar cerramiento Calle 11	Se incumple en espera de evacuar formaleta.	Compromiso: inicia 27/08/2019 Termina: 31/08/2019.	Va avanzando	Compromiso: terminar sábado 07/09/2019
	Cerramientos de cuartos técnicos	Cumplió.	Revisar con el Ing. Luis Miguel la dimensión de las puertas del cuarto de bombas		Compromiso: Instalar las puertas y la escalera del cuarto de bombas el miércoles 11/09
	Puertas armario de medidores y subestión.				Compromiso: puertas de medidores para el
	Instalación de soportes de válvulas de 2 1/2"		Compromiso: 4 días después de instaladas, inicia el 28/08/19.	Incumplió	Compromiso: hoy empieza a instalar, el miércoles 11/09 termina
	Dinteles de 5 al 13 T.2, URG. Dar prioridad a baños	Cumplió.	Compromiso: terminar del 8 al 11 con demas dinteles. 30/08/19	Cumplió, pero falta el piso 13.	Compromiso: 12/09/2019

Ilustración 27. Compromisos del comité de obra para Industrias Metálicas GUMEN (Contratista: Octavio Guarín)

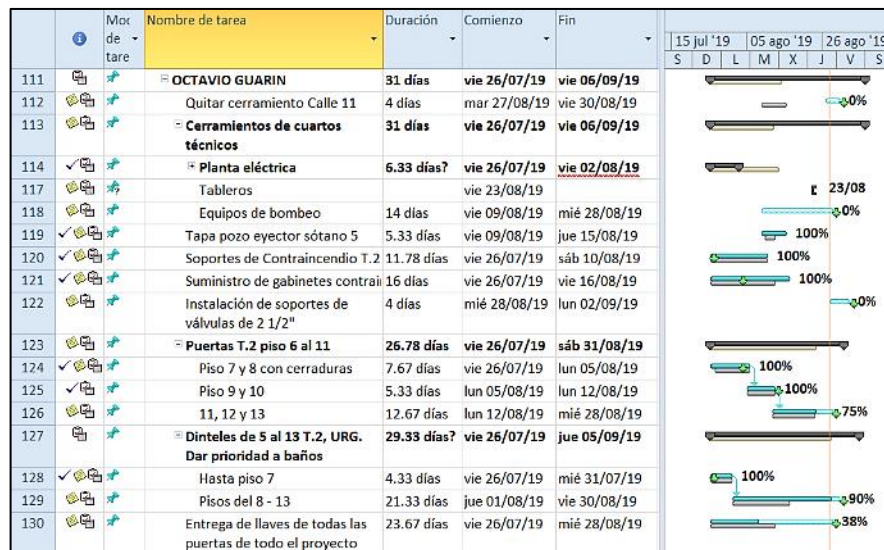


Ilustración 28. Programación en Project de compromisos pactados en comités de obra para Industrias metálicas GUMEN S.A.S. (Contratista: Octavio Guarín)

La obra cuenta con su programación completa de actividades, pero, su enfoque de diseño es muy general y no alcanza a cubrir al detalle cada tarea.

Cada comité de obra quincenal se actualiza la programación revisando los compromisos pasados y agregando los nuevos. Con este control de la programación de obra de todos los contratistas se puede hacer seguimiento diariamente

(dependiendo de las tareas y la disponibilidad de tiempo) y reportar las situaciones donde exista atraso o incumplimiento de las fechas pactadas.

4.8 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN

A partir de la programación de obra se obtienen duraciones y rendimientos que permiten aplicar la metodología Lean Construction en la evaluación de tiempos. Una herramienta para establecer estrategias de mejora en los rendimientos registrados en obra es la “Prueba de los 5 minutos”.

HG CONSTRUCTORA S.A.		METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION	
SMART CLARISAS		PRUEBA DE 5 MINUTOS	
FECHA:	HORA:	REVISÓ: Karol Vargas Villamizar (Practicante)	
ACTIVIDAD:		MANO DE OBRA	
		OFICIO:	Oficial Ayudante
		CANTIDAD:	
TIEMPO PRODUCTIVO (min)	0	LABOR:	
TIEMPO CONTRIBUTIVO (min)		LABOR:	
TIEMPO NO CONTRIBUTIVO (min)	0	LABOR:	
COMENTARIOS:			

Ilustración 29. Formato para la toma de datos de la “Prueba de los 5 minutos”

Esta prueba consiste en realizar observaciones consecutivas de 5 minutos al trabajo que realiza una cuadrilla durante un periodo de tiempo estimado. El fin de la prueba es clasificar el tiempo que consume dicha cuadrilla en tiempo productivo, tiempo contributivo y tiempo no contributivo.

Tiempo productivo es todo aquel que genere valor y avance a la actividad. Tiempo contributivo es el todo aquel que no genera valor ni avance, pero es necesario para generar tiempo productivo. Tiempo no contributivo es todo aquel que no genera valor ni avance y tampoco contribuye a generar tiempo productivo. Cabe aclarar que, aunque los tiempos para hidratación y descanso del personal son necesarios, en términos de productividad no contribuyen ni generan ningún valor a la actividad que se desarrolla y por eso son considerados no contributivos. En toda actividad existirán tiempos contributivos y no contributivos, lo que se busca es que sean lo más bajo posibles; para ello se deben lograr estrategias o técnicas que hagan la actividad lo más productiva posible.

Para un caso puntual de actividad de mampostería en los pisos en la torre 3, el rendimiento esperado de acuerdo a la cuadrilla: un oficial y un ayudante, era de 6 días laborales por piso, pero, el rendimiento registrado en la actividad fue de 12 días. Con esta información se aplica la prueba de los 5 minutos a la cuadrilla y se logra determinar la causa de la demora:

Tabla 5. Aplicación de la prueba a una cuadrilla de mampostería de torre 3.

MAMPOSTERÍA T3 (t = SEG)					
TOMA	05/08/2019	PRODUCT	CONTRIB	NO CONTRIB	TOTAL SEG
1	10:45	0	300	0	300
2	10:50	0	202	98	300
3	10:55	0	275	25	300
4	11:00	132	168	0	300
5	11:05	138	162	0	300
6	11:23	0	233	67	300
7	11:28	0	280	20	300
8	11:33	49	251	0	300
9	11:38	0	227	73	300
10	11:44	0	267	33	300
11	11:49	0	115	185	300
12	11:55	300	0	0	300
13	11:40	72	198	30	300
14	11:45	52	184	64	300
15	11:51	115	165	20	300
16	11:56	300	0	0	300
17	15:57	186	88	26	300
18	16:02	134	166	0	300
19	16:07	0	195	105	300
20	16:12	0	254	46	300
21	16:17	300	0	0	300
22	16:22	132	168	0	300
23	16:27	300	0	0	300

Tabla 6. Resultados "Prueba de 5 minutos".

05/08/2019	SEG	
TIEMPO PRODUCTIVO	2210	32.0%
TIEMPO CONTRIBUTIVO	3898	56.5%
TIEMPO NO CONTRIBUTIVO	792	11.5%

OBSERVACIÓN
EL AYUDANTE DESTINA SU TIEMPO A TRANSPORTAR MATERIAL DE UN PISO A OTRO Y NO PRESTA APOYO AL OFICIAL

TOTAL	6900	SEG
	115	MIN

La prueba arrojó que de los 115 minutos (1 hora y 55 min), el 32% del tiempo (37 minutos) realizaron actividades productivas y el 56.5% del tiempo (1 hora y 5 minutos) realizaron actividades contributivas.

A lo largo del ejercicio se observa que el ayudante destinaba mucho tiempo en el transporte del material de un piso a otro. Este traslado manual de materiales evitaba que el ayudante prestara apoyo en las tareas de preparación de mezcla y organización de material en el frente de trabajo. El oficial se encargaba de transportar los materiales al muro de trabajo, mezclarlos, hacer el cimbrado, pegar los ladrillos y por último hacer limpieza y transportar nuevamente el material al siguiente muro.

La estrategia entonces se enfocó en liberar al ayudante del traslado de materiales para que pudiera prestarle apoyo al oficial. Para esto, se decidió instalar un entarimado y, por medio de la torre grúa, subir en canastas los materiales.



Ilustración 30. Entarimado en piso 4, torre 3

Este entarimado se va instalando en los pisos a medida que se van desarrollando los trabajos. Los primeros días de la semana, en dos o tres canastas se sube todo el material del piso y el ayudante, después de recibirlo, queda disponible para apoyar al oficial en las tareas de acopio y preparación de mezcla de mortero de pega.

Con el entarimado instalado y funcionando, se repite una vez más la prueba de los 5 minutos y los resultados son positivos. Se evidencia un aumento en los tiempos de productividad de la cuadrilla y el rendimiento pasó de 12 días a 8 días. El

rendimiento sigue por debajo de lo esperado, pero no es tan crítico en comparación al anterior.

Tabla 7. Aplicación de la prueba a la misma cuadrilla post instalación del entarimado

PISO 2	06/08/2019	PRODUCT	CONTRIB	NO CONTRIB	TOTAL, SEG
24	11:23	267	33	0	300
25	11:28	284	0	16	300
26	11:33	209	91	0	300
27	11:38	247	0	53	300
28	11:44	0	267	33	300
29	11:49	0	228	72	300
30	11:55	300	0	0	300

Tabla 8. Resultados “Prueba de 5 minutos” después de la instalación del entarimado.

06/08/2019	SEG		OBSERVACIÓN
TIEMPO PRODUCTIVO	1307	62.24%	SE INSTALÓ ENTARIMADO MEJORANDO EL TRANSPORTE CON AYUDA DE GRÚA Y LIBERANDO AL AYUDANTE PARA APOYAR AL OFICIAL
TIEMPO CONTRIBUTIVO	619	29.48%	
TIEMPO NO CONTRIBUTIVO	174	8.29%	
TOTAL	2100	SEG	

El tiempo productivo aumentó del 32% al 62.24% lo que indica que la cantidad de ladrillos pegados por día es casi el doble que antes. El tiempo contributivo disminuyó del 56.5% al 29.48%; al haber solucionado el sistema de transporte, el tiempo actual contributivo es únicamente para cuestiones de preparación de mezcla o transporte de material dentro del mismo piso.

Tanto el oficial como el ayudante están dedicados a la generación de tiempo productivo y, por ende, generación de valor a la actividad.

En parte, el cumplimiento de los rendimientos proyectados para el caso de la mampostería está ligado al número limitado de cuadrillas con el que cuentan los contratistas y a la cantidad de frentes de trabajo simultáneos en la obra. Una vez se organiza el personal, el trabajo se vuelve constante estableciendo niveles de prioridad para las actividades.

Para las actividades de acabados como mortero, enchape, estuco y pintura; los rendimientos registrados eran altos generando avances positivos continuamente. Los contratistas, la organización del personal y sus capacidades técnicas generaron resultados satisfactorios cumpliendo con la programación establecida tanto diaria como quincenalmente.

5. APOORTE AL CONOCIMIENTO

En la academia, se habla constantemente del sistema tradicional constructivo orientado hacia los elementos tradicionales vigas, placas, columnas y mampostería, sin embargo, los avances en la industria de los encofrados y la implementación de nuevos materiales para la fabricación de estos permiten emplear otros sistemas constructivos que pueden llegar a alcanzar rendimientos altos en comparación a lo tradicional.

El sistema túnel, mejor conocido como sistema industrializado, se compone de modulaciones simultáneas con formaleta mano-portable que permiten realizar fundidas de concreto monolíticas respecto a la unión de elementos verticales (muros estructurales) con elementos horizontales (placas macizas).

En la actualidad, el sistema industrializado es muy apetecido por las diferentes empresas de construcción residencial a lo largo del país, pero, la inversión tanto en materiales como en mano de obra que se requiere para implementarlo genera un obstáculo.

5.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN CONCRETO

5.1.1. MUROS ESTRUCTURALES

Los muros de carga de concreto reforzado son un sistema de resistencia sísmica ampliamente utilizado en el medio colombiano, en las últimas décadas ha obtenido gran aceptación por su buen comportamiento estructural y por la notable reducción de tiempos en la ejecución de obra, esto por el nivel de industrialización que ha desarrollado. Este sistema se caracteriza por brindar a las edificaciones una elevada rigidez que permite resistir de manera eficiente cargas debidas a las acciones sísmicas y disminuir los desplazamientos laterales de la estructura. Además, poseen una gran capacidad para disipar energía y resistir la acción de terremotos intensos. (Valderrama Romero, 2016)

Aprovechando la oportunidad de poder trabajar de cerca con esta técnica constructiva, a continuación, presento el proceso constructivo de muros en concreto reforzado, muros estructurales o muros pantalla.

El comportamiento de un muro se suele representar como una viga vertical empotrada en voladizo con un modo de deformación dominado por flexión. El modelo es válido para sistemas que toman en cuenta una disposición simétrica de los muros en planta para evitar los efectos torsionales producidos por los cambios de rigidez, así como una baja presencia de vanos o aberturas que influyan en la respuesta estructural de la edificación. (Briceño & Carreras, 2013)

Con el fin de reducir las pérdidas humanas y materiales ante un evento sísmico, el reglamento colombiano de construcción sismorresistente, en adelante NSR-10, establece requisitos mínimos de diseño para elementos estructurales en función del sistema estructural, los materiales usados, el desempeño sísmico esperado de la edificación y el nivel de amenaza sísmica. (Benjumea Royero, Sotelo Monroy, Celis Melo, & Chio Cho, 2016)

El reglamento propone tres categorías de desempeño sísmico del sistema estructural en términos de la capacidad de disipación de energía esperada del sistema, tales como capacidad mínima (DMI), capacidad moderada (DMO) y capacidad especial de disipación de energía (DES). Estas categorías dependen del nivel de amenaza sísmica de la zona en que se proyecta construir el edificio, y establecen tanto los requisitos de detallado estructural como también el nivel de reducción de las fuerzas sísmicas de diseño. (Prada, Carrillo, & Gélvez, 2016)

Capacidad de disipación de energía	Zona de amenaza sísmica		
	BAJA	MEDIA	ALTA
Mínima (DMI)	✓		
Moderada (DMO)	✓	✓	
Especial (DES)	✓	✓	✓

Ilustración 31. Opciones de grados de capacidad de disipación de energía en función de la amenaza sísmica establecidos en NSR-10 (Fuente: AIS (2012))

Para Santander, la amenaza sísmica es de tipo “ALTA”, por lo tanto, en los muros con disipación moderada y especial, los requisitos en relación con el refuerzo longitudinal y transversal están gobernados por las prescripciones del capítulo C.21 de la NSR-10. Los principales cambios en relación con los requisitos de muros con capacidad mínima son el uso de cuantías de acero longitudinal y transversal que

dependen de la demanda a cortante, y la implementación de elementos de borde. (Benjumea Royero, Sotelo Monroy, Celis Melo, & Chio Cho, 2016)

Dicho previamente, los elementos de borde se componen de:

- Flejes
- Varillas longitudinales
- Ganchos
- Conectores

El alma de los muros lleva un refuerzo más sencillo compuesto de mallas electrosoldadas.

A medida que la estructura alcanza altura, los elementos de borde empiezan a reducir su tamaño y rigidez. Para SMART Clarisas se diseñaron 15 elementos de borde. Del 1 al 6 para los muros de 20 centímetros y del 7 al 15 para los muros de 15 centímetros.

Tabla 9. Información de elementos de borde de SMART Clarisas.

EB	LONG	GANCHOS	# VARILLAS
MUROS DE 20 CM DE ESPESOR			
1	0,54	1	10
2	0,74	3	14
3	0,94	4	16
4	1,14	5	18
5	1,69	8	26
6	3,49	18	60
MUROS DE 15 CM DE ESPESOR			
7	0,54	1	10
8	0,74	2	14
9	0,94	3	16
10	1,14	3	18
11	1,34	4	22
12	1,54	5	24
13	1,74	6	26
14	1,94	8	30
15	2,29	9	34

El recubrimiento de todos los elementos es de 3 centímetros a cada lado del muro. Las varillas longitudinales son de media (1/2) pulgada para todos los muros con una

longitud de 6 metros y traslajos de 80 centímetros. Los ganchos van acorde al espesor del muro; para los de 15 centímetros el gancho tiene 9 centímetros de ancho y para los de 20 centímetros tiene 14 centímetros de ancho. Siempre respetando el recubrimiento.

5.1.1.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUROS EN CONCRETO REFORZADO

Una vez se tienen los diseños, para construir el muro se debe seguir una secuencia lógica de armado, amarre y fundida. En SMART Clarisas las modulaciones se hacen con la formaleta FORSA referencia Alum:

FORSA S.A. de origen colombiano, ofrece un sistema liviano, de fácil armar y desarmar y de transportar manualmente de un piso a otro sin necesidad de utilizar grúas. Permite en un solo día y en una sola etapa, vaciar en concreto, incluyendo fachada, muros internos y las losas de una vivienda. Cada equipo puede producir entre 1.500 y 2.000 unidades de vivienda, dependiendo del uso y cuidado. Genera un ahorro en mano de obra y un aumento de rendimiento debido a la significativa reducción de peso de cada panel, 20 kg/m². (FORSA S.A., 2017)



Ilustración 32. Modulación de muros con FORSA Alum

ARMADO DE FLEJES

Si el muro tiene una intersección, debe armarse contiguamente el muro que conecta. Inicialmente se ubican los flejes encerrando las varillas longitudinales. Según la de la cantidad de flejes, se empiezan a ubicar de acuerdo con la separación marcada en los diseños. Cuando se tienen en posición aproximadamente a la mitad de la altura del muro, se agregan las demás varillas longitudinales para hacer los traslajos y continuar ubicando flejes.



Ilustración 33. Armado de flejes y traslajos de varillas

GANCHOS

Los ganchos van ubicados en cada fleje alrededor de las varillas longitudinales según indiquen los diseños. Lo ideal y correcto es que no quede ningún fleje sin gancho. Estos se deben amarrar con alambre a cada fleje para evitar que se muevan o se lleguen a caer al momento de encofrar el muro.



Ilustración 34. Flejes (horizontales) y ganchos (centro) en elemento de borde

MALLAS ELECTROSOLDADAS

La instalación de las mallas se hace una vez se finaliza el elemento de borde y antes de ubicar los conectores. Debe ir malla a cada lado del muro haciendo un encerramiento de los elementos de borde. Las varillas o “pelos” de las mallas deben ingresar al elemento de borde.

Los traslajos de las mismas no deben ser menores a 35 centímetros entre ellas y el elemento de borde.



Ilustración 35. Instalación de mallas electrosoldadas en el alma del muro

CONECTORES

Por último, se instalan los conectores. Su función, como su nombre lo indica, ayuda a generar un empalme entre el elemento de borde y el alma del muro, o sea, las mallas electrosoldadas. Son varillas corrugadas rectas, con una longitud de 10 centímetros mayor al elemento de borde y ubicadas de forma horizontal, perpendicular a los elementos de borde y con una separación establecida. Deben ir en cada cara del muro. Este conector ayuda a evitar fisuras por el cambio de rigidez hacia el centro del muro.



Ilustración 36. Instalación de conectores de elemento de borde y malla

5.1.2 LOSA MACIZA EN CONCRETO

Las losas o placa tienen dos funciones principales desde el punto de vista estructural: la primera, ligada a las cargas de gravedad, que es la transmisión hacia las vigas de las cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga y eventualmente tabiques u otros elementos apoyados en ellos; y la segunda, ligada a las cargas de sismo, que es la de trabajar como un diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura, logrando que las columnas y/o muros en los que se apoya

se desplacen igual en cada nivel. (Loayza Leon & Chávez Porras, 2015)

Existen varios tipos de losas:

Las losas sólidas o macizas están compuestas en su totalidad por acero y concreto. Suelen tener un espesor uniforme a lo largo y ancho del elemento.

Las losas aligeradas están conformadas por concreto y acero al igual que la maciza, pero para disminuir su peso, se instalan elementos en su cara inferior y así reducir el espesor de la misma en esa sección. Al tener espesor variable, visualmente su cara inferior parece un entramado de vigas.

Las losas prefabricadas, como su nombre lo indica, se fabrican con elementos de concreto armado que fueron construidos antes de ser montado y ensamblado el elemento.

Cada diseño posee una lista de ventajas y desventajas según sea su uso y requerimiento.

Las losas macizas son más pesadas y contienen mayor cantidad de concreto aumentando sus costos y el refuerzo en acero, pero permite, además de diseños tradicionales, formatos tridimensionales y formas fluidas. También tiene un alto grado de resistencia a las grietas y fisuras.

La losa aligerada, en comparación con la losa maciza, presenta una mayor economía, permitiendo cubrir luces mayores y proporcionando una mayor libertad de diseño en su superficie. Para luces superiores a 7 metros, vale la pena invertir en la posibilidad de utilizar este sistema. Estructuralmente, aumentan la altura de las construcciones, y debido a su diseño, presentan una mayor dificultad en la compatibilidad con otros elementos arquitectónicos tales como las instalaciones del edificio, tanto eléctricas como hidráulicas. (Souza, 2019)

Para el caso de SMART Clarisas, se manejaron ambos diseños empleando placa aligerada en zona de sótanos (parqueaderos) y el diseño de placa maciza para las torres y apartamentos. Ambos diseños con espesor de 12 cm. La modulación de los sótanos al ser aligerada se realizó con formaleta mano portable tradicional ya que permite una modulación más sencilla y se generaron los vacíos con madera. En el caso de los apartamentos, la modulación de placa, al igual que los muros, se realizó con FORSA Alum.

A la fecha de inicio de la práctica, los sótanos estaban completamente terminados, por lo tanto, el enfoque se hará hacia el diseño y proceso constructivo de las placas macizas de las torres.

5.1.2.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE PLACAS MACIZAS

Inicialmente para las 3 torres diseñadas y a la fecha construidas, los diseños fueron los mismos, embargo, a lo largo de la obra y a medida que se va desarrollando la construcción, se presentan una serie de actualizaciones a los diseños agregando y/o eliminando elementos de refuerzo (acero) de acuerdo a las modificaciones realizadas de una torre a otra. Es necesario recordar que el diseño de la torre 2 contemplaba varios muros no estructurales en concreto los cuales se eliminaron para la torre 3; esto modificó las cargas y por lo tanto las cantidades de acero para muros y placa. Sin embargo, a pesar de las modificaciones presentadas, el proceso constructivo como tal se mantuvo igual. La modulación para las 3 torres respecto a la placa fue la misma con algunas variaciones no significativas. Al igual que en el caso de los muros, el armado de placa conlleva un proceso lógico y exhaustivo con el fin de darle la mayor estabilidad y horizontalidad posible a la placa.

MODULACIÓN DE PLACA

El proceso de armado de placa inicia progresivamente se van cerrando y encofrando los muros ya que se requiere utilizar las caras de los muros para conectar las secciones de FORSA que van a ser la base de la misma. Una vez se aseguran las formaletas horizontalmente se hace el retranque por medio de parales para asegurar la estabilidad de la lata. Este aseguramiento debe ser riguroso ya que sobre la placa se requiere tráfico de personas.



Ilustración 37. Modulación de placa

ARMADO DE ACERO DE LA PLACA

A medida que se van asegurando las formaletas se inicia el armado de acero en placa. Antes de ubicar cualquier elemento de acero se debe hacer una limpieza de cualquier contaminante y agregar una capa de desmoldante, en este caso ACPM, a todos los elementos.

El diseño de placa consiste en vigas a lo largo de los ejes de los muros, varillas longitudinales ubicadas por secciones y dos o tres capas de malla electrosoldada a lo largo de la placa que contienen y aseguran las redes hidrosanitarias, de gas y eléctricas.

VIGAS

Armar y asegurar de las vigas es el primer paso ya que ellas marcan las secciones de la placa y por lo tanto los cortes de malla.



Ilustración 38. Vigas en placa

Tabla 10. Tipos de vigas torre 3 SMART Clarisas.

TIPO	# VARILLAS	DIÁMETRO
VML 1	4.00	3/8
VML 2	5.00	3/8
VML 3	5.00	3/8
VML 4	9.00	3/8
VML 5	4.00	3/8
VML ESCALERA	3.00	5/8

De acuerdo a la ubicación de cada una y la importancia a lo largo de la placa tiene un mayor o menor número de varillas (la viga VML 4 une las dos secciones de

apartamentos con el pasillo de la torre).

VARILLAS LONGITUDINALES

La ubicación de las varillas longitudinales (acero recto) varían de acuerdo a la sección que necesite el refuerzo y son aseguradas ya sea a la malla inferior o a la malla superior (según diseño).

La idea principal de este tipo de refuerzo es hacer empalme entre las diferentes secciones de la placa y los elementos que la componen. Su función se puede relacionar con los conectores en los muros. Se debe respetar la separación que se indica en los diseños y la longitud de la varilla.

MALLAS ELECTROSOLDADAS

Al igual que las varillas longitudinales, las mallas también tienen traslapos que se deben respetar. Para la placa los diseños contemplan un tipo para la malla inferior y otro para la malla superior variando la longitud total y por ende el traslapo para cada una.

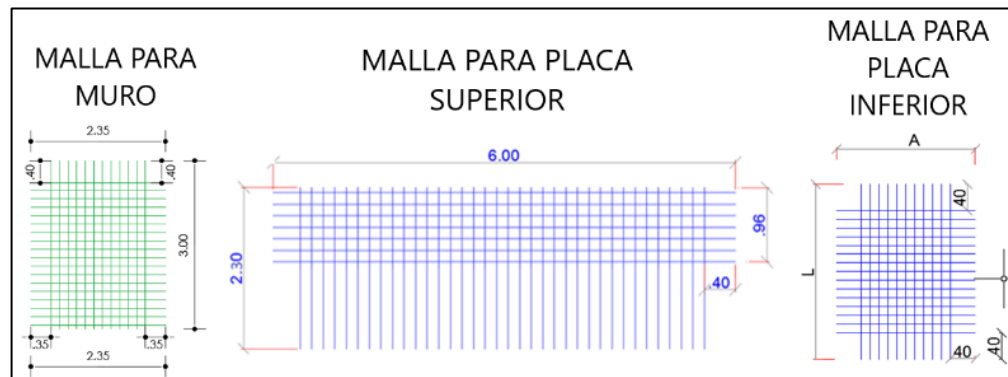


Ilustración 39. Diseños de las mallas torre 3

En la malla para placa inferior, la longitud (L), varía en dos medidas: 3,95 para las secciones tipo sala y 3,20 para las demás. La ubicación de la malla inferior da a pie para la instalación de todas las redes que van embebidas en placa. Una vez aseguradas, se da cerramiento con la malla superior. Es importante resaltar el uso de separadores para garantizar los espacios entre las mallas y los elementos y el paso del concreto a través de ellos. Una vez armada la malla superior y ubicadas las varillas longitudinales en su sitio respetando parámetros de localización, separación, cantidad y traslapos de acuerdo a los diseños, finaliza el armado de placa y puede empezar la fundida.

6. CONCLUSIONES

- ✓ Emplear Microsoft Project como herramienta para control y seguimiento de la programación de obra, ofrece importantes ventajas no solo en cuanto a orden si no en la generación de un panorama tanto detallado como general del proyecto y su estado de avance. El correcto desarrollo de tareas no solo requiere de su programación si no de verificar que todos sus requisitos necesarios para llevarla a cabo como materiales, mano de obra y espacios estén listos y disponibles. El continuo chequeo de estas restricciones garantiza el desarrollo de las actividades de acuerdo con lo planeado. Al decidir llevar una programación comité tras comité y socializarla con los contratistas, permitió apreciar los frentes de trabajo necesarios, sus niveles de prioridad, las capacidades del personal y evitar así los puntos débiles que amenazan el flujo continuo del proyecto. No solo basta con exigir o establecer objetivos, también es necesario conocer el alcance de la mano de obra y su estilo de trabajo para aplicar las mejores estrategias buscando la mayor productividad.
- ✓ La modulación de formaleta y armado de acero es parte vital del trabajo con sistema industrializado, ya que de esta depende directamente la mano de obra necesaria y el rendimiento esperado, sin embargo, es una tarea que, aunque sea repetitiva, se debe realizar con sumo cuidado y atención a los detalles. La norma y las especificaciones se deben seguir siempre independiente de la velocidad de armado y la disponibilidad de materiales. Una modulación errónea genera mayores desperdicios de material. De ser necesario, se debe reducir el rendimiento con el fin de asegurar un trabajo completo y bien ejecutado para evitar futuras reparaciones. En SMART Clarisas se pudo observar, en la inspección post fundida, que varios elementos estructurales se salieron de las tolerancias especificadas y exigidas por la constructora, creando así, no solo un sobre costo para el contratista si no también una demora significativa en el inicio y avance de la fase de acabados.
- ✓ A nivel administrativo se observó que el tipo de contrato pactado con los contratistas puede ser un elemento que afecte tanto el rendimiento del personal, como el resultado de los productos y servicios contratados. Se debe establecer de forma clara y concisa los alcances y las especificaciones técnicas de todas las tareas a desarrollar, así como bajo qué tolerancias se

reciben las actividades y los resultados. Es deber de la constructora informar al contratista sobre el tipo de producto que debe entregar. Igualmente, la continua supervisión e inspección es clave en el desarrollo eficiente de las tareas. El valor agregado está en la proactividad.

- ✓ Emplear muchos elementos en concreto genera grandes volúmenes, que, a pesar de generar rápidos resultados, requieren igualmente constante atención, control e inspección. No solo por las especificaciones del concreto, si no por la fuerza expansiva del mismo; este fenómeno puede generar deformación en los elementos que se encuentren anexos a este, problema que se puede solucionar creando juntas y dilataciones, especialmente entre materiales. De no aplicar estas precauciones, se expone a la generación de fisuras tanto estructurales como no estructurales que requerirán un tratamiento para su reparación. Es importante tener en cuenta el funcionamiento de los elementos individualmente y en conjunto.
- ✓ El control de materiales es el eje principal de todo presupuesto de obra, por lo tanto, es necesario tener la mayor cantidad de información posible sobre el proceso constructivo de todos y cada uno de los elementos que compongan la obra para no pasar por alto ningún detalle. Entre más detallado sea el proceso de ejecución, más control se tendrá sobre el mismo y sobre los recursos a emplear. La incertidumbre genera altos desperdicios de material y obstaculiza la productividad dando como resultado sobrecostos en tiempo y dinero. En toda obra existe la posibilidad de reciclar material, pero, se debe evaluar la calidad de este y qué nueva función va a cumplir. En Clarisas, al ser un proyecto de gran tamaño y alcance, continuamente se estaba retroalimentando los diseños buscando el mayor nivel de optimización posible.
- ✓ El diseño e instalación de las redes hidrosanitarias en cualquier proyecto es uno de los ejes más susceptibles a errores y reprocesos. La variabilidad y versatilidad que ofrecen las redes no debe confundirse con facilidad de manejo y localización; siempre es necesario contemplar las diferentes normas que las regulan y lo que exige cada proveedor respecto a la entrega y conexión del servicio. Al igual, deben estar siempre ligadas al proceso y orden lógico constructivo del proyecto para evitar improvisaciones que luego puedan generar daños; su reparación en la mayoría de los casos es un proceso exhaustivo que puede tomar mucho tiempo y gastar muchos recursos. En Clarisas, al no vincular el diseño de la red hidráulica con el

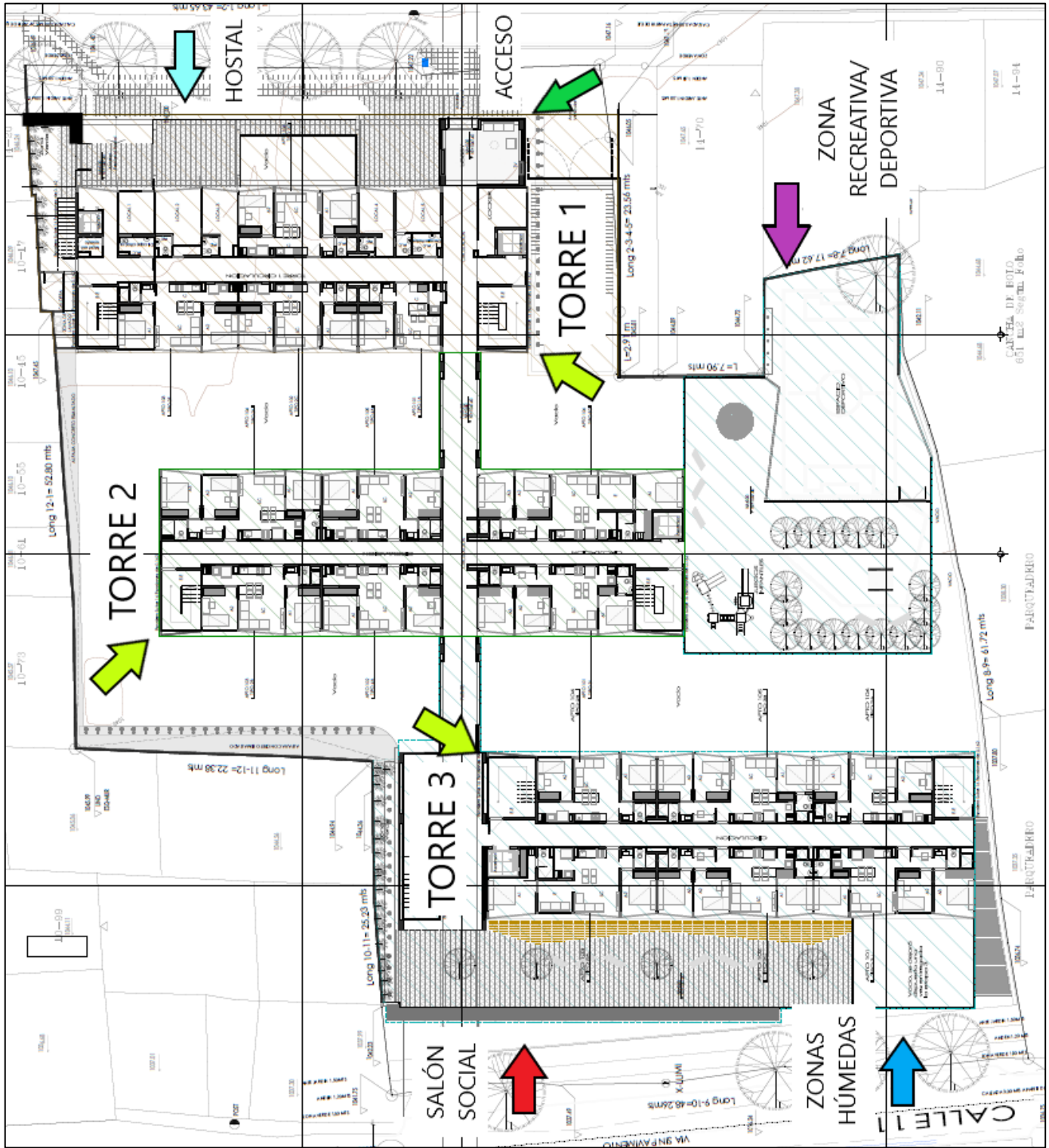
constructivo de la estructura, dio como resultado reparaciones en 42 apartamentos de la torre 2, lo que abarca un 61,5% del total de apartamentos en la torre y un 21% del total de apartamentos del proyecto.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo Barrios, S. A. (2013). *IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD BAJO LA NORMA ISO 9001-2008 EN LA CONSTRUCTORA GENAB S.A.S. (Tesis de Pregrado)*. Bogotá.
- Benjumea Royero, J. M., Sotelo Monroy, F. S., Celis Melo, C. E., & Chio Cho, G. (2016). Efecto del grado de capacidad de disipación de energía sísmica seleccionado en las cantidades de obra de muros de concreto reforzado. *Tecnura*, 20(50), 15-28.
- Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. *Revista Universitaria EAFIT*(130), 65-78.
- Botero Botero, L. F., & Álvarez Villa, M. E. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control. *Revista Ingeniería y Desarrollo*(17).
- Briceño, A., & Carreras, N. (2013). *Análisis y diseño de muros estructurales de concreto, considerando las experiencias de los terremotos de Chile 2010 y Nueva Zelanda 2011 (Tesis de pregrado)*. Caracas.
- FORSA S.A. (2017). *ENCONFRADOS EN ALUMINIO - FORSA ALUM*. (E-Solutions) Recuperado el 21 de 10 de 2019, de <https://www.forsa.com.co/solucion-vivienda/encofrados-en-aluminio-forsa-alum/>
- Loayza Leon, J. L., & Chávez Porras, R. F. (2015). Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles (Tesis de pregrado). Lima.
- Martinez Montes, G., & Pellicer Armiñana, E. (2007). *Organización y Gestión de Proyectos y Obras*. España: McGraw-Hill.
- Moreno Angulo, S. (2007). *Implantación de sistemas de gestión de calidad en la construcción* (Primera ed.). Madrid: Tornapunta Ediciones .
- OBS Business School. (s.f.). *¿Qué es un diagrama de Gantt y para qué sirve?* (OBS Business School) Obtenido de <https://www.obs-edu.com/int/blog-project-management/diagramas-de-gantt/que-es-un-diagrama-de-gantt-y-para-que-sirve>
- Pedraza López, A. F. (2014). *Desarrollo de un sistema de gestión de calidad en MAVING SAS mediante la aplicación de la norma ISO 9001 de 2008 enfocado en las empresas de ingeniería de construcción basado en obras de infraestructura vial (Tesis de Pregrado)*. Bogotá.
- Porras Moya, D. A., & Díaz, J. E. (2015). *LA PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DENTRO DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE LA ADMINISTRACIÓN Y PROGRAMACIÓN (PROYECTO TORRES DE LA 26-BOGOTÁ)* . Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2951/4/LA%20PLANEACI%C3%93N%20Y%20EJECUCI%C3%93N%20DE%20LAS%20OBRAS%20DE%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DENTRO%20DE%20LAS%20BUENAS%20PR%C3%81CTICAS%20DE%20LA%20ADMIN.pdf>

- Prada, M., Carrillo, J., & Gélvez, C. (2016). Variación de las cuantías de acero de refuerzo de muros de concreto para las categorías de disipación de energía definidas en NSR-10. *Ingenierías*, 16(30), 29-47.
- Recursos En Project Management. (2014). *La holgura de un proyecto*. (Recursos en Project Management) Obtenido de <https://www.recursoenprojectmanagement.com/la-holgura-de-una-tarea/>
- Rius Gumbau, I. (2012). *Planificación de obras* (Primera ed.). España: Bubok Publishing.
- Rojas Lopez, M. D., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales, M. E. (Junio de 2017). Lean construction - LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115-128.
- Souza, E. (21 de Julio de 2019). *Tipos de losas de Hormigón: Ventajas y Desventajas*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de <https://www.archdaily.co/co/921723/tipos-de-losas-de-hormigon-ventajas-y-desventajas>
- Valderrama Romero, G. (2016). *Procedimiento de análisis y diseño de muros portantes de concreto reforzado bajo un ambiente informático (Tesis de grado)*. Bogotá.

Anexo 1. Planta general de SMART Clarisas.



Anexo 3. Memorando de inspección con anotaciones del piso 11 T3

HERNANDEZ GOMEZ CONSTRUCTORA S.A.
MEMORANDO DE INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRA
CO-HG-FT-31 FECHA 05/10/2015 VERSIÓN: 01



No _____

PROPÓSITO: Medio de comunicación efectivo que permite transmitir de manera breve y precisa las novedades referentes a la inspección y supervisión de obra.

OBRA: SMART CLARISAS FECHA: 7/10/2019

PARA: ENCONSTRUCCIONES INGENIERÍA S.A.S. DE: HG CONSTRUCTORA S.A.

N°	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD
APTO 1101	Hab ppal - muro I2 = Muelas; Muro 74 = Muelas; Placa = Pines. Salacomedor - muro J5 = Muela; Muro 57 = Muela; Muro K4 = Muelas. Vano hab 2 - muro 75 = Plomo. Hab 2 - muro L3 = Muelas; Muro K4 = Muela; Muros K4 y 75 = Escuadra; Placas = Pines. Hab 3 - muro M2 = Emparejar y muelas; Muro L3 = Muelas. Pasillo interior - muro 58 = Muelas. Baño de servicio - muro 76 = Resane.	
APTO 1102	Entrada ppal - muros 53 y G3 = Plomo. Hab ppal - muro H6 = Emparejar y resanar; Muro 73 = Muela. Baño ppal - muro 55 = Resane. Salacomedor - muro 54 = Resane; Muro G4 = Resane; Placa = Pines. Hab 2 - muro G4 = Muelas; Muro F4 = Muela y chichón. Hab 3 - muro - E2 = Muela; Placa = Pines. Baño de servicio - muros 61 y E2 = Escuadra. Pasillo interior - muro F3 = Muelas.	
APTO 1103	Hab ppal - muro A2 = Corbata; Muro 81 = Muela; Muro A3 y B3 = Corbatas; Muro B4 = Corbatas y muelas; Muro B2 = Corbatas y muelas. Vano baño ppal - muro B2 = Muela. Estudio - muro 82 = Muela y corbata.	
APTO 1104	Entrada ppal - muro 42 = Plomo. Hab ppal - muro 22 = Muela y escuadra. Baño ppal - muro 31 = Corbatas; Placa = Pines; Muros D2 y 43 = Escuadra. Salacomedor - muro D1 = Muela. Vano hab 2 - muros 21 - C1 = Plomo. Hab 2 - muro C1 = Muela; Muro 21 = Corbatas, muelas y resane. Zona de ropas - muro 21 = Muela y corbatas.	
APTO 1105	Entrada ppal - muro 44 = Muela. Hab ppal - muro H1 = Corbata; Muro H2 = Muela, escuadra y corbata; Muro I1 = Muela y corbata. Baño ppal - muro 24 = Muela.	
APTO 1106	Vano hab ppal - muro 25 = Plomo. Hab ppal - muro I1 = Muela y corbatas. Salacomedor - muro K2 = Corbata. Hab 2 - muro K1 = Muela y corbata; Muro L1 = Muela.	


OBSERVACIONES:

ELABORÓ:

RECIBÍÓ:

Anexo 4. Memorando de inspección de redes hidrosanitarias T2

HERNANDEZ GOMEZ CONSTRUCTORA S.A.
MEMORANDO DE INSPECCIÓN Y SUPERVISIÓN DE OBRA
CO-HG-FT-31 FECHA 05/10/2015 VERSIÓN: 01



No _____

PROPÓSITO: Medio de comunicación efectivo que permite transmitir de manera breve y precisa las novedades referentes a la inspección y supervisión de obra.

OBRA: SMART CLARISAS FECHA: 05/07/2019

PARA: _____ DE: _____

N°	DESCRIPCIÓN	CONFORMIDAD
601	Comer pto lavadero (32,5) ; ok,, duchas	OK
602	Comer pto lavadero (17) ; ok,, duchas	OK
603	Comer pto lavadero (48,5) ; Nivelar mezclador ducha	OK
604	Enderezar niple lavadero ; ok,, duchas	OK
605	Comer pto lavadero (48) ; Centrar y nivelar ducha servicio ; ok ducha ppal.	OK
606	Ptos hidráulicos lavamanos ppal partidos ; comer pto lavadero (32) ; ok, duchas	OK
701	Comer pto lavadero (48) ; ok,, duchas.	OK
702	Nivelar mezclador ducha ppal y servicio ; ok,, lavadero	OK
703	Comer pto lavadero (48,5) ; ok,, ducha	OK
704	Ok,, duchas ; ok,, lavadero (15)	OK
705	Comer pto lavadero (49,5) ; ok,, duchas	OK
706	Comer pto lavadero (53) ; ok,, duchas	OK
801	Comer pto lavadero (51,5) ; ok,, duchas	OK
802	Comer pto lavadero (8,5) ; Nivelar mezclador ducha servicio ; ok ducha ppal	OK
803	Comer lavadero (47,5) ; ok,, ducha	OK
804	Comer lavadero (19) ; ok,, duchas	OK
805	Comer pto lavadero (49,5) ; Nivelar ducha servicio ; ok, ducha ppal.	OK
806	Nivelar ambas duchas ; ok,, lavadero (45,5) ; Taponar pto lavadero	OK
902	ok todo ; lavadero ok (14,5)	OK
904	ok todo ; lavadero ok (14)	OK
906	Comer pto lavadero (56) ; Nivelar ducha servicio ; ok ducha ppal.	OK
105	ok lavadero (15) ; ok duchas	OK
202	ok lavadero (14) ; ok duchas.	OK
901	OK lavadero (47) ; ok duchas.	OK
905	OK lavadero (45,5) ; ok duchas.	OK
903	OK lavadero (45) ; ok ducha	OK

OBSERVACIONES: En pto lavadero y pto regadera , tolerancia máxima 1,5 cm.
 En nivel mezcladores máximo 0,5 cm.

ELABORÓ: Karol Vargas Villamizar
Cristina Liscosz P.

RECIBÍÓ: [Firma]

Anexo 5. Formato CO-HG-FT-40 para control de pruebas de presión/estanqueidad

HERNANDEZ GOMEZ CONSTRUCTORA S.A.										HG						
CONTROL DE PRUEBAS DE PRESION																
CO-HG-FT-40 Fecha:										Version: 02						
OBRA : (1) Smart Clarisas																
RESPONSABLE DE OBRA: (2) Ing. Luis Miguel Mantilla																
TIPO DE FLUIDO: (3) AIRE AGUA <input checked="" type="checkbox"/> TIPO RED: HIDRAULICA: <input checked="" type="checkbox"/> GAS:																
PROPOSITO(4): 1) Acreditar la calidad de la red hidraulica y de gas 2) Entregar a satisfaccion las redes hidraulicas y de gas a: Mampostria, friso obra blanca 3) Proteger a la Constructora de futuros reclamos 4) Garantizar que los aparatos, sistemas funcionen de manera optima y oportuna.																
No	(6) INMUEBLE	(7) FECHA	(8) HORA		(9) PRUEBA DE PRESION (PSI)				(10) PRUEBAS DE FLUJO							
			INICIO	FIN	INICIAL	FINAL	C	NC	SIN APARATOS			CON APARATOS				
										FECHA	C	NC	FECHA	C	NC	
1	101	19/sep/19	11:00	14:40	150	140		*								
2	102	19/sep/19	11:00	14:40	150	140		*								
3	103	19/sep/19	11:00	14:40	150	135		*								
4	104	19/sep/19	11:00	14:40	150			*								
5	105	19/sep/19	11:00	14:40	150			*								
6	106	19/sep/19	11:00	14:40	150			*								
7	103	21/sep/19														
8	103	21/sep/19	10:30	12:10	150			*								
9	106	21/sep/19	10:30	12:10	150	110		*								
10	107	21/sep/19	10:30	12:10	150	85		*								
11	102	21/sep/19	10:31	12:05	150			*								
12	105	21/sep/19	10:31	12:05	150	125		*								
13	603	28/sep/19	8:30	10:38	150	135		*								
14	604	28/sep/19	8:30	10:38	150	140		*								
15	602	28/sep/19	8:30	10:38	150	115		*								
16	605	28/sep/19	8:31													
17	604	30/sep/19	7:20	9:40	150	145		*								
18	603	30/sep/19	7:20	9:40	150	150		*								
19	602	30/sep/19	7:20	9:40	150	156		*								
20	605	30/sep/19	7:20	9:40	150	130		*								
21	604	30/sep/19	10:00	13:00	150	130		*								
22	604	30/sep/19	12:45	16:00	150	150		*								
23	503	1/oct/19	7:30	9:40	150	149		*								
24	504	1/oct/19	7:30	9:45	150	145		*								
25	502	1/oct/19	7:45	9:45	150	145		*								
26	505	1/oct/19	7:45	9:45	150	145		*								
27	606	1/oct/19	10:48	9:48	150	140		*								
28	503	3/oct/19	10:40	13:10	150	150		*								
29	504	3/oct/19	10:48	13:10	150	145		*								
30	502	3/oct/19	10:48	13:20	150	150		*								
31	505	3/oct/19	10:40	13:20	150	150		*								
32	606	3/oct/19	10:48	13:11	150	140		*								
33	405	3/oct/19	15:10	16:50	150			*								
34	102	3/oct/19	15:15	16:50	150			*								
35	504	20/19	15:15	16:55	150	150		*								