

**SEGUIMIENTO DE PRODUCTIVIDAD Y CONTROL DE SELLOS DE CALIDAD A TRAVÉS DEL
USO DE LOS PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN UNA OBRA EN
FASE DE CONSTRUCCIÓN.**

**PRESENTADO POR
ALEJANDRO MENDOZA FLÓREZ
ID:000281786**

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

2020

**SEGUIMIENTO DE PRODUCTIVIDAD Y CONTROL DE SELLOS DE CALIDAD A TRAVÉS DEL
USO DE LOS PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN UNA OBRA EN
FASE DE CONSTRUCCIÓN.**

ALEJANDRO MENDOZA FLÓREZ

ID: 000281786

DIRECTOR ACADÉMICO

LUDWING PÉREZ BUSTOS

Ingeniero Civil

DIRECTOR EMPRESARIAL

DENNYZ TATIANA RONDÓN VILLAREAL

Ingeniera 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

AGRADECIMIENTOS

Al final de este camino, solo me queda agradecer a mi familia, en especial a mi mamá que siempre confió en mí y me brindó su apoyo incondicional para demostrarles y demostrar lo lejos que podía llegar y lo que me apasiona estudiar esto. Por otro lado, agradezco también a mis compañeros de carrera y a todos los docentes que aportaron su granito de arena para que ahora que estamos por culminar esta gran etapa de nuestras vidas, podamos enfrentarnos a la sociedad con gran capacidad profesional y un crecimiento personal inigualable.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ESQUEMAS.....	viii
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	ix
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	xi
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO	xii
GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. GLOSARIO	3
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	5
4.1. Estructura Organizacional	5
4.2. Misión.....	5
4.3. Visión.....	6
4.4. Proyectos desarrollados por la empresa	6
4.4.1. Viviendas	6
4.4.2. Industrial.....	6
4.4.3. Comercial.....	6
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
5.1. Proyecto VENTURA.....	7
6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO	10
6.1. Apoyo a la metodología Lean Construction	10
6.1.1. Acompañamiento en las reuniones Last Planner	10
6.1.2. Avance de obra	11
6.1.3. Informe Lean.....	12

6.1.4.	Actualización Espacio Lean	13
6.1.4.1.	Programación:.....	13
6.1.4.2.	Seguridad	15
6.1.4.3.	Calidad	16
6.1.4.4.	Last Planner.....	17
6.1.4.5.	Control	18
6.2.	Seguimiento a la productividad	19
6.3.	Apoyo a los sellos de calidad	19
6.3.1.	Inspección de apartamentos.....	19
6.3.2.	Informe de hallazgos.....	19
7.	APORTE AL CONOCIMIENTO	20
7.1.	Aporte personal.....	20
7.2.	Proceso constructivo Torre de Parqueaderos OBRA VENTURA	21
8.	CONCLUSIONES	37
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 6-1 Tablero Last Planner Planeación Semanal [Fuente propia]	11
Figura 6-2 Secuencia constructiva de apartamentos - Obra VENTURA [Fuente propia].	12

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 7-1 Plano con nomenclatura del piso 4 de Torre de Parquaderos [Fuente propia]	21
Esquema 7-2 Rendimiento por días de la estructura de piso 4 de la Torre de parquaderos [Fuente propia]	24
Esquema 7-3 Separación de zonas en piso 4 [Fuente propia]	35
Esquema 7-4 Apuntalamiento y reapuntalamiento de la estructura de la Torre de Parquaderos [Fuente propia]	36

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 4-1 Logo MARVAL S.A. [8]	5
Ilustración 5-1 Logo representativo del proyecto VENTURA [Fuente MARVAL S.A.].....	7
Ilustración 5-2 Lote obra VENTURA [Fuente Google Earth]	8
Ilustración 5-3 Nomenclatura proyecto VENTURA [Fuente MARVAL S.A.].....	9
Ilustración 6-1 Representación del cartel de Programación [Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.]	14
Ilustración 6-2 Representación del cartel de Seguridad [Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.].....	15
Ilustración 6-3 Representación del cartel de Calidad [Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.].....	16
Ilustración 6-4 Representación del cartel Last Planner [Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.].....	17
Ilustración 6-5 Representación del cartel de Control [Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.].....	18

LISTA DE TABLAS

Tabla 7-1 Compromisos por reunión Last Planner de la estructura de Torre de Parqueaderos [Fuente propia]	22
Tabla 7-2 Secuencia Estructura de la Torre de Parqueaderos [Fuente: Propia]	23

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 6-1 Espacio Lean Obra VENTURA [Fuente propia]	13
Fotografía 6-2 Tablero de Programación del Proyecto VENTURA [Fuente propia]	14
Fotografía 6-3 Tablero de Seguridad del Proyecto VENTURA [Fuente propia].....	15
Fotografía 6-4 Tablero de Calidad del Proyecto VENTURA [Fuente propia].....	16
Fotografía 6-5 Tablero Last Planner del Proyecto VENTURA [Fuente propia]	17
Fotografía 6-6 Tablero de Control del Proyecto VENTURA [Fuente propia].....	18

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SEGUIMIENTO DE PRODUCTIVIDAD Y CONTROL DE SELLOS DE CALIDAD A TRAVÉS DEL USO DE LOS PRINCIPIOS DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN UNA OBRA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN.

AUTOR(ES): Alejandro Mendoza Flórez

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Ludwing Pérez Bustos

RESUMEN

El informe expone las actividades de la práctica empresarial en la constructora MARVAL S.A., donde se inició un semillero impulsando la metodología Lean Construction (construcción sin pérdidas) que ha venido desarrollando la empresa desde el año 2008. Se empezó con el objetivo de inducir una mejora al momento de promover la metodología en los actuales proyectos que se encuentran en fase constructiva. Esta ha ayudado a simplificar el monitoreo a los rendimientos en las prácticas de avance en las obras, complementando con transparencia y eficacia cada compromiso correspondiente a los participantes de las mismas. Además, agregan valor al cliente en el momento que aseguran la calidad de las entregas de vivienda, siendo el cliente el principal factor de valor del proyecto. Se ilustra el rendimiento por días de uno de los pisos de la estructura de la torre de parqueaderos del proyecto, conformado por diez pisos incluyendo un sótano. Este proceso demuestra que al cuantificar los rendimientos y compromisos que se plantean en las reuniones Last Planner (Sistema ultimo planificador) se logra efectivamente las fechas acordadas en las mismas.

En la práctica empresarial fue relevante la intervención de la metodología, ya que tanto la parte administrativa de la empresa y las partes contratistas estaban comprometidos. Lean Construction evita aquellas actividades que no agregan valor a los proyectos y planifica rigurosamente la reducción del desperdicio de material en las obras.

PALABRAS CLAVE:

Metodología, Lean Construction, Rendimiento, Construcción, Sellos de calidad

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: MONITORING OF PRODUCTIVITY AND CONTROL OF QUALITY SEALS THROUGH THE USE OF THE LEAN CONSTRUCTION METHODOLOGY PRINCIPLES IN A CONSTRUCTION

AUTHOR(S): Alejandro Mendoza Flórez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Ludwing Pérez Bustos

RESUMEN

The report exposes the activities of company practices at MARVAL S.A., where a hotbed was started. This hotbed promoted the Lean Construction methodology (construction without losses) that the company has been developing since 2008. It began with an objective to implement improvements by promoting this methodology in projects currently in the construction phase. This has helped to simplify performance monitoring in construction progress practices by clearly and efficiently communicating the commitments of each participant. In addition, they add value to the client the main factor of the project, by ensuring the quality of project deliveries. Ten floors, including a basement, illustrate the performance per day of one of the floors of the parking tower structure project. This process has demonstrated that by quantifying the outputs and commitments raised in the Last Planner meetings, the dates agreed upon are effectively achieved.

The relevance of the methodology's implementation in MARVAL S.A.'s company practices is shown by the engagement of the administrative branch of the company and the contracting parties. In addition to avoiding activities that do not add value to projects, Lean Construction rigorously plans the reduction of material waste during construction.

KEYWORDS:

Methodology, Lean Construction, Output, Construction, Quality Seals

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Tanto en Colombia como en muchos países, las obras de edificación e infraestructura abarcan una gran participación en el progreso de los mismos. Ayudan al crecimiento y al avance de los diferentes sectores económicos de un país. Sin embargo, los proyectos civiles suelen presentar un notable desperdicio de recursos. Existen distintas metodologías de la construcción en las que se desea solucionar o lograr disminuir este principal y frecuente problema que afecta a la mayoría de los proyectos de construcción.

La metodología Lean Construction (LC) ha sido tomada del pensamiento de la industria automotriz; en donde Taiichi Ohno (ingeniero de Toyota) se considera fundador de la misma. Este pensamiento se dio a conocer como Lean Production o Lean Manufacturing finalizando los años 80, en donde su método desea rechazar el desperdicio de materiales y mejorar en el ámbito de enfocarse a actividades que den valor [1]. Su enfoque en la ingeniería de la construcción es considerado como “Construcción sin pérdidas” correspondiendo a agregarle valor a las actividades reduciendo tiempos de ejecución de estas, el gasto de material innecesario y eludir los accidentes que se presentan al construir. Dicho esto, se han realizado estudios en los cuales se demuestra que en una edificación se desperdicia el 30% de los recursos; estudio realizado por Flavio Picchi en su tesis doctoral [2].

MARVAL S.A. como toda empresa, procura investigar sobre nuevos procesos que mejoren de manera continua su productividad. Por esta razón, ha estado aplicando la metodología Lean Construction desde el 2009, logrando así afianzar por medio de prácticas que evalúan la productividad y calidad en la administración de sus obras [3]. La empresa crea el semillero Lean Construction con el objetivo de que practicantes de ingeniería civil apliquen la metodología en las diferentes obras en fase de construcción de cada una de sus sucursales alrededor del país.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Mediante la metodología Lean Construction, implementar mecanismos de control, seguimiento y rendimientos con el fin de garantizar la productividad en las diferentes actividades que se realizan en una obra de construcción.

2.2. Objetivos Específicos

- Controlar e inspeccionar por medio de prácticas que optimicen los procesos constructivos de la obra en términos de calidad y efectividad.
- Realizar seguimiento a los porcentajes de actividades cumplidas, comprobando el avance real de la construcción.
- Realizar seguimientos de productividad de las actividades a través de la medición de tiempo de las mismas.

3. GLOSARIO

- **Lean Construction:** Es la metodología referenciada por el sistema de producción automotriz de la empresa Toyota (Lean Production o Lean Manufacturing). Consiste en aumentar el posicionamiento del cliente como generador de valor y como su traducción al castellano lo dice, realizar proyectos de construcción sin pérdidas [1].
- **Sistema ultimo planificador (Last Planner):** Es un término que se usa en la metodología Lean para hacer referencia a la implementación de un proceso que consiste en una reunión formada por los gerentes del proyecto y los jefes de equipo en donde llegan a acuerdos por medio de planes, aumentando así la garantía de que se cumplan estos en el tiempo estimado [4].
- **Porcentaje de promesas cumplidas (PPC):** Corresponde a la planeación intermedia (a seis semanas de proyección), donde los compromisos los realiza el equipo administrativo de obra, y el equipo Lean periódicamente hace seguimientos y envía al proyecto y a los departamentos que tienen alguna injerencia en los temas a resolver, para que estén enterados y a su vez generen las acciones que puedan hacer cumplir los compromisos.
- **Porcentaje de actividades completadas (PAC):** Corresponde a la planeación semanal, donde los compromisos se hacen en conjunto entre el proyecto y cada contratista. En este caso se programan las actividades que ya han sido liberadas de la planificación intermedia. En esta gráfica se puede verificar el cumplimiento de los contratistas VS el indicador R-GER-15 de atraso o adelanto.
- **R-GER-15:** Formato propio de la empresa MARVAL S.A. que registran los gerentes de proyectos en cada obra, en donde se ilustran los tiempos de atraso o adelanto de las fases por las cuales se divide cada proyecto que está ejecutando la empresa.
- **Vivienda de Interés Social:** Son aquellas viviendas en las cuales se asegura su habitabilidad, cumplen normas de calidad en ámbitos arquitectónicos, diseño urbanístico, y cuentan con un valor menor o igual a ciento treinta y cinco (135) salarios mínimos legales vigentes (SMLMV) en el estado colombiano [5].
- **Acción Lingüística:** La acción lingüística demuestra que nuestras interacciones no consisten solamente en intercambios de información, sino en proposiciones de acción. Es decir que el acto de decir algo puede producir cambios tangibles. Estos cambios se

generan desde las conversaciones que establecen compromisos, por lo tanto, hacer explícita una promesa hace que se convierta en un compromiso propio del hablante. [6]

- **Cimbra:** Elemento estructural provisional de madera o material metálico, con las especificaciones adecuadas para soportar la ubicación del refuerzo y del concreto de una estructura, mientras que este adquiera una resistencia deseada. [7]

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Ilustración 4-1 Logo MARVAL S.A. [8]



La empresa MARVAL fundada en Bucaramanga, comienza como Sociedad Limitada el 24 de diciembre de 1976 y se constituye como Sociedad Anónima en 1995. La misma busca apoyar los sectores económico y social por medio de la construcción y comercialización de infraestructura en proyectos de vivienda, centro de negocios y grandes obras de ingeniería en Colombia.

MARVAL S.A. está comprometida con la comunidad colombiana en su totalidad. La empresa busca innovar la construcción mediante nuevas tecnologías, cumplir sumando valor en la atención al cliente, entregando con calidad y a tiempo cada uno de los proyectos y posicionándose como empresa competitiva trabajando en conjunto en función de los objetivos de la organización.

4.1. Estructura Organizacional

Ver Anexo 1.

4.2. Misión

“Promover el desarrollo económico y social de las regiones donde participamos, construyendo con calidad e innovación, a través de una organización honesta, ágil, que trabaja en equipo y está comprometida con sus clientes, colaboradores y accionistas.” [8]

4.3. Visión

“En el 2021, continuaremos posicionando el liderazgo obtenido en los mercados regionales, con un portafolio diversificado, reconocido por la calidad, entrega a tiempo de construcciones integrales e innovadoras, la excelencia de nuestra gente y el buen servicio al cliente, transformando el entorno de la ciudades, diseñando y construyendo el mejor sitio para vivir.” [8]

4.4. Proyectos desarrollados por la empresa

MARVAL S.A. desarrolló y está construyendo una gran cantidad de obras en cada una de las sucursales alrededor del país. Las obras para destacar en la Sucursal Bucaramanga son los proyectos como Cacique Centro Comercial, Hotel Holiday Inn Bucaramanga Cacique, Edificio Metropolitan, Centro Comercial Delacuesta, entre otros proyectos de vivienda, comerciales y empresariales.

4.4.1. Viviendas

- Torres de Alejandría.
- Santa Bárbara.
- Quintas del Cacique.
- Palmeras del Cacique.
- El Limoncito.
- San Carlos.
- Miradores de San Lorenzo
- Versalles.
- Parque San Agustín.
- Entre otros.

4.4.2. Industrial

- Zona Franca Santander
- Centro Internacional de Negocios la Triada.
- Bodegas la Esmeralda.
- Edificio Metropolitan.

4.4.3. Comercial

- Cacique C.C.
- Hotel Holiday Inn.
- C.C. Delacuesta.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

5.1. Proyecto VENTURA

Ilustración 5-1 Logo representativo del proyecto VENTURA [Fuente MARVAL S.A.]



El proyecto VENTURA desarrollado por la razón social URBANIZADORA MARIN VALENCIA S.A., tiene como objetivo construir un conjunto residencial compuesto por edificios de vivienda multifamiliar Estrato 3. Se encuentra ubicado en la Carrera 16 con Calle 200 del municipio de Floridablanca. Este proyecto desea apoyar al crecimiento y progreso en infraestructura del área metropolitana de Bucaramanga. El proyecto estará compuesto por cinco (5) edificios (cuatro (4) de vivienda y uno (1) de parqueaderos), los cuales complementaran 560 unidades de vivienda y constan de un área construida de 53.90 M2 y área privada de 47.38 M2.

En el proyecto VENTURA existe solo 1 tipología de vivienda que se consta de un área construida de 53.90 m2 distribuidos así: sala – comedor, cocina, zona de ropas independiente, alcoba principal con baño, dos alcobas y un baño auxiliares.

Aparte de la construcción de las viviendas y las zonas de parqueo, el proyecto contará con una zona social complementada por juegos infantiles, gimnasio, guardería, zona de piscinas, cancha multifuncional, zona de juegos y salones sociales. A la empresa le corresponde de

igual manera el desarrollo de la vía de la Carrera 16 hasta donde sería la entrada del conjunto residencial.

Para la entrega de las fases constructivas de la obra, se proponen los siguientes hitos:

- Torre 1: 31 de enero de 2020.
- Torre 2: 24 de febrero de 2020.
- Torre 3: 18 de marzo de 2020.
- Torre 4: 9 de noviembre de 2020.
- Torre parqueaderos: 19 de abril de 2020.
- Vías de acceso: 4 de marzo de 2020.

Ilustración 5-2 Lote obra VENTURA [Fuente Google Earth]



Ilustración 5-3 Nomenclatura proyecto VENTURA [Fuente MARVAL S.A.]



6. DESARROLLO DEL PLAN DE TRABAJO

Las actividades que he realizado en la práctica hasta el día de hoy son actividades de implementación de la metodología Lean en el proyecto VENTURA.

6.1. Apoyo a la metodología Lean Construction

6.1.1. Acompañamiento en las reuniones Last Planner

Los miércoles y jueves de cada semana, se realiza la reunión Last Planner la cual está dividida en dos, la planeación intermedia y la planeación semanal en donde se registraron los porcentajes de cumplimiento, el PPC y el PAC respectivamente. La planeación intermedia es la reunión en la cual se involucra el personal administrativo para verificar compromisos planeados a cumplir en 6 semanas de proyección que a cada integrante le corresponde cumplir, y así mismo, establecer los compromisos próximos. También, se exponían las restricciones o inconvenientes en cada una de las actividades a realizar. La planeación semanal está conformada por los representantes de las empresas contratistas que participan en la obra, y esta cuenta con el mismo propósito que la planeación intermedia, corroborar y asignar las actividades que a cada empresa le corresponde a diferencia de que los compromisos son planeados por semana. Cada semana se registra el porcentaje de cumplimiento, con el objetivo de generar un registro de evaluación por cada trabajador y empresa contratista.

El estudiante en práctica en la reunión Last Planner participó realizando recorridos inspeccionando y verificando que cada integrante tanto administrativo como contratista cumpla los compromisos en lo que se va desarrollando la semana. Esto ayudaba a acortar el tiempo de las reuniones, evitando que cualquier participante lograra evadir sus responsabilidades y asegurar el registro del avance de obra.

En el desarrollo de la práctica se evidenciaron falencias en la metodología de las reuniones Last Planner por parte de la Planeación Semanal en la gestión de compromisos, es decir, no se estaban generando compromisos confiables durante la reunión y esto afectaba el rendimiento en la obras. Iniciando el mes de noviembre del 2019, el equipo Lean Construction decidió implementar la Acción Lingüística.

Para introducir la Acción lingüística se implementó una manera dinámica de desarrollar la reunión. Esta consiste en que cada representante de las empresas contratistas registrara en post-it (pequeñas hojas de papel autoadhesivo) las actividades a ejecutar según la programación de la obra, las cuales se realizaban en toda la semana. Luego del registro, se procedía a ubicar en un tablero y manifestar el compromiso como se muestra en la Ilustración 6.1.

Figura 6-1 Tablero Last Planner Planeación Semanal [Fuente propia]



6.1.2. Avance de obra

El avance de obra aplicando la metodología Lean, se desarrollaba revisando cada una de las actividades que se iba desarrollado en cada apartamento para la entrega del mismo. Se realizaba el registro del formato de seguimiento implementado por la empresa; cada sábado a la directora de obra le corresponde actualizar en el sistema el avance que lleva el proyecto. En la figura 6-1 se muestra la secuencia constructiva que se ejecutó en cada apartamento.

Figura 6-2 Secuencia constructiva de apartamentos - Obra VENTURA [Fuente propia].



6.1.3. Informe Lean

A cada practicante Lean le corresponde realizar un informe mensual, en cual demuestra los diferentes temas que trabaja la metodología que implementa la empresa en la obras. Este informe incluye el avance de obra, días estimados de entrega, desarrollo de las reuniones Last Planner, estados de almacenes, las buenas prácticas que se implementan en la obra, desperdicio de material y acciones de mejora en Lean Construction.

6.1.4. Actualización Espacio Lean

En cada obra de la empresa, se tiene un espacio que es específicamente usado para reuniones, este es llamado el Espacio Lean, que debe tener actualizado cada uno de los aspectos que demuestran con transparencia el estado actual de la obra. Este espacio debe incluir tableros que muestren la programación, seguridad, calidad, Last Planner y control de insumos.

A continuación, se muestra la descripción de cada uno de los tableros con sus respectivas representaciones:

Fotografía 6-1 Espacio Lean Obra VENTURA [Fuente propia]



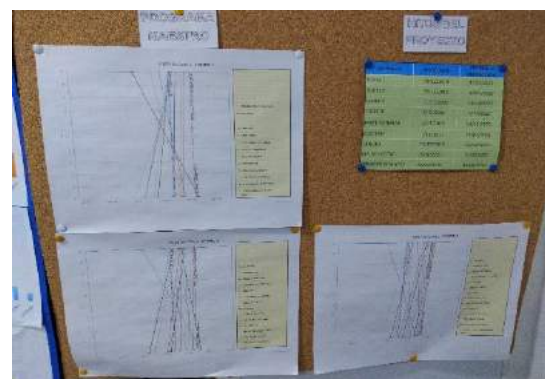
6.1.4.1. Programación:

- **Gráfica Días de Adelanto o Atraso:** Indica el número de días de adelanto o atraso de cada torre del proyecto, tomados la última semana de cada mes. El color del hilo indica la torre y el color del chinche indica si es atraso o adelanto.

- **Programa Maestro:** Hace referencia a las líneas de balance de cada torre. Solo se muestran las actividades que están en ejecución y las que están más próximas a comenzar.
- **Hitos del proyecto:** Indican las fechas de entrega de las torres y otras fechas importantes a tener en cuenta. Por ejemplo, la fecha de finalización de la estructura, mampostería, inicio de instalación de ascensores, etc. Esta información se obtiene por medio del DIRECTOR DE OBRA.

Ilustración 6-1 Representación del cartel de Programación
[Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.]

Fotografía 6-2 Tablero de Programación del Proyecto
VENTURA [Fuente propia]

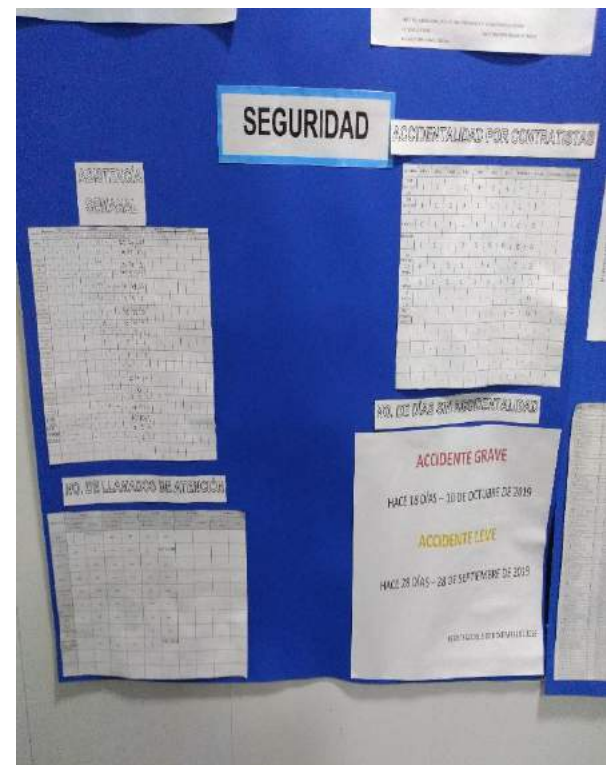


6.1.4.2. Seguridad

- **Asistencia Semanal:** Indica el número de trabajadores activos que tiene cada contratista y cuántos de estos están ingresando al proyecto.
- **Número De Llamadas de Atención:** Indica el número de trabajadores a quienes se les ha suspendido el ingreso a la obra por haber tenido comportamientos inseguros y/o conflictos en obra.
- **Número De Días Sin Accidentes:** Indica el número de días desde que hayan sucedido accidentes leves y accidentes graves.
- **Accidentalidad por Contratista:** Indica cuantos accidentes ha tenido un contratista cada mes.

Ilustración 6-2 Representación del cartel de Seguridad [Fuente: Equipo Lean Construction MARVAL S.A.]

Fotografía 6-3 Tablero de Seguridad del Proyecto VENTURA [Fuente propia]

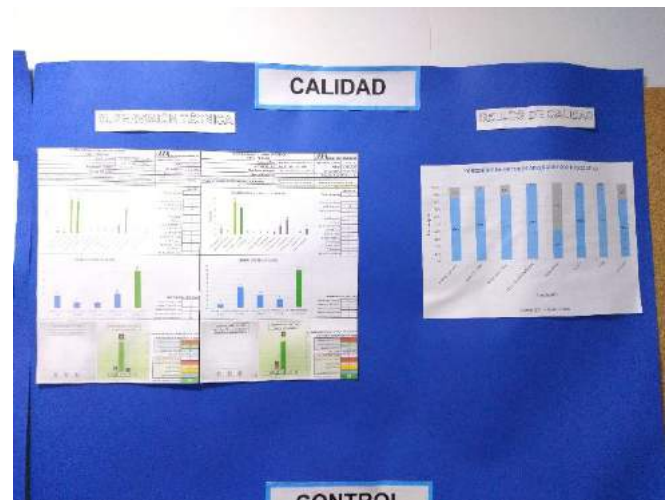


6.1.4.3. Calidad

- **Supervisión Técnica:** Indica el número de observaciones que deja la supervisión técnica cada mes y cuántas han quedado sin resolver.
- **Sellos de Calidad:** Indica el porcentaje de apartamentos que obtuvieron sello de calidad. También se pueden poner puntos críticos a mejorar y observaciones sobre el tema.

Ilustración 6-3 Representación del cartel de Calidad [Fuente: Equipo Lean Construction MARVAL S.A.]

Fotografía 6-4 Tablero de Calidad del Proyecto VENTURA [Fuente propia]

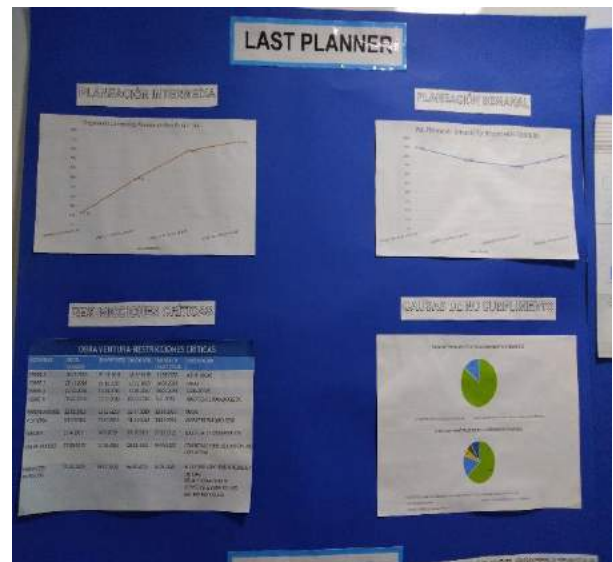
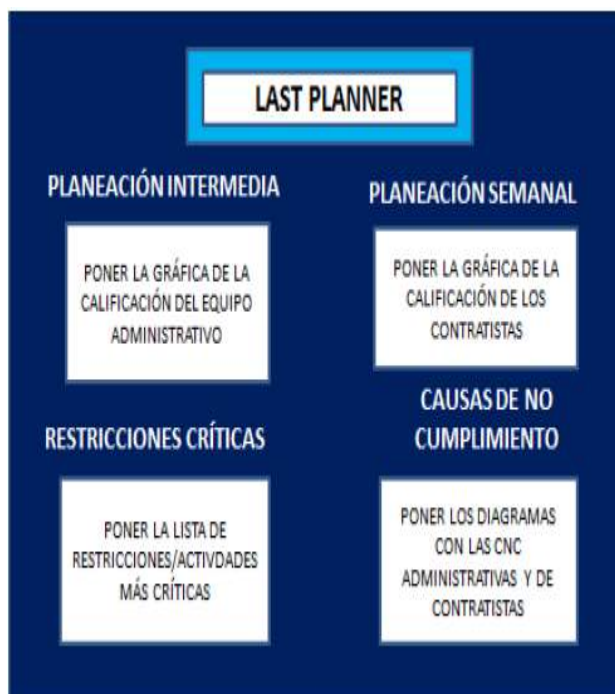


6.1.4.4. Last Planner

- **Planeación Intermedia:** Muestra la gráfica de la calificación PAC del comité administrativo cada semana y el promedio mensual.
- **Planeación Semanal:** Muestra la gráfica de la calificación PAC del comité de contratistas cada semana y el promedio mensual.
- **Restricciones Críticas:** Es una lista de actividades críticas que se han demorado en comenzar.
- **Causas de No Cumplimiento:** Muestra la gráfica de las causas de no cumplimiento tanto del comité administrativo como del comité de contratistas.

Ilustración 6-4 Representación del cartel Last Planner [Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.]

Fotografía 6-5 Tablero Last Planner del Proyecto VENTURA
[Fuente propia]

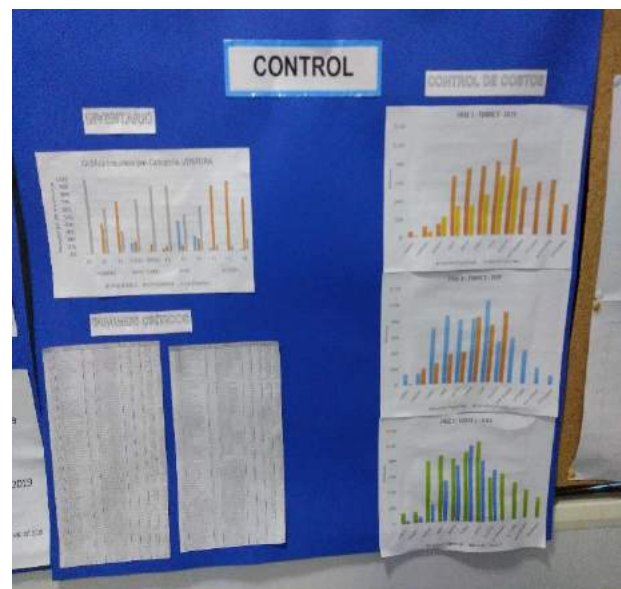


6.1.4.5. Control

- **Inventario:** Gráfica que muestra cuántos insumos se encuentran en cada categoría (A, B, C), es decir si tienen alta, media o baja rotación.
- **Insumos Críticos:** Lista de insumos con baja rotación en el almacén.
- **Control de Costos:** Grafica que muestra la inversión realizada contra la inversión planeada. Así se verifica si la obra está gastando más o menos de lo presupuestado.

Ilustración 6-5 Representación del cartel de Control [Fuente Equipo Lean Construction MARVAL S.A.]

Fotografía 6-6 Tablero de Control del Proyecto VENTURA [Fuente propia]



6.2. Seguimiento a la productividad

La productividad se registra para cada actividad en los diferentes formatos de la empresa. Esta se hace a medida que se van ejecutando las distintas actividades y se calculan los rendimientos de cada empresa contratista, teniendo en cuenta la cantidad de personal en cada actividad específica. Se deben tomar por lo menos dos cuadrillas diarias por actividad y hacer una comparación para evaluar los tiempos de ejecución del personal.

6.3. Apoyo a los sellos de calidad

6.3.1. Inspección de apartamentos

Se realiza una inspección semanal a cada apartamento, con el fin de observar que actividades están siendo culminadas. Al ser revisadas se procede a realizar las mediciones correspondientes para los sellos de calidad de obra gris y blanca, de acuerdo a la capacitación de toma de muestras dada por Control Interno (auditores internos). Los sellos en los que el practicante participara de la inspección son los siguientes:

- Mampostería.
- Pañete.
- Afinado de piso.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones hidrosanitarias.
- Vanos.
- Drywall.
- Enchape.
- Pisos.
- Puertas.

6.3.2. Informe de hallazgos

Llevar a cabo un informe que consolide los hallazgos de los resultados de los sellos de calidad junto con un análisis de estos. Se debe registrar en la plataforma de la empresa con el objetivo de mantener actualizado y evaluar al contratista que le corresponde la actividad inspeccionada.

7. APOORTE AL CONOCIMIENTO

7.1. Aporte personal

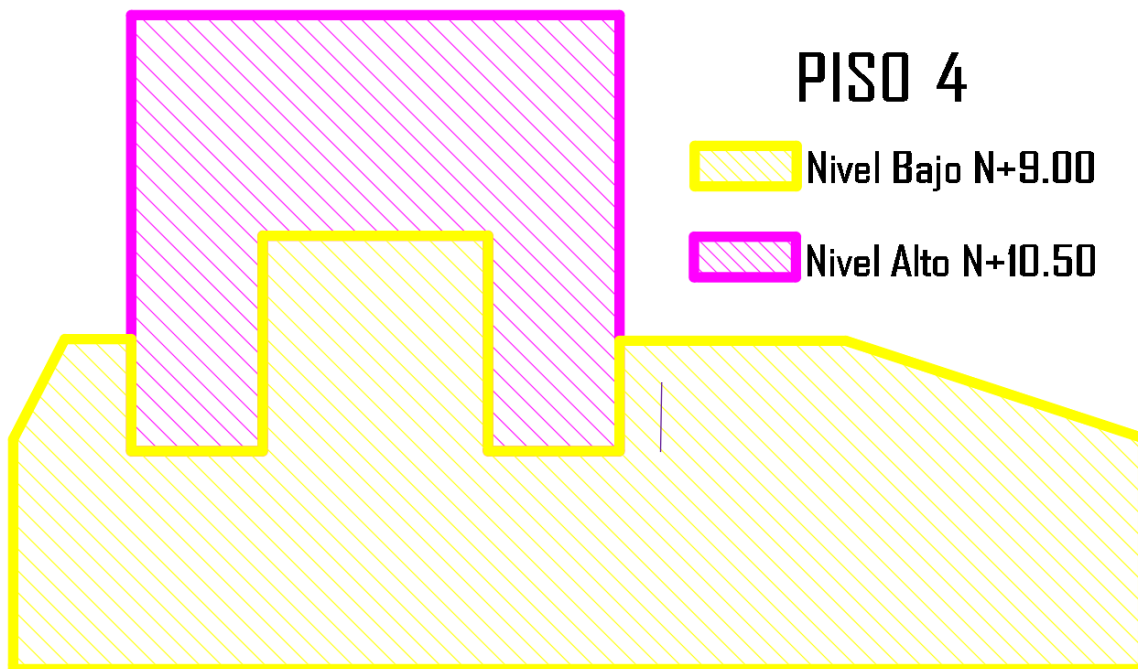
La experiencia en un entorno laboral es uno de los tantos beneficios que proporciona optar por una práctica empresarial. Desde el primer día que se entra a la obra y oficinas en las que opera la parte administrativa, se nota el cambio inmediato del ámbito educativo al laboral. Es importante que el estudiante pueda lidiar con situaciones que afrontara habitualmente como profesional, no solo aplicando lo adquirido por el conocimiento en ingeniería, sino también el momento de trabajar con otras personas.

- En el campo laboral de la ingeniería civil, se tiene que mantener un lenguaje muy universal y minucioso al momento de presentar entregas las cuales van a intervenir una o más personas. Esto con el motivo de que cada persona entiende las cosas diferente y se pueden evitar inconvenientes en el proceso que se quiere culminar efectivamente. Se puede evidenciar en el momento de observar planos de cualquier tipo, diligenciamiento de formatos, informes que correspondientes a cualquier avance de la obra, etc.
- Los factores externos como internos en un proyecto de construcción deben tener medidas de mitigación para cada una. Se suelen presentar atrasos por los transportes de material, los cambios climáticos, incumplimiento por parte de los contratistas, falta de buena gestión de la administración.
- La metodología Lean Construction es una pieza clave en la que la empresa ha adoptado gran parte de su sistema de funcionamiento. Lean logra transparencia en los procesos, esta 100% al servicio del cliente, sus procesos ayudan considerablemente a la reducción de pérdidas de tiempo en tareas y optimización en los procesos de pedidos de materiales.

7.2. Proceso constructivo Torre de Parquaderos OBRA VENTURA

En esta sección presentan los pasos día a día del proceso constructivo del edificio de parqueaderos del proyecto VENTURA, en cual se está desarrollando con el sistema constructivo Aporticado con Lamina Colaborante. Se mostrará la formación de las placas (nivel bajo N+9.00 y nivel alto N+10.50) y columnas de cada nivel del piso 4; el nivel bajo N +9.00 se conforma de un área de parqueadero (379 m²) y un área de club house (365m²) formando una única placa, el nivel alto N +10.50 tiene un área de 297,48 m². Los niveles superiores restantes tendrán el mismo diseño, pero únicamente se destinarán para parqueaderos. En la Esquema 7-1 se muestra la división de las placas, estas poseen un desnivel de 1.50 M entre ellas.

Esquema 7-1 Plano con nomenclatura del piso 4 de Torre de Parquaderos [Fuente propia]



En general la placa del piso 4 nivel bajo contiene 744.98 M² de área y el nivel alto 297.81 M². El proceso constructivo cuenta con los siguientes pasos.

- ✓ Armado de formaletas (Entarimado).
- ✓ Armado de vigas.
- ✓ Instalación de perlines y riostras.
- ✓ Armado de fondos en placa maciza y bandas.
- ✓ Instalación de las láminas colaborantes y mallas de refuerzo.
- ✓ Instalación de redes eléctricas e hidrosanitarias.
- ✓ Fundida de placa.
- ✓ Armado de refuerzo y formaletas para columnas.
- ✓ Fundida de columnas.

A continuación, se muestra en la Tabla 7-1 como se organizó el armado y la fundida de las placas y columnas según programación de los dos niveles del piso 4. Las reuniones Last Planner se desarrollaron semanalmente con el objetivo de cumplir los compromisos propuestos mostrados a continuación.

Tabla 7-1 Compromisos por reunión Last Planner de la estructura de Torre de Parqueaderos [Fuente propia]

FECHA DE REUNIÓN	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	META	EJECUTADO	CUMPLIMIENTO
10/10/2019	COLUMNAS Y PLACAS PISO 4 -- ARMAR PLACA 140 M2 NIVEL +9.0 (20%)	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	140 M2	140 M2	SI
17/10/2019	COLUMNAS Y PLACAS PISO 4 -- ARMAR PLACA 460 M2 NIVEL +9.00 (80% PARA UN 100%)	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	460 M2	460 M2	SI
	COLUMNAS Y PLACAS PISO 4 -- ARMAR PLACA 60 M2 NIVEL +10.50 (20%)	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	60 M2	60 M2	SI
	COLUMNAS Y PLACAS PISO 4 -- FUNDIR PLACA NIVEL +9.00 700 M2	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	700 M2	700 M2	SI
24/10/2019	PISO 4 ARMADA Y FUNDIDA COLUMNAS NIVEL +9.00	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	39 UND	15 UND	SI
	COLUMNAS Y PLACAS PISO 4 -- ARMAR PLACA 240 M2 NIVEL +10.50 (80% PARA UN 100%)	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	240 M2	240 M2	SI
	COLUMNAS Y PLACAS PISO 4 -- FUNDIR PLACA NIVEL +10.50 300 M2	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	300 M2	300 M2	SI
	PISO 4 ARMADA Y FUNDIDA COLUMNAS NIVEL +10.50	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	14 UND	14 UND	SI
30/10/2019	PISO 4 ARMADA Y FUNDIDA COLUMNAS NIVEL +10.50	CONSTRUCCIONES JERJ S.A.S	5 UND	5 UND	SI

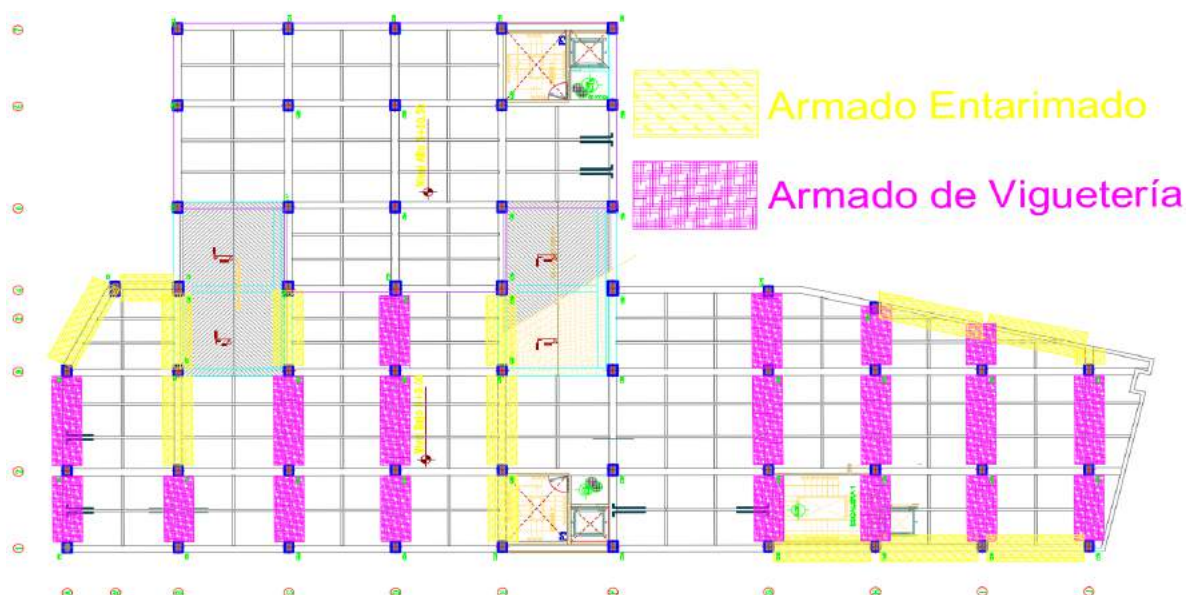
En la Tabla 7-2 y en la Esquema 7-2 se mostrarán las secuencias constructivas de la Estructura de la Torre de Parquaderos en la obra, mostrando en cada una de ellas los pasos mencionados anteriormente por día de trabajo, teniendo en cuenta que no hay jornada laboral los domingos.

Tabla 7-2 Secuencia Estructura de la Torre de Parquaderos [Fuente: Propia]

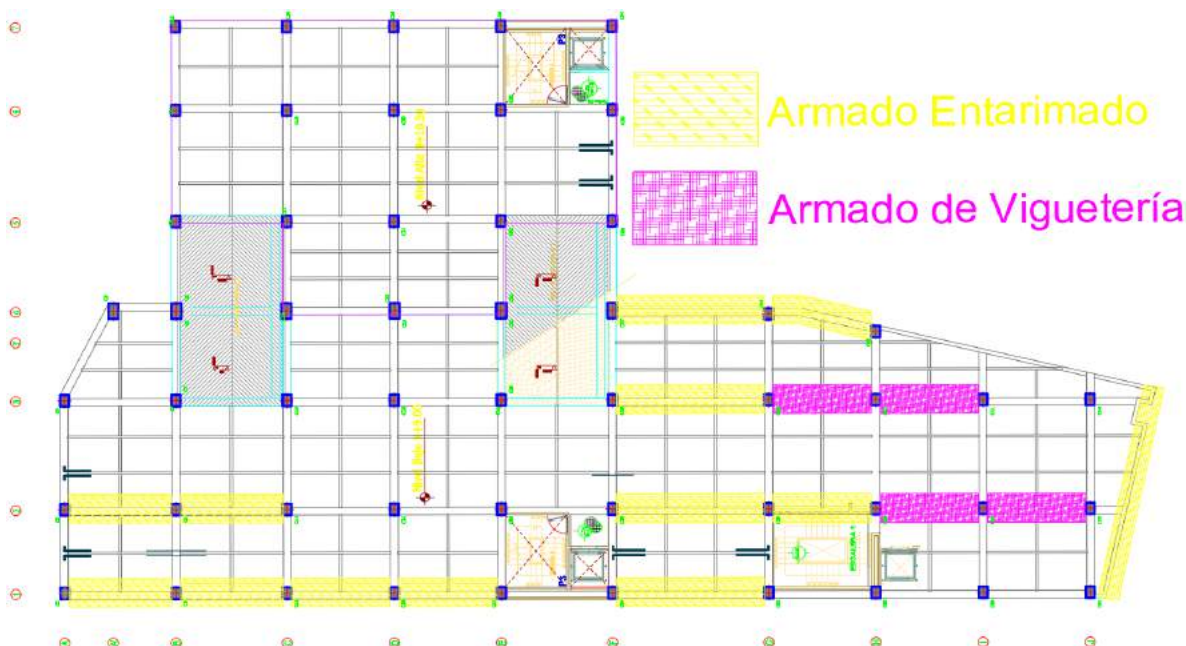
DÍA	FECHA	ACTIVIDADES REALIZADAS
0	LUNES 14/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ENTARIMADO Y ARMADO DE VIGAS
1	MARTES 15/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ENTARIMADO Y ARMADO DE VIGAS
2	MIÉRCOLES 16/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ENTARIMADO, ARMADO DE VIGAS, INSTALACIÓN DE PERLINES Y RIOSTRAS, ARMADO DE FONDOS Y BANDAS
3	JUEVES Y VIERNES 17/10/2019 Y 18/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ARMADO DE VIGAS, ARMADO DE FONDOS Y BANDAS, INSTALACIÓN DE PERLINES Y RIOSTRAS, INSTALACIÓN DE LAMINAS COLABORANTES PLACA NIVEL ALTO: ENTARIMADO
4	SÁBADO 19/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: INSTALACIÓN DE PERLINES Y RIOSTRAS, ARMADO DE FONDOS Y BANDAS, INSTALACIÓN DE LAMINAS COLABORANTES
5	LUNES 21/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ENTARIMADO DE VOLADO, ARMADO DE PLACA VOLADO, INSTALACIÓN DE LAMINAS COLABORANTES Y MALLA DE REFUERZO PLACA NIVEL ALTO: ENTARIMADO
6	MARTES 22/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: INSTALACIÓN DE MALLA DE REFUERZO, ARMADO DE REFUERZO DE PLACAS MACIZAS, ARMADO DE COLUMNAS, FUNDIDA DE PLACA (744 M2) PLACA NIVEL ALTO: ENTARIMADO Y ARMADO DE VIGAS
7	MIÉRCOLES 23/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ARMADO DE REFUERZO DE COLUMNAS, ARMADO DE FORMALETAS DE COLUMNAS PLACA NIVEL ALTO: ENTARIMADO Y ARMADO DE VIGAS
8	JUEVES 24/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ARMADO DE REFUERZO DE COLUMNAS, ARMADO DE FORMALETAS DE COLUMNAS, FUNDIDA DE COLUMNAS PLACA NIVEL ALTO: ARMADO DE VIGAS, ARMADO DE REFUERZO EN PLACA MACIZA, ARMADO DE FONDOS Y BANDAS, INSTALACIÓN DE PERLINES
9	VIERNES 25/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ARMADO REFUERZO DE COLUMNAS, FUNDIDA DE COLUMNAS PLACA NIVEL ALTO: INSTALACIÓN DE MALLA DE REFUERZO
10	SÁBADO 26/10/2019	PLACA NIVEL BAJO: ARMADO DE FORMALETA PARA COLUMNAS, FUNDIDA DE COLUMNAS PLACA NIVEL ALTO: FUNDIDA DE PLACA
11	LUNES 28/10/2019	PLACA NIVEL ALTO: ARMADO DE REFUERZO EN COLUMNAS
12	MARTES 29/10/2019	PLACA NIVEL ALTO: ARMADO DE REFUERZO EN COLUMNAS, ARMADO DE FORMALETAS DE COLUMNAS, FUNDIDA DE COLUMNAS
13	MIÉRCOLES 30/10/2019	PLACA NIVEL ALTO: ARMADO DE FORMALETA PARA COLUMNAS, FUNDIDA DE COLUMNAS

Esquema 7-2 Rendimiento por días de la estructura de piso 4 de la Torre de parqueaderos [Fuente propia]

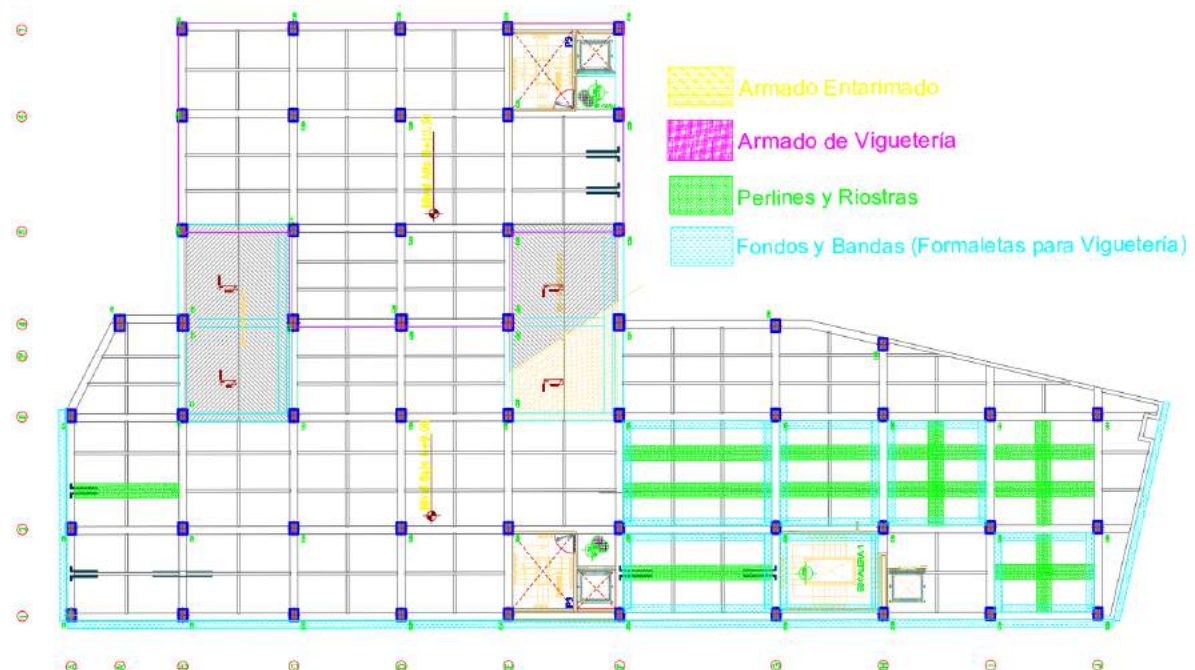
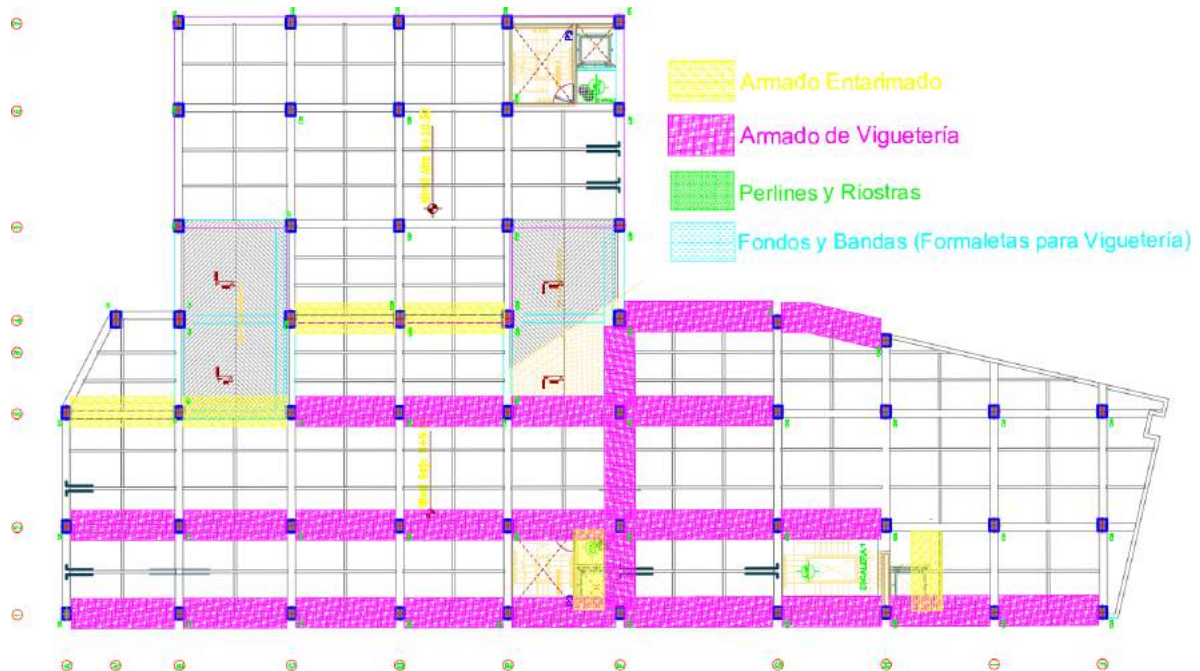
DÍA NO.0 (14/10/2019)



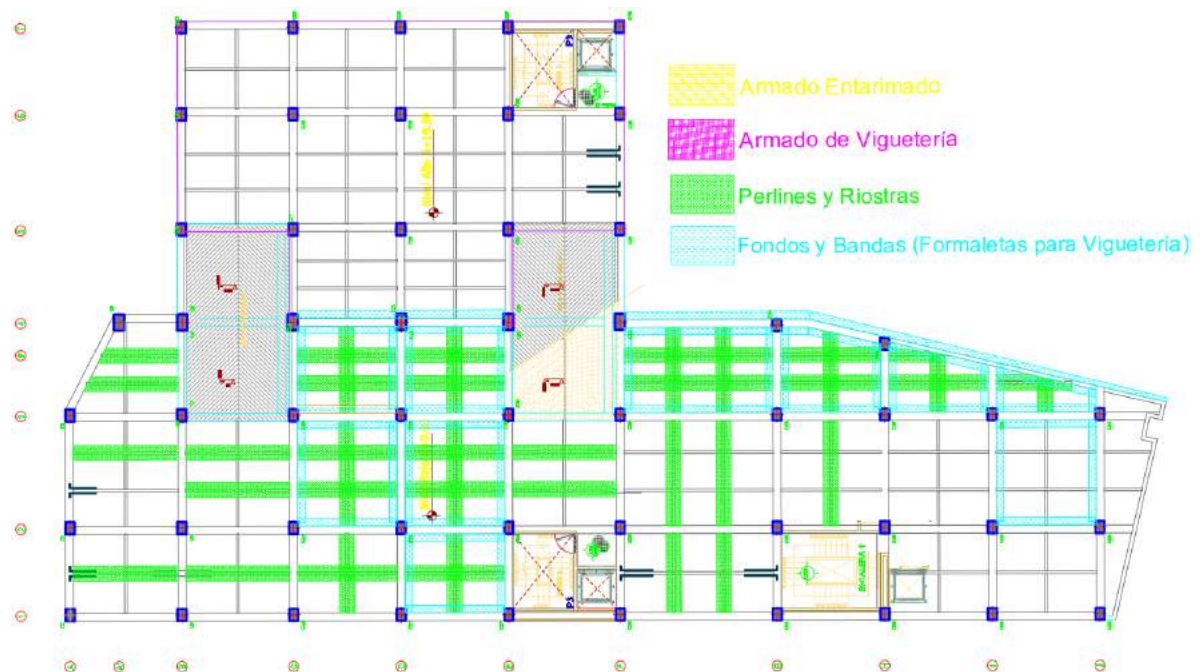
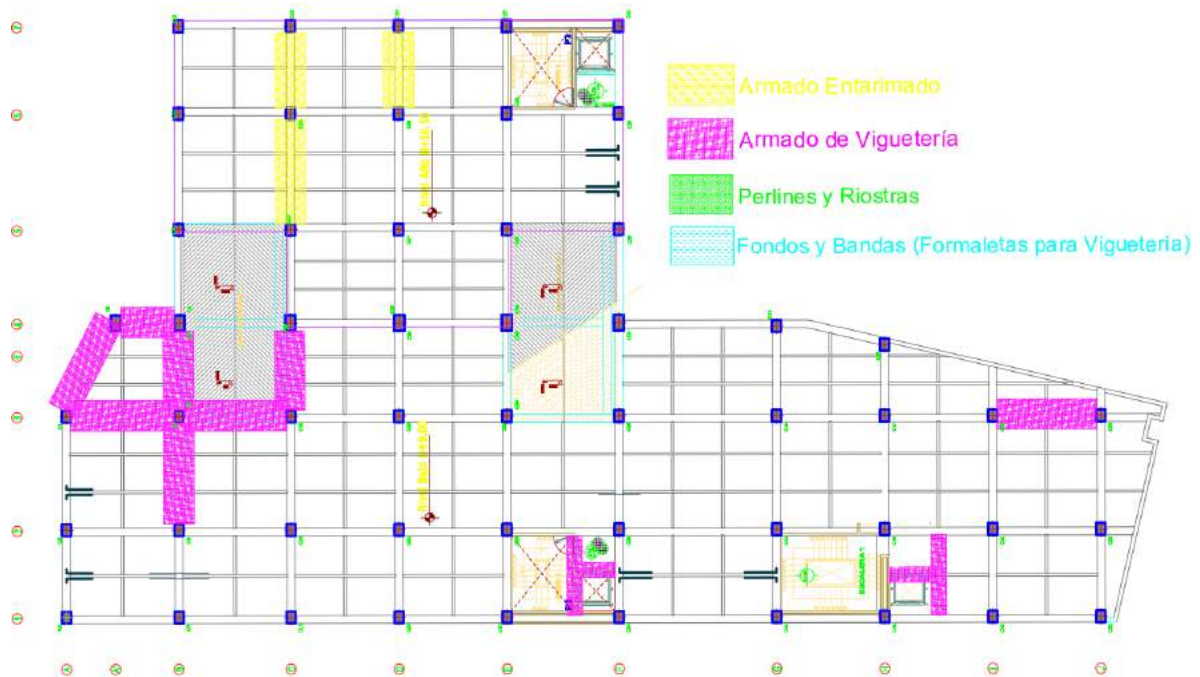
DÍA NO.1 (15/10/2019)



DÍA NO.2 (16/10/2019)



DÍAS NO.3 Y 4 (17/10/2019 Y 18/10/2019)



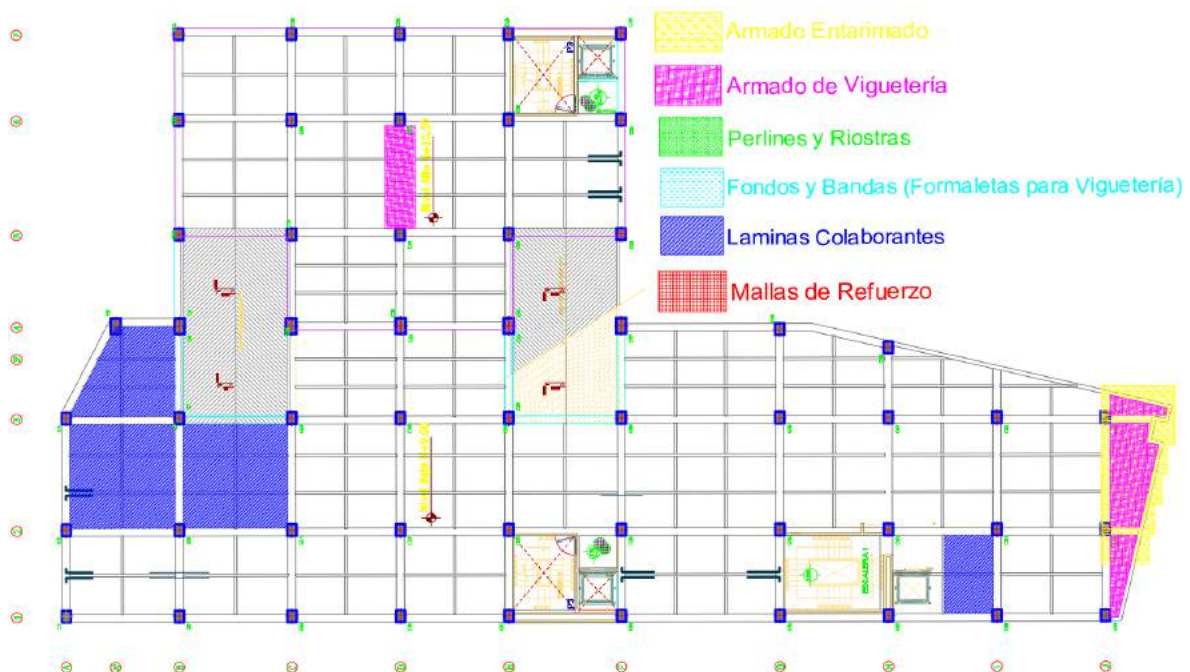


DÍA NO.5 (19/10/2019)



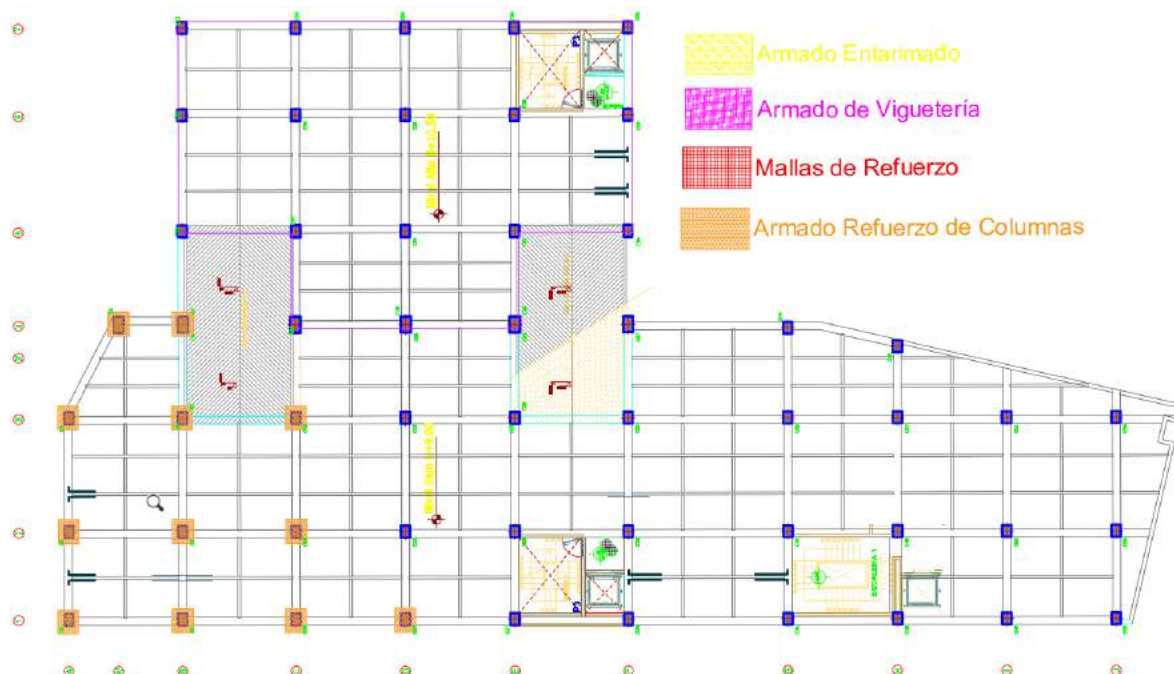


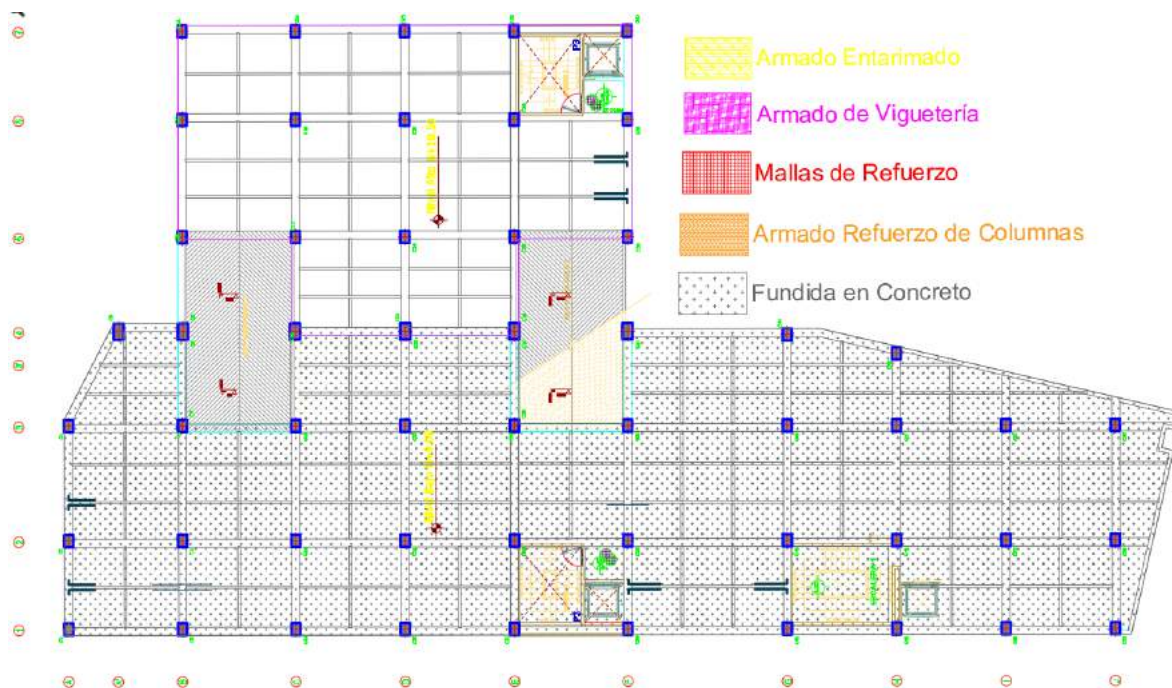
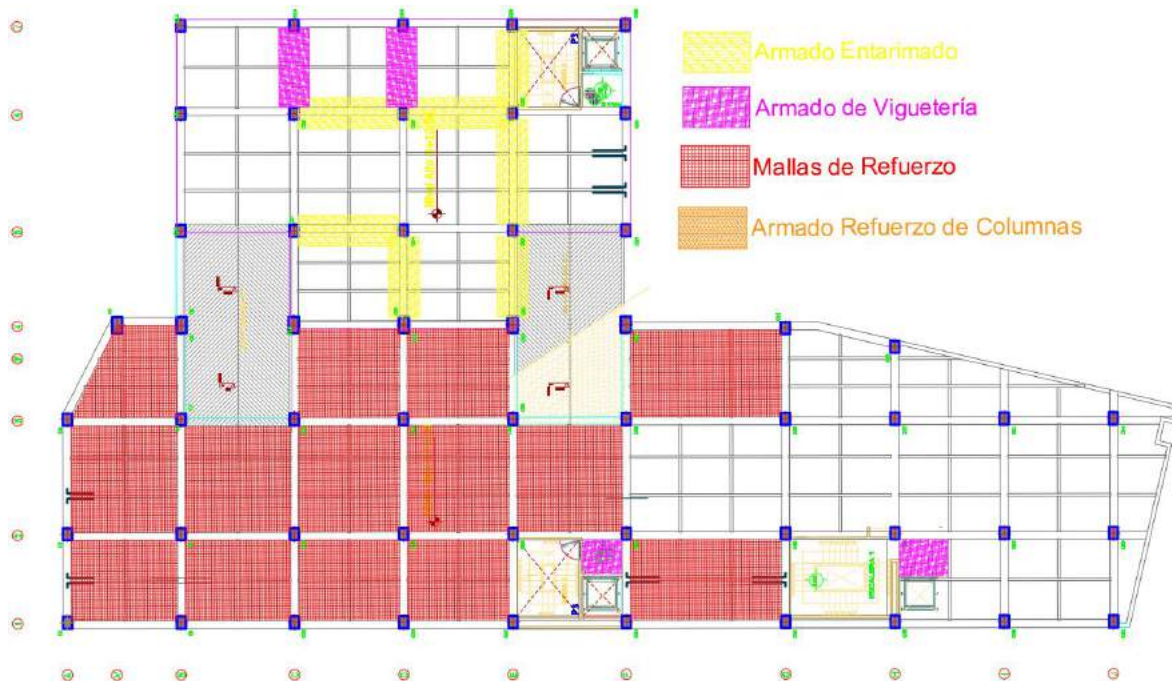
DÍA NO.6 (21/10/2019)



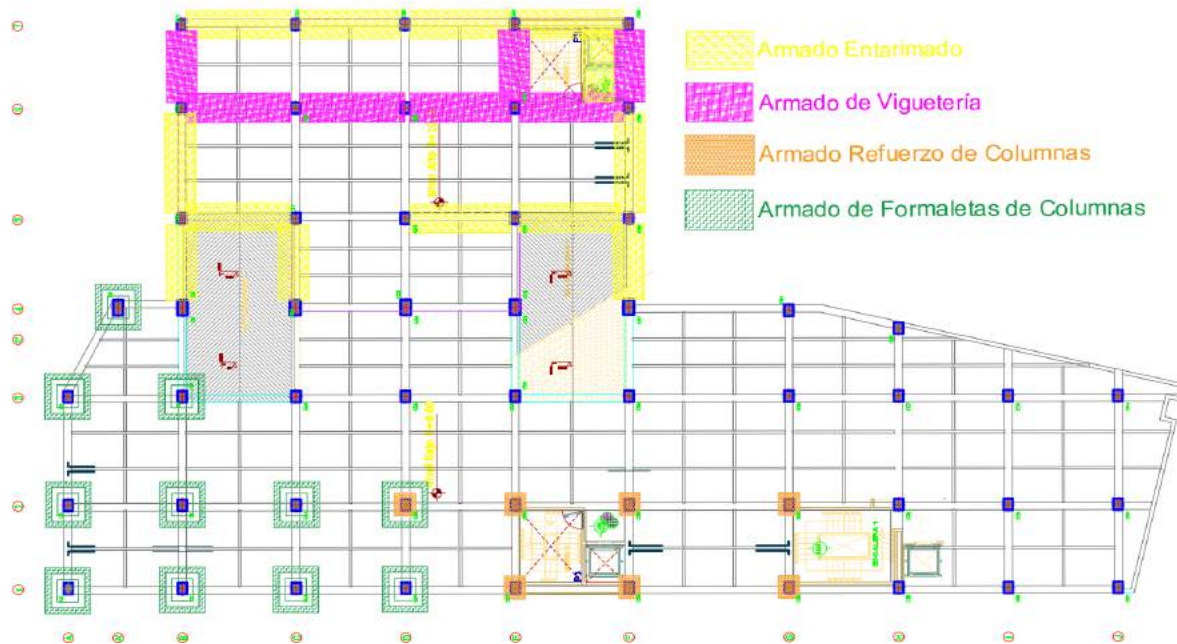


DÍA NO.7 (22/10/2019)

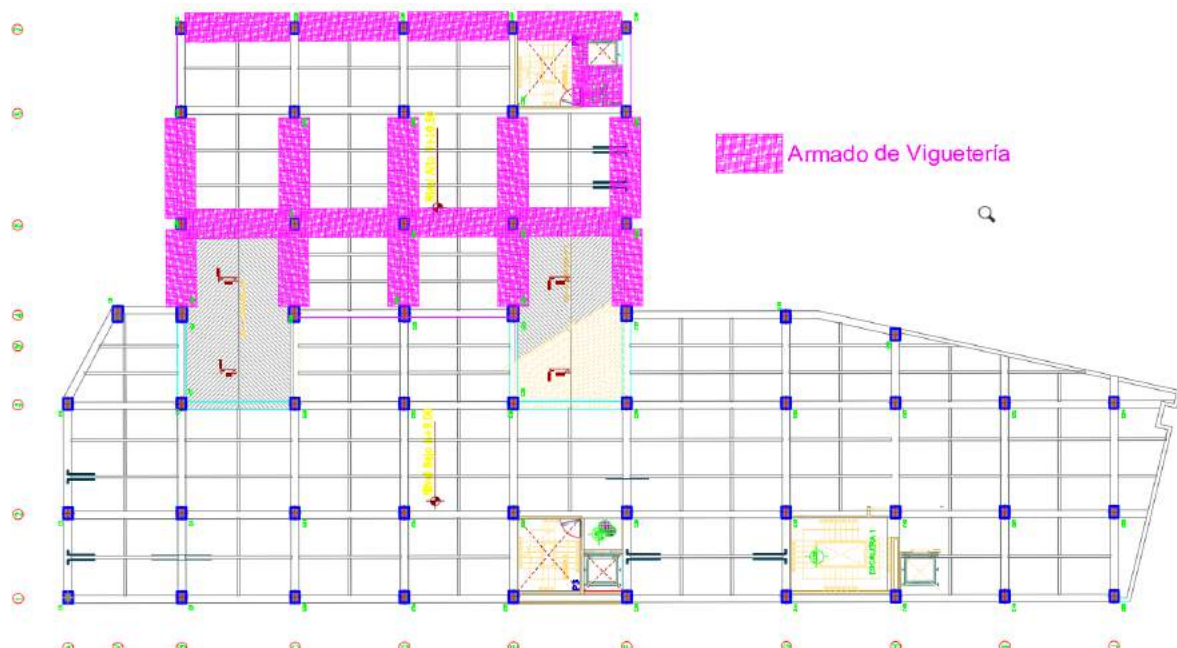


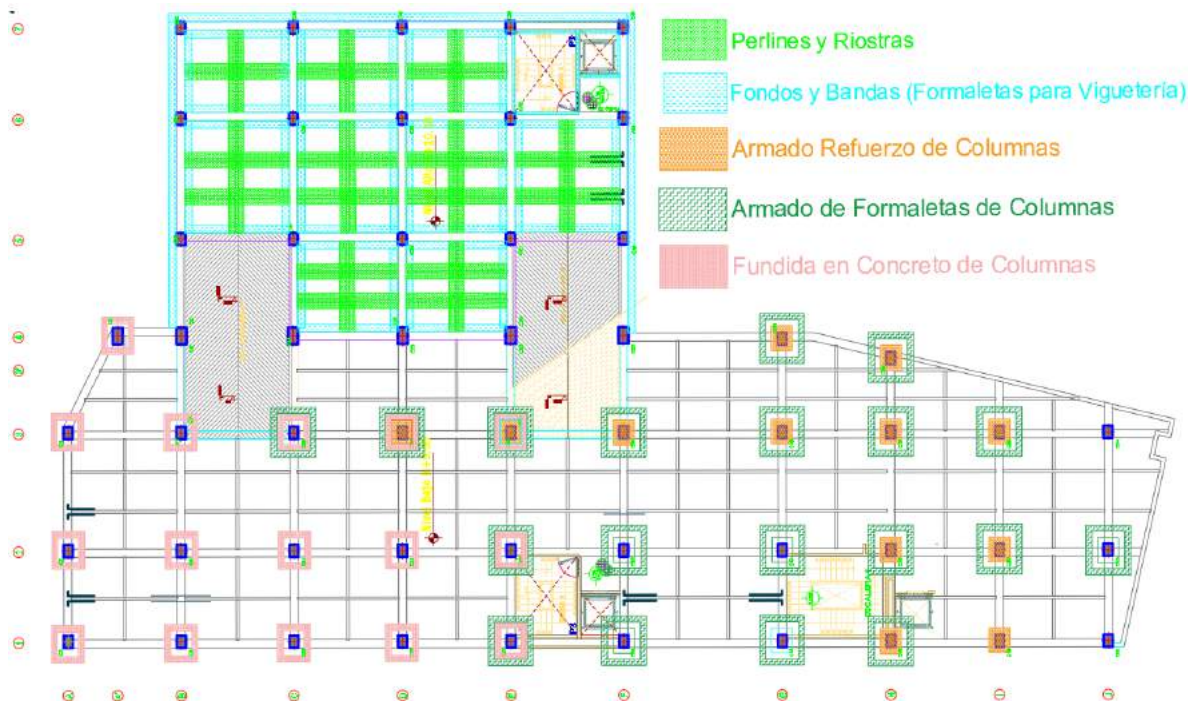


DÍA NO.8 (23/10/2019)

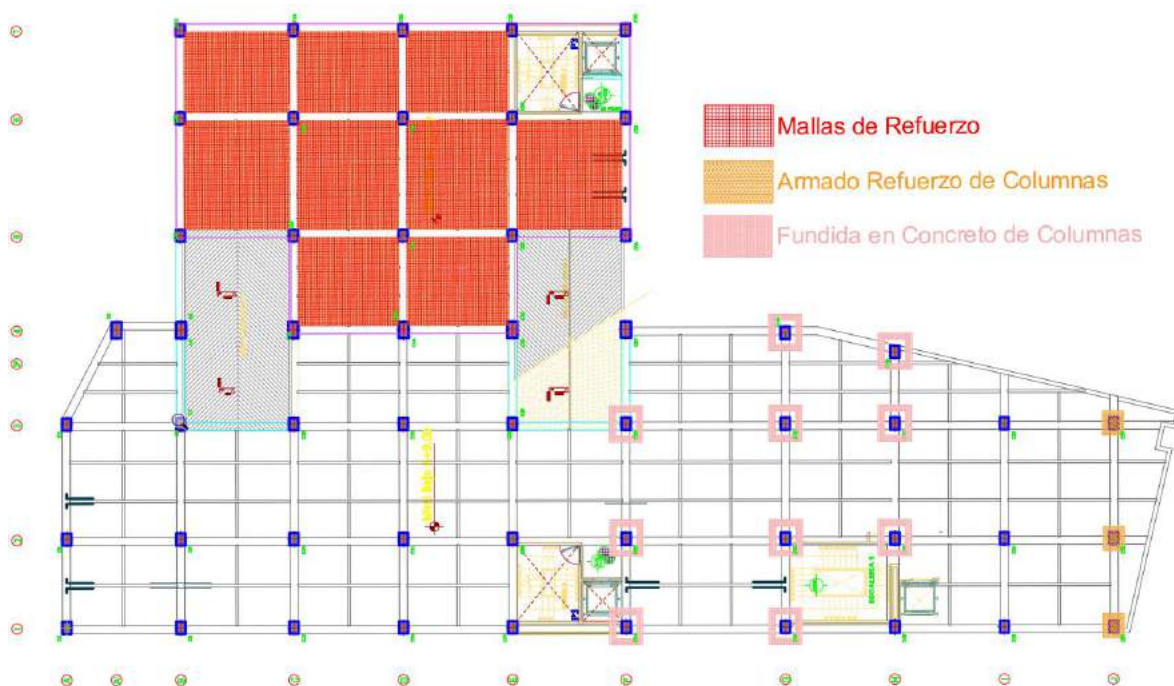


DÍA NO.9 (24/10/2019)

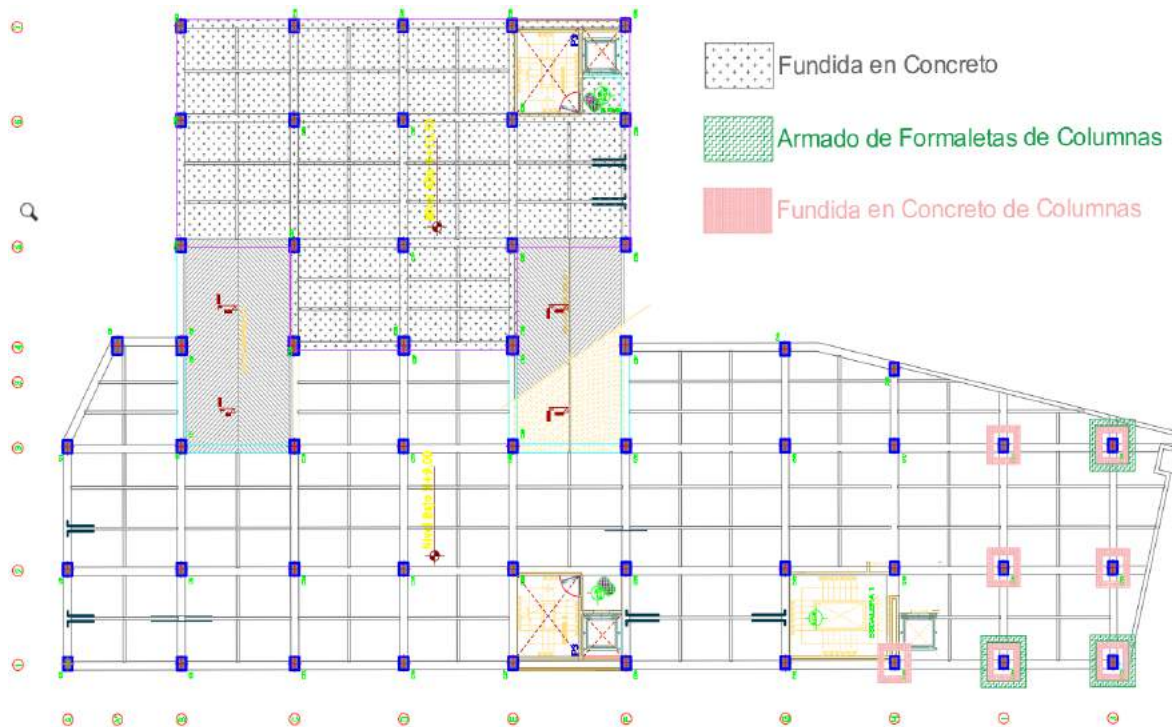




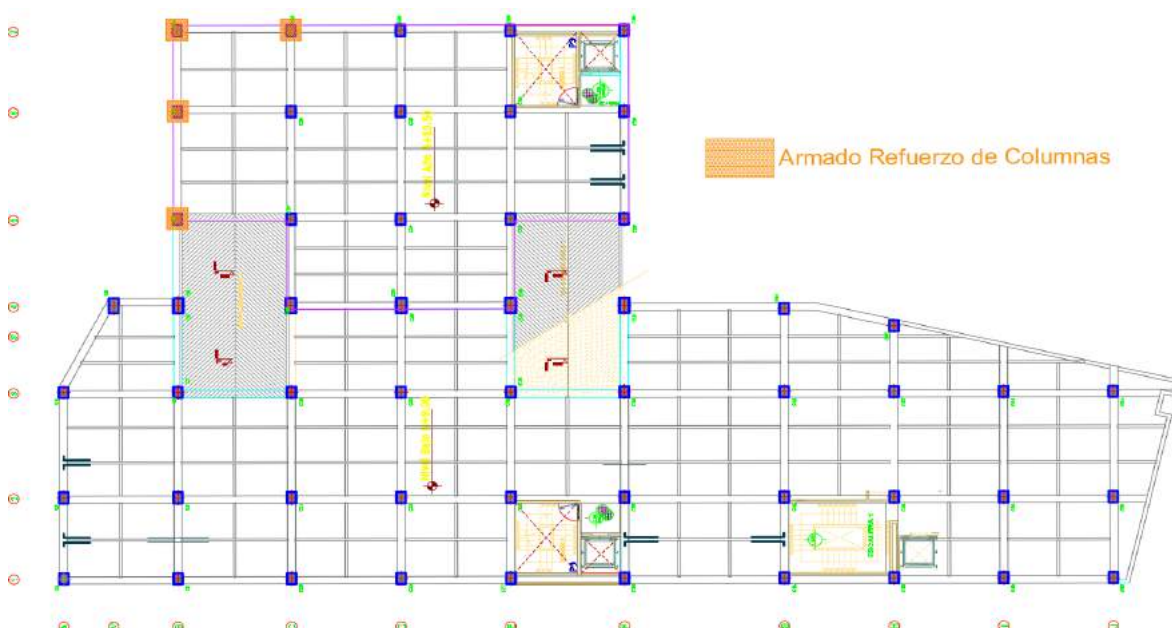
DÍA NO.10 (25/10/2019)



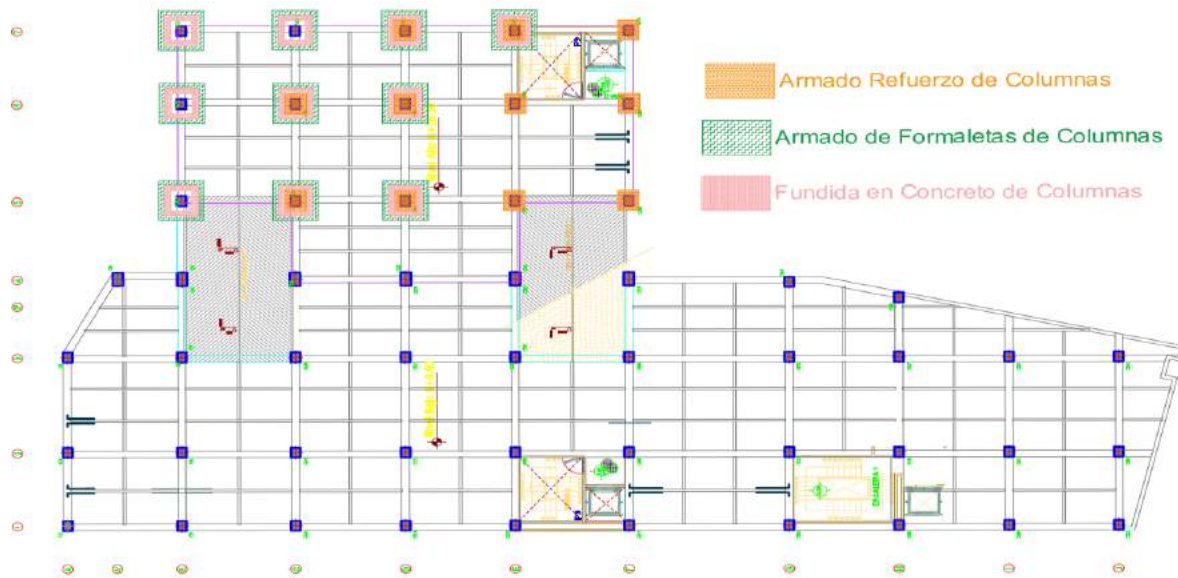
DÍA NO.11 (26/10/2019)



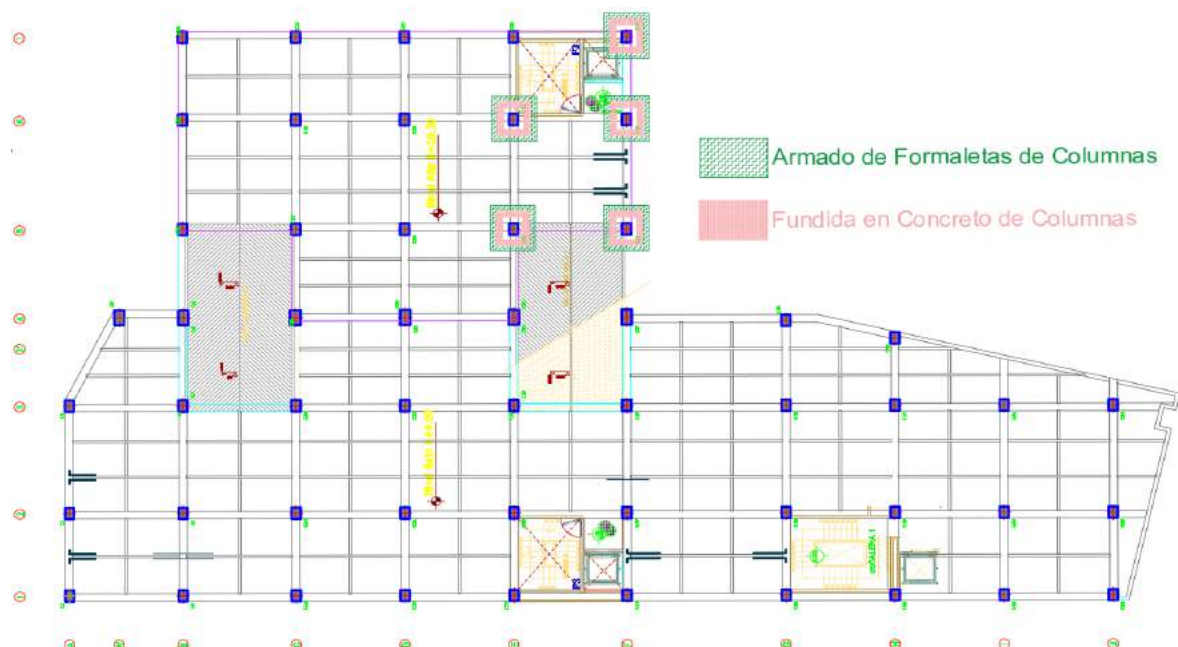
DÍA NO.12 (28/10/2019)



DÍA NO.13 (29/10/2019)



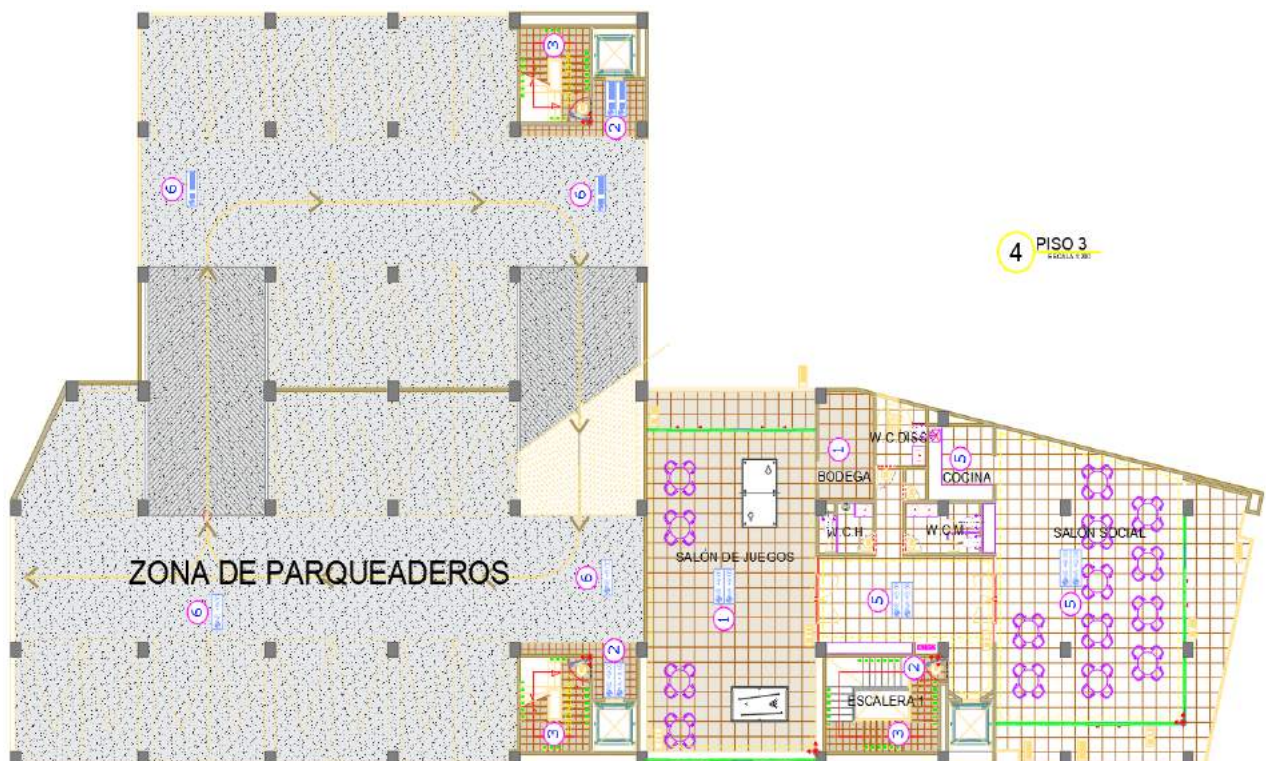
DÍA NO.14 (30/10/2019)



Para la Torre de Parquaderos y Club House se planeó de manera que la estructura avanzara por piso cada 15 días. Como se mostraba en la Ilustración 7-2, se logró cumplir el tiempo programado para este piso. El seguimiento al proceso constructivo se apoyó en la metodología Lean, registrándose el cumplimiento semanal por las reuniones Last Planner. En las actas de reunión se anotaba el tiempo y los rendimientos en los cuales al contratista se le exigía que cumpliera; al pasar la semana, se inspecciona si las tareas han sido cumplidas eficientemente, de lo contrario, se procedía a encontrar las causantes de no cumplimiento de los compromisos y gestionar soluciones. En caso de que se mantuviera el rendimiento, está programado a que las placas y columnas que hacen parte de la estructura de la torre estén fundidas al final de diciembre de 2019, logro que se pudo efectuar.

El sistema constructivo escogido para esta torre favorece a que se diseñe la estructura de manera más personalizada, ya que permite que se ubiquen luces amplias. Esto posibilita que se realicen zonas con diferente propósito, como lo es el Piso 4 Nivel Bajo +9.00, que está distribuido en zona de parquaderos y zona de club house como se muestra en la Ilustración 7-3.

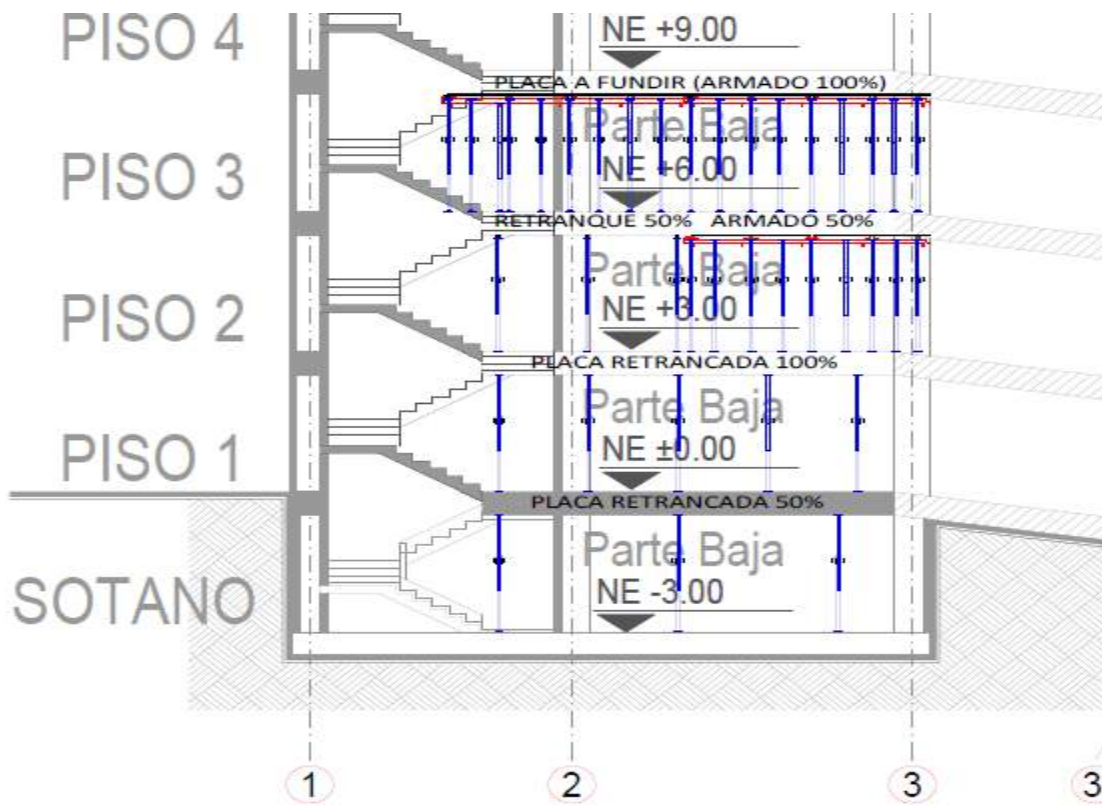
Esquema 7-3 Separación de zonas en piso 4 [Fuente propia]



La manera en la que se funden las placas con placa aligerada permite que se use menor cantidad de concreto a comparación de una placa maciza, la demora del armado de formaleta disminuye y no se necesita formaleta, gracias a que la corpalosa funciona también como formaleta.

Una desventaja de este sistema de construcción se presenta cuando al momento de fundir las placas, se debe reapuntalamiento tres pisos con una distribución como lo demuestra la Esquema 7-4, en los que se mantiene cimbras, cerchas y parales soportando la carga de la placa hasta que está a través del tiempo logre su resistencia adecuada. Debido a esta condición, surgen inconvenientes entre el contratista y el diseñador estructural. El diseñador propone que la desencofrada de la placa se genere en el momento que el fraguado del concreto sea completado al 100% así obteniendo su máxima resistencia, por otro lado, el contratista desea desarmar el encofrado inmediatamente sea posible, por motivos de cumplimiento en la programación que este propone anticipadamente [7].

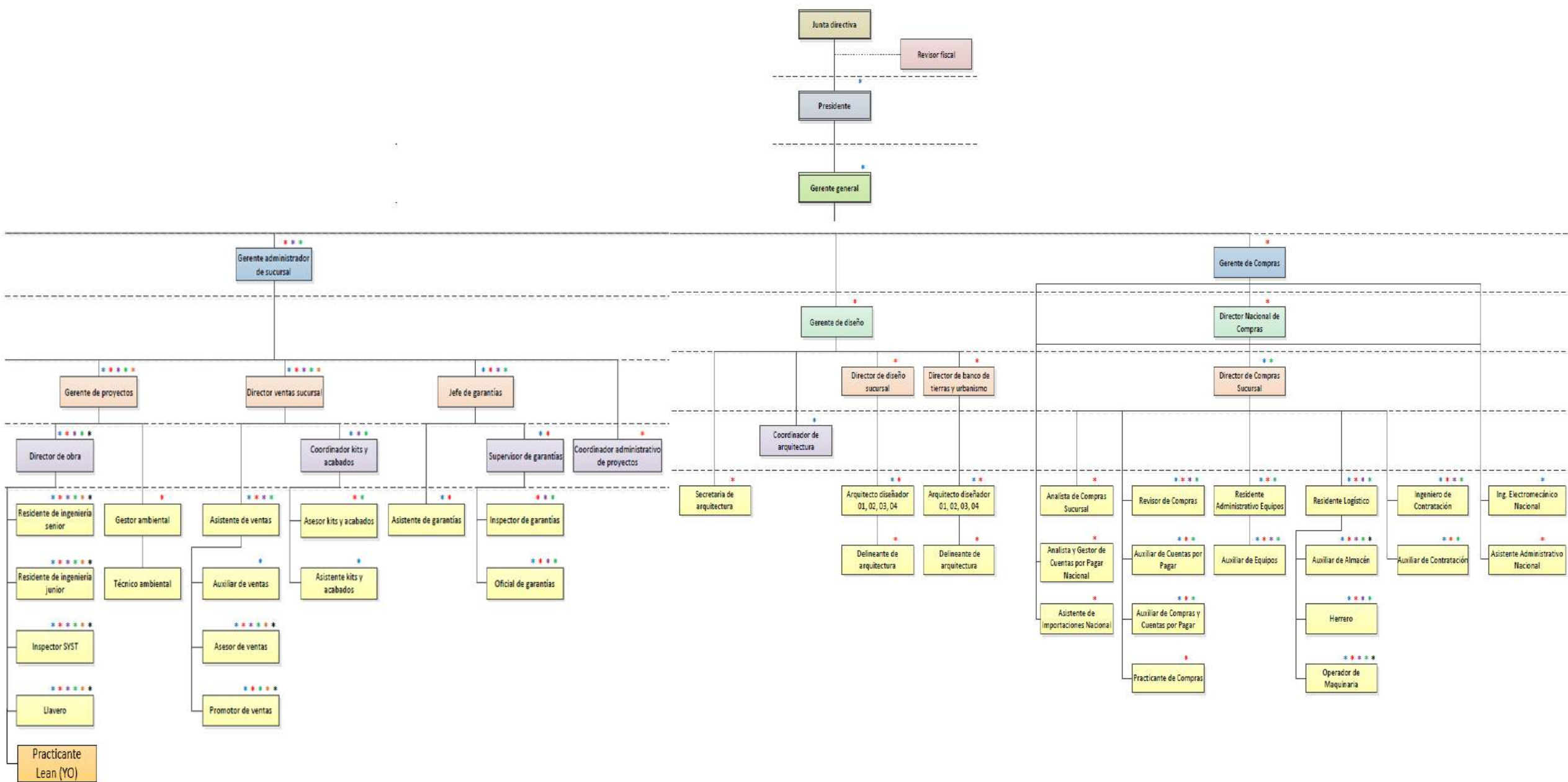
Esquema 7-4 Apuntalamiento y reapuntalamiento de la estructura de la Torre de Parqueaderos [Fuente propia]



8. CONCLUSIONES

- Al momento de supervisar actividades, se debe revisar rigurosamente cada factor que involucre la actividad a evaluar. Para esto se cuentan con actas en la que la parte gerencial y contratista fijan los requerimientos específicos de entrega.
- En la práctica se ha logrado cumplir cada una de las actividades iniciales propuestas por el plan de trabajo, las cuales alimentan el conocimiento al momento de aplicar los procesos de la metodología Lean que logran mejorar el funcionamiento del proyecto.
- Cada detalle en el diseño de la estructuración de cualquier actividad administrativa o constructiva es sumamente importante, debido a que puede afectar a gran escala los procesos de estos. Puede influir en tiempos de atraso, afectar el presupuesto de la obra, material sobrante o faltante.
- Conocer cualquier ámbito que involucre el proyecto facilitara el entendimiento de los diferentes aspectos que trata cada persona en cada cargo. Esto enriquece de gran manera el conocimiento propio y ayuda a obtener una opinión crítica de los distintos factores que se presentan en el ambiente laboral. Ningún cargo esta demás en una empresa, cabe aclarar que la función de cada trabajador debe estar al servicio de la mejoría de la productividad.
- Analizar cada proceso constructivo ayuda a comprender de cómo trabaja cada participante en el proyecto. Esto logra complementar el diligenciamiento de la productividad y rendimientos por parte de cada cuadrilla correspondiente a las empresas contratistas.
- La seguridad de cada trabajador en cualquier ambiente laboral es primordial. Se garantiza al momento de contar con personal especializado en riesgos laborales que esté al servicio de los trabajadores de cada empresa involucrada en la obra.

Anexo 1. Estructura Organizacional MARVAL S.A.



9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Roxana, «BGS Institute,» [En línea]. Available: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Que-es-Lean-Construction-o-Construccion-sin-Perdidas-83>. [Último acceso: 15 09 2019].
- [2] H. Porras Díaz, O. G. Sánchez Rivera y J. A. Galvis Guerra, «Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos,» *AVANCES Investigación de Ingeniería*, vol. 11, nº 1, 2014.
- [3] O. F. Gonzalez Casallas, «Implementación y seguimiento de la metodología Lean Construction a las actividades constructivas de la obra Metropolitan Bussines Park en la empresa MARVAL S.A.,» Bucaramanga, 2011.
- [4] S. P. Valencia Vanegas, «La filosofía LEAN en la gerencia de proyectos,» Medellín, 2013.
- [5] Ministerio de Vivienda, «Ministerio de Vivienda,» [En línea]. Available: <http://www.minvivienda.gov.co>. [Último acceso: 15 09 2019].
- [6] F. Flores y M. Flores Letelier, *Conversaciones Para La Accion y Ensayos Seleccionados: Inculcando Una Cultura De Compromiso En Nuestras Relaciones De Trabajo*, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015.
- [7] V. y. D. T. Ministerio de Ambiente, «Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente,» de *Título C - Concreto Estructural*, Bogotá D.C., 2010.
- [8] MARVAL S.A., «Marval, Cooperativo, Somos Marval,» [En línea]. Available: www.marval.com.co. [Último acceso: 15 09 2019].