



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN
IMPLEMENTADOS EN EL DESARROLLO Y EJECUCIÓN DEL
PABELLÓN #2 EN LA CÁRCEL BELLAVISTA, BASADOS EN LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION.**

Autor

Sara Ramírez Zapata

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento, Escuela Ambiental

Medellín, Colombia

2020



Optimización de los procesos de construcción implementados en el desarrollo y ejecución del pabellón #2 en la cárcel bellavista, basados en la filosofía lean construction.

Sara Ramírez Zapata

Informe de práctica
Como requisito para optar al título de:
Ingeniera Civil

Asesora
Derly Estefanny Gómez García.
Ingeniera Civil

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2020.

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	2
3.	OBJETIVOS	3
3.1	Objetivo General	3
3.2	Objetivos específicos	3
4.	MARCO TEÓRICO	4
5.	ÁREA DE ESTUDIO.....	6
5.1	INFORMACIÓN GENERAL.....	6
5.2	LOCALIZACIÓN	6
5.3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
5.4	ORIENTACIÓN DEL ESTUDIO.....	7
6.	METODOLOGÍA.....	8
6.1	PROCESOS EFICIENTES.....	8
6.2	SECTORIZACIÓN:.....	10
6.3	TREN DE ACTIVIDADES:	12
6.4	DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUADRILLAS:.....	15
6.5	ULTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER):	18
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.	18
6.1	PROCESOS EFICIENTES.....	18
6.2	SECTORIZACIÓN:.....	20
6.3	TREN DE ACTIVIDADES:	21
6.4	DIMENSIONAMIENTO DE CUADRILLAS	22
6.5	LAST PLANNER (ÚLTIMO PLANIFICADOR)	22
7.	CONCLUSIÓN	24
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
ANEXOS 1.....		25
ULTIMO PLANIFICADOR.....		25
ANEXO 2.		32

INSTRUCTIVO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN, IMPLEMENTADOS EN EL DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL CONSORCIO PABELLÓN 2, BASADOS EN LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION.....	32
---	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procesos y actividades en concreto ciclópeo	9
Tabla 2. Procesos y actividades en zapatas de fundación.	9
Tabla 3. Procesos y actividades en vigas de fundación.	9
Tabla 4. Actividades y cantidades para cada uno de los sectores.	11
Tabla 5. Dimensionamiento de cuadrilla para concreto ciclópeo.	16
Tabla 6. Dimensionamiento de cuadrilla para zapatas de cimentación.	16
Tabla 7. Dimensionamiento de cuadrilla para vigas de cimentación.	17

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto.	6
Figura 2. Organigrama de la metodología	8
Figura 3. Procesos de cimentación en concreto ciclópeo.	8
Figura 4. Procesos de cimentación en zapatas .	8
Figura 5. Procesos de cimentación en vigas.	9
Figura 6. Implantación de la sectorización de obra.	10
Figura 7. Ejemplo dinámico de las actividades en la filosofía lean Construction	13
Figura 8. Tren de actividades para la cimentación del proyecto pabellón 2 de EPMSC, Bellavista.	14

1. RESUMEN

En el presente proyecto se fundamentó la aplicación de la filosofía Lean Construction, como método de implementación para un modelo de control y optimización en el desarrollo contractual, en la construcción de la cimentación en el pabellón No. 2 de la cárcel Bellavista.

Se observó que el avance de la obra, ya contaba con un atraso implícito, derivado de una suspensión obligatoria por motivos de salubridad mundial (pandemia originada por el COVID-19).

Debido a los atrasos relacionados, se planteó la necesidad de implementar un modelo estratégico que estuviera direccionado a mejorar y optimizar el rendimiento en la etapa inicial y más crítica del desarrollo constructivo de la obra, como lo es la cimentación.

Es por esto que, se desea crear un instructivo basado en la filosofía lean Construction, por medio de la cual se propende eliminar todo aquello que sea generador de pérdidas en la ejecución de las obras.

La reducción de pérdidas es directamente proporcional a la disminución de los tiempos de ejecución, el control del desperdicio de los materiales, la prevención de accidentes laborales, la optimización del personal operativo, la optimización de herramientas y la implementación de procesos alternativos y proactivos.

Para lograr este objetivo se plantean 6 fases de procedimientos en la ejecución de la obra, que corresponden a los fundamentos establecidos por la filosofía lean construction, tales como: los procesos eficientes, la sectorización, los trenes de actividades, el dimensionamiento de las cuadrillas y por último el last planner.

Siguiendo las herramientas suministradas por la filosofía lean constructions se logró, mejorar la productividad en cada proceso, lo cual arrojó un resultado positivo en cuanto a la producción en obra, pero no se cumplió con los tiempos establecidos en el último planificador de este proyecto.

2. INTRODUCCIÓN

El oficio de la construcción es un sector significativo del sistema económico de un país, por consiguiente, el control de los nuevos sistemas de gestión que se implementan en las principales industrias constructoras del mundo y en donde se obtienen excelentes resultados, merecen exclusiva atención¹.

Hoy por hoy se cuenta con diferentes herramientas para la gestión de proyectos, sin embargo, se observa que todavía siguen presentándose problemas en los sobrecostos y demoras en los proyectos.

De lo anteriormente expuesto se puede inferir que las herramientas existentes no son las más competentes para aminorar esta problemática, por lo que los constructores toman como alternativa errada por demás, disminuir la calidad en las especificaciones técnicas constructivas para remediar estos faltantes.²

En el caso que nos ocupa, encontramos que la falencia causante del atraso de obra, está basada en la cimentación, derivada de un estudio de suelos poco preciso, ya que durante las excavaciones se encontraron estratos portantes a profundidades mayores a las que se plantearon en dicho estudio, lo que conllevó a un marcado atraso de obra.

Por tal motivo se quiere desarrollar una estrategia usando las herramientas innovadoras en el mercado de la construcción como lo es en este caso la implementación de la filosofía lean construction.

Todo esto con el fin de facilitar la gestión del proyecto en ejecución por el consorcio pabellón 2 (construcción del patio # 2 en el Establecimiento penitenciario y carcelario de mediana seguridad Bellavista - Medellín).

¹ PORRAS, Hernán; SANCHEZ, Omar; GALVIS José. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción, 2014. En: Universidad industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Disponible en internet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>.

²² BERRIO, Patricia. Método para la organización control y optimización de costos en proyectos de construcción, 2015. En: Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Disponible en internet: <http://bdigital.unal.edu.co/52164/1/43653048.2015.pdf.pdf>.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Desarrollar un instructivo dirigido al personal encargado de direccionar el Proyecto de construcción del pabellón # 2 en la cárcel Bellavista.

3.2 Objetivos específicos

- Sectorizar las actividades a realizar en el proceso constructivo del proyecto.
- Establecer los trenes de actividades a ejecutar en cada ítem correspondiente a su respectivo capítulo.
- Calcular las cuadrillas necesarias por ítem en cada capítulo.
- Elaborar el último planificador (cronograma de obra), que nos permita controlar de manera efectiva cada uno de los procesos desde el inicio hasta la finalización de cada actividad.
- Analizar las restricciones o imprevistos que se puedan presentar durante la ejecución del proyecto, de tal manera que el desarrollo del cronograma de obra sea real y los tiempos establecidos en este, no sean solamente en plantillas teóricas, sino, que este se pueda llevar a cabo en la ejecución del proyecto.
- Identificación de los problemas que se puedan presentar durante el desarrollo de la obra, como también las soluciones tomadas para cada uno de estos.
- Diseñar el instructivo de acuerdo a cada uno de los procesos establecidos anteriormente, que permita a la empresa utilizar como herramienta propositiva en los procesos constructivos de otros proyectos que se vayan a ejecutar.

4. MARCO TEÓRICO

La realización de un proyecto implica tener un cierto nivel de incertidumbre. Para facilitar la administración de este, el proyecto es dividido en varias fases, de tal manera que los diferentes procesos que lo componen puedan alinearse de forma coordinada con la organización y así producir el resultado esperado.

Estas fases normalmente se conocen como el ciclo de vida del proyecto. Dentro del ciclo de vida se distinguen una serie de etapas, en las cuales se selecciona una idea promisorias, se identifica y evalúan los costos y beneficios que esta implica (*pre inversión*), se ejecuta el plan trazado en el proyecto (*Ejecución*), se pone a funcionar el nuevo desarrollo concebido en el proyecto (*Funcionamiento*) y por último la *recuperación de la inversión* (si es un proyecto de inversión privada)³.

Lean Construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizan las actividades que sí lo hacen, por ello, se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los remanentes.⁴

Lean Construction busca desarrollar excelentes sistemas de producción que faciliten la optimización, disminución o eliminación de los flujos, para mejorar los tiempos de entrega.

El sistema pull es un fundamento del método lean, que ha resultado ser una de los elementos más eficientes en los procesos productivos. Esta práctica, busca que en cada paso se produzca todo lo posible dentro de su potencial, generando grandes ahorros debido a mínimos inventarios.⁵

Dentro de las herramientas utilizadas en el sistema pull, se encuentra la sectorización, los trenes de actividades, el dimensionamiento de cuadrillas y el último planificador. Estos se definen a continuación:

Sectorización: Es una división del área de operación en partes iguales. Aplicando la frase “divide y vencerás”, se divide el plano en sectores similares en el cual cada una de las partes se le denomina sector o frente y será el progreso diario para cada una de las actividades.⁶

Tren de actividades: es una táctica de construcción, en la cual se establece una sucesión de las partidas, las cuales van conectadas.

Es un método balanceado de fabricación constante, el cual es aplicado a proyectos en el que las variabilidades de trabajo son reducibles a partes iguales. Ayuda a optimizar las actividades repetitivas y secuenciales, tales como edificaciones, montajes, tendidos de tuberías, etc.

³ S, J. A. S. (2001). *EVALUACIÓN DE PROYECYOS*. Pag 1–46.

⁴ Lean Construction Institute. WHAT IS LEAN CONSTRUCTION, consultado 15 de Junio 2019. En: <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/>.

⁵ Ruiz, Patxi; Bilbao, Enara; Alvarez, Izaskun; Dian, Pablo, (2010). Análisis de la implantación de un sistema de planificación Pull Mixto en un fabricante de componentes para bienes de equipo.

⁶ Buleje, Kenny. Producción en la construcción de un condominio aplicado a conceptos de la filosofía lean construction. 2012

Dimensionamiento de cuadrillas: Se realiza el dimensionamiento por medio de la técnica del circuito fiel, que tiene como propósito cuantificar el número puntual de personas que son necesarias para ejecutar una actividad y lograr realizar los rendimientos establecidos al inicio del proyecto.⁷

En este sentido, Lean Construction es una nueva filosofía en gestión de proyectos de construcción que desafía a la guía de gestión actual del Project Management Institute PMBOK, con una alta acogida en Estados Unidos, De ahí que Lean Construction no deba ser concebido como un modelo o sistema en el cual solo se siguen unos pasos, sino como un pensamiento dirigido a la creación de herramientas que generen valor a las actividades, fases y etapas de los proyectos de construcción.

En la fase de construcción, por ejemplo, la reducción de los tiempos de ejecución en las actividades de obra, el control del desperdicio los materiales y la prevención de accidentes laborales son objetivos que si se logran cumplir, agregaran a la misma⁸.

⁷ Perez Gutierrez, Gianfranco. Circuito fiel.

⁸ PORRAS; SANCHEZ; GALVIS, Op. cit., p. 33.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1 INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del Proyecto: Construcción del pabellón # 2 en el establecimiento penitenciario de mediana seguridad y carcelario Bellavista.

Entidad contratante: ENTERRITORIO (antes FONADE).

Contratista: Consorcio Bellavista 2019.

Sub contratista: Consorcio Pabellón 2.

Plazo de ejecución: 6 meses.

Ubicación: El proyecto construcción del pabellón # 2 en el establecimiento penitenciario de mediana seguridad y carcelario Bellavista, se encuentra ubicado en la Diagonal 44 # 39-145 barrio Las Vegas del Municipio de Bello, departamento de Antioquia.

5.2 LOCALIZACIÓN

El proyecto construcción del pabellón # 2, se encuentra ubicado en la Diagonal 44 # 39-145 barrio Las Vegas del Municipio de Bello, departamento de Antioquia, particularmente en el área interna que concierne a la pre existencia del pabellón que se demolió y se va a volver a edificar.

En la figura 1 se muestra la localización del proyecto.



Figura 1. Localización del proyecto.

5.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “construcción de un pabellón en el establecimiento penitenciario de mediana seguridad bellavista – Medellín”. Es una obra destinada a la construcción de la edificación que va a reemplazar el edificio anterior que se demolió. Se construirá utilizando el sistema industrializado de encofrados de muros, lozas y elementos portantes, como quiera que por tratarse de un pabellón para albergar personas privadas de la libertad, no debe contar con sistemas mamposteados ni materiales distintos al concreto rígido, toda vez que se estarían vulnerando los lineamientos en materia de seguridad ya existentes para los centros carcelarios en aras de prevenir fugas, motines y trashumancia de internos y por consiguiente, se estaría vulnerando también la seguridad física del personal privado de la libertad y cuerpo de custodia y vigilancia del INPEC.

La construcción a erigirse, consta de 3 niveles de altura, con espacio para celdas que albergarán 460 personas privadas de la libertad, baños, área de comedor, cocina, lavaderos, patio de sol que se utiliza además como área polideportiva, enfermería, área de control administrativo del personal del INPEC, zona de trabajo y estudio para redención de pena, área de comunicaciones o cabinas telefónicas. Cuenta además con todas las redes de servicios públicos necesarias como garantía de habitabilidad (energía eléctrica, acueducto, alcantarillado, red contra incendios, sistema de voz y datos y sistema de vigilancia en circuito cerrado de televisión por fibra óptica).

La cimentación a construir fue definida por el calculista estructural en el sistema de reemplazo del subsuelo existente por concreto ciclópeo 40/60, conectada con un sistema de zapatas corridas y vigas de cimentación en concreto de 21 Mpa.

5.4 ORIENTACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio está orientado en la implementación de la filosofía lean Construction durante la construcción del engranaje de cimentación en la edificación del pabellón # 2, a construir en la cárcel Bellavista.

Se procura optimizar los procesos mediante una minuciosa sectorización de los frentes de obra, estableciendo un orden en los trenes de trabajo y nombrando las cuadrillas del personal necesario y requerido para su ejecución. De esta manera se obtendrían los rendimientos óptimos y el cumplimiento en el cronograma de ejecución de obra, vinculando, además, el correcto uso de los recursos técnicos, materia prima y recurso humano, en una sincronía constante que permita la obtención de logros y metas trazados en el last planner.

6. METODOLOGÍA

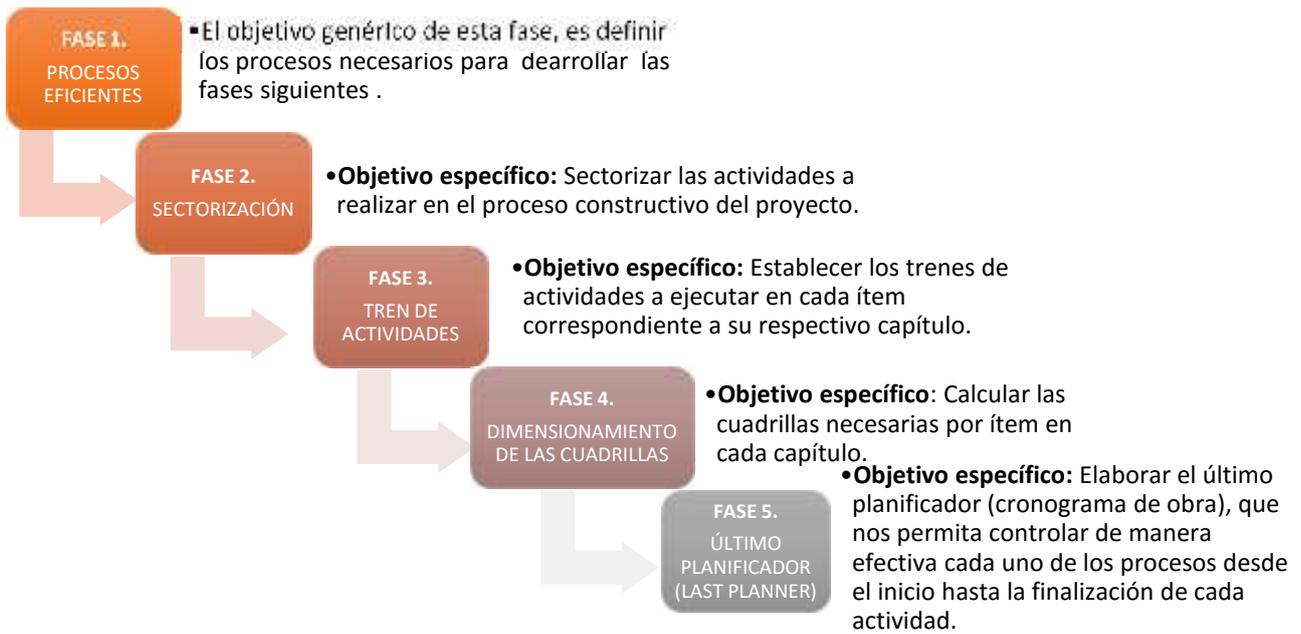


Figura 2. Organigrama de la metodología

6.1 PROCESOS EFICIENTES

El siguiente paso es lograr la eficiencia en los procesos.

Para obtener esta finalidad se deben optimizar todos los procesos, es decir, conseguir ejecutar cada unidad de trabajo utilizando la menor cantidad de recursos posibles, así podemos lograr que los procesos sean menos dimensionados como se muestra a continuación en las figuras 3-4-5, en las cuales se observa que se sigue el flujo anterior de manera cíclica y que por ende los procesos se encuentran optimizados.



Figura 3. Procesos de cimentación en concreto ciclópeo



Figura 4. Procesos de cimentación en zapatas



Figura 5. Procesos de cimentación en vigas.

También se ilustra en las siguientes tablas, la actividad correspondiente a cada proceso con su respectivo orden de ejecución cíclica que nos lleva a obtener la optimización planteada, como finalidad de la filosofía Lean Construction esgrimida.

Tabla 1. *Procesos y actividades en concreto ciclópeo.*

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	CIMENTACIÓN EN CONCRETO CICLOPEO
PROCESO 1	Excavación
PROCESO 2	Retiro de material proveniente de la excavación
PROCESO 3	Perfilación de brecha
PROCESO 4	Instalación de formaletería
PROCESO 5	Vaciado de concreto ciclópeo

Tabla 2. *Procesos y actividades en zapatas de fundación*

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	ZAPATAS EN CONCRETO DE 3000 PSI
PROCESO 1	Marcación de ejes
PROCESO 2	Colocación de acero de refuerzo de acuerdo a las especificaciones de los planos
PROCESO 3	Instalación de la formaletería
PROCESO 4	Rectificación de plomos y alineamiento de las tapas
PROCESO 5	Vaciado de concreto
PROCESO 6	Curado de concreto

Tabla 3. *Procesos y actividades en vigas de fundación*

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD	VIGAS EN CONCRETO DE 3000 PSI
PROCESO 1	Marcación de ejes
PROCESO 2	Colocación de acero de refuerzo de acuerdo a las especificaciones de los planos
PROCESO 3	Instalación de la formaletería
PROCESO 4	Rectificación de plomos y alineamiento de las tapas
PROCESO 5	Vaciado de concreto
PROCESO 6	Curado de concreto

6.2 SECTORIZACIÓN:

Luego de hacer una evaluación de diseños y de obtener las cantidades de obra a construir, se debe proceder a agrupar las actividades contenidas en los mismos y que se pretenden realizar durante la ejecución del proyecto.

La sectorización del lugar de trabajo, se debe plantear o subdividir en frentes de obra, partiendo del entendido que el método constructivo a implementar en la edificación, es el sistema industrializado de enconfrados en muros y losas.

Teniendo definidas las actividades a ejecutar, sus cantidades y la métrica establecida para su revisión, valoración, control y ejecución; estas se dividirán en ocho sectores, con los cuales se adelantará todo el desarrollo constructivo de la cimentación de la estructura a edificarse.

Esta subdivisión sectorizada en campo, debe conservar simetría entre cada una de ellas, en lo que concierne a los elementos especiales implícitos en el proceso, de manera tal, que no se produzcan atrasos ni desbalances en el ritmo y capacidad de producción de las diferentes cuadrillas empleadas.

Se debe respetar siempre las especificaciones técnicas constructivas y criterios planteados en los respectivos diseños, a efectos de no generar afectación alguna en la cimentación general de la obra y por consiguiente reflejada en la estructura portante general de la edificación.

En la figura 6, se ilustra la distribución sectorizada implantada en el área construible del proyecto.

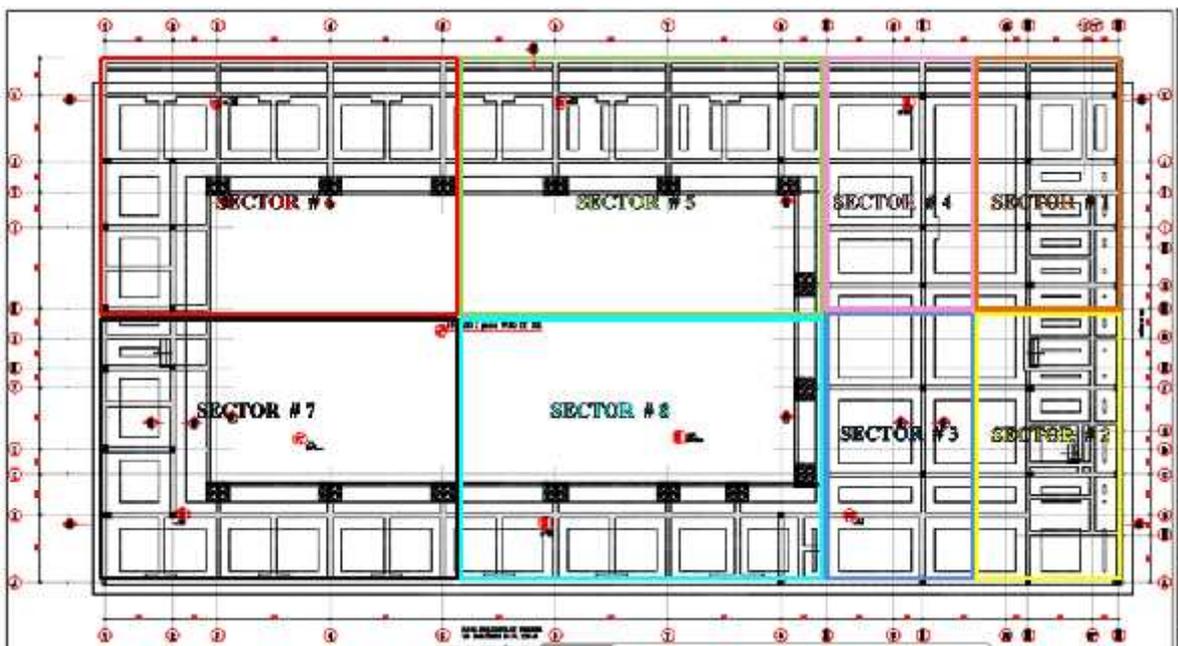


Figura 6. Implantación de la sectorización de obra.

También en la fase de sectorización es necesario establecer las cantidades de obra que corresponden a cada actividad asignada, de conformidad con la distribución planteada en la división sectorizada del proyecto. Tal y como se ilustra en la tabla 4.

Tabla 4. Actividades y cantidades para cada uno de los sectores.

CANTIDADES PARA EL SECTOR # 1		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38
CANTIDADES PARA EL SECTOR # 2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38
CANTIDADES PARA EL SECTOR # 3		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38
CANTIDADES PARA EL SECTOR # 4		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38
CANTIDADES PARA EL SECTOR # 5		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38
CANTIDADES PARA EL SECTOR # 6		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38
CANTIDADES PARA EL SECTOR # 7		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38
CANTIDADES PARA EL SECTOR # 8		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cimientos en Concreto ciclópeo, 60% piedra rajón o media songa / 40% de concreto f'c=3000 PSI.	M3	82.50
Zapatas en concreto f'c=3000 PSI.	M3	23.88
Vigas de cimentación en concreto f'c=3000 PSI.	M3	14.38

Con antelación se había enunciado que las cantidades de cada sector conservarían sendas simetrías entre ellas y una vez definida la sectorización y sus correspondientes actividades y cantidades, por parte de las directivas de la obra.

Se debe socializar con todo el personal involucrado en estas tareas, de una manera tal, que el lenguaje y la metodología empleada para este fin, contenga alegorías ilustrativas, planificación y notificación escrita en la pizarra informativa y de control de ejecución de obra.

De esta manera se garantizará el pleno conocimiento de todo el personal involucrado en el proceso constructivo en cada uno de sus rangos, de la aplicación metodológica planteada de conformidad con el análisis pormenorizado de la implementación del proceso de sectorización de la obra, con la finalidad de optimizar el rendimiento y construcción de la cimentación que se plantea.

6.3 TREN DE ACTIVIDADES:

Se busca establecer un sistema de construcción, de tal forma que las actividades a realizar tengan una trazabilidad y una cronología plasmada de manera consecutiva para su ejecución, tal como se ilustra en la figura 7.

Esto con el fin de convertir los procesos constructivos en modelos sistemáticos que en su aplicabilidad pueden ser iterantes y singulares, de tal manera que se reduzca la improvisación en el momento de socializar instrucciones y directrices al personal operativo.

Sin embargo, en el presente estudio, sólo se va a analizar y ejecutar un tren de trabajo para las actividades de excavación, reemplazo de suelo con concreto ciclópeo, zapatas y vigas de fundación, por tratarse de las actividades que más inciden en la ejecución general de obra, por ser predecesoras y habilitantes de la estructura general, debido a que, en este sistema constructivo, todos los muros son portantes.

En el evento de presentar un atraso en la cimentación, de contera se atrasaría el cronograma de forma general, así las cosas, debemos elaborar un tren de trabajo que nos permita de forma cíclica y secuencial, avanzar con las actividades constructivas contenidas en cada sector, tal y como se ilustra en la figura 7.



Figura 7. Ejemplo dinámico de las actividades en la filosofía lean Construction.

Descripción de la actividad	JUNIO																												JULIO						
	Semana 1							Semana 2							Semana 3							Semana 4							Semana 5						
	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D	L	M	W	J	V	S	D
Excavación	P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5			P1S6	P1S7	P1S8																									
Retiro de material proveniente de la excavación		P1S1	P1S2	P1S3	P1S4			P1S5	P1S6	P1S7	P1S8																								
Perfilación de brecha			P1S1	P1S2	P1S3			P1S4	P1S5	P1S6	P1S7	P1S8																							
Instalación de formaletería				P1S1	P1S2			P1S3	P1S4	P1S5	P1S6	P1S7				P1S8																			
Vaciado de concreto ciclopeo					P1S1			P1S2	P1S3	P1S4	P1S5	P1S6				P1S7	P1S8																		
Marcación de ejes para zapatas								P1S1	P1S2	P1S3	P1S4	P1S5				P1S6	P1S7	P1S8																	
Colocación de acero de refuerzo en zapatas con arranque de muros y columnas									P1S1	P1S2	P1S3	P1S4				P1S5	P1S6	P1S7	P1S8																
Instalación de la formaletería en zapatas										P1S1	P1S2	P1S3				P1S4	P1S5	P1S6	P1S7			P1S8													
Rectificación de plomos y alineamiento de las tapas en zapatas											P1S1	P1S2				P1S3	P1S4	P1S5	P1S6			P1S7	P1S8												
Vaciado de concreto en zapatas												P1S1				P1S2	P1S3	P1S4	P1S5			P1S6	P1S7	P1S8											
Marcación de ejes de vigas																P1S1	P1S2	P1S3	P1S4			P1S5	P1S6	P1S7	P1S8										
Colocación de acero de refuerzo de vigas																	P1S1	P1S2	P1S3			P1S4	P1S5	P1S6	P1S7		P1S8								
Instalación de la formaletería de vigas																		P1S1	P1S2			P1S3	P1S4	P1S5	P1S6		P1S7	P1S8							
Rectificación de plomos y alineamiento de las tapas de vigas																			P1S1			P1S2	P1S3	P1S4	P1S5		P1S6	P1S7	P1S8						
Vaciado de concreto de vigas																						P1S1	P1S2	P1S3	P1S4		P1S5	P1S6	P1S7	P1S8					

Figura 8. Tren de actividades para la cimentación del proyecto pabellón 2 de EPMSC, Bellavista.

Tal y como se muestra en la figura 8, el tren de actividades inicia en su orden cíclico con la excavación, continúa con el retiro del material proveniente de la excavación, luego se perfilan las brechas, para un mejor dimensionamiento del elemento a fundir.

Seguidamente se instala el encofrado metálico, para proceder con el vaciado de concreto ciclópeo, a la semana siguiente se inicia con la marcación de los ejes de zapatas, al día siguiente se coloca el acero de refuerzo, luego se procede a la colocación del encofrado metálico, se rectifican plomos, alineamiento y dimensiones y seguidamente se procede al vaciado de concreto de 3.000 Psi.

En la tercera semana se inician labores con el proceso de marcación de ejes de vigas, luego se procede al armado y colocación del acero de refuerzo de las mismas, se continúa al siguiente día con el encofrado metálico de las vigas, después de surtido este proceso de armado y encofrado, por último, se procede al vaciado de vigas en concreto de 3.000 Psi.

Observamos entonces que este tren de actividades nos grafica el proceso cíclico en el que se deben desarrollar cada una de las tareas a ejecutarse de manera continua en el pabellón No. 2.

6.4 DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUADRILLAS:

Se busca establecer un procedimiento que permita calcular el número de trabajadores suficientes y necesarios para la realización de las actividades establecidas y poder cumplir con los rendimientos propuestos y de esta manera poder alcanzar la productividad proyectada, en el entendido que el inicio de la ruta crítica de la obra, tiene su génesis desde la excavación misma.

En la siguiente tabla, se muestra la cantidad estimada de personal a integrar la cuadrilla utilizada en la ejecución del sector número 1. Que implica excavación, encofrado y fundida de concreto ciclópeo, colocación de acero, encofrado y vaciado de zapatas y colocación de acero, encofrado y fundida de vigas de fundación.

Tabla 5. Dimensionamiento de cuadrilla para concreto ciclópeo

Estimación de cuadrilla para concreto ciclópeo						Cuadrillas	
Descripción	Cantidad	Unidad	Rendimiento	Unidad	días	Oficiales	Ayudantes
Excavación mecánica	82.50	m3	170	m3/día	0.49	0	0
Retiro de material proveniente de la excavación	107.25	m3	499	m3/día	0.2	0	0
Perfilación de brecha	21.45	m3	18	m3/día	1.2	0	6
Instalación de formaletería	84.56	m	80	m/día	1.057	2	2
Vaciado de concreto ciclópeo	82.5	m3	85	m3/día	0.97	1	0
TOTALES						3	8

Tabla 6. Dimensionamiento de cuadrilla para zapatas de cimentación.

Estimación de cuadrilla para zapatas						Cuadrillas	
Descripción	Cantidad	Unidad	Rendimiento	Unidad	días	Oficiales	Ayudantes
Marcación de ejes	84.56	m	200	m/día	0.42	1	1
Colocación de acero de refuerzo de acuerdo a las especificaciones de los planos	6.25	kg	6	m3/día	1.0	6	6
Instalación de la formaletería	84.56	m	200	m/día	0.4228	3	3
Rectificación de plomos y alineamiento de las tapas	84.56	m	200	m/día	0.4228	2	
Vaciado de concreto	47.35	m3	50	m3/día	0.947	4	5
Curado de concreto	47.35	m3	200		0.23675		1
TOTALES						15	15

Tabla 7. Dimensionamiento de cuadrilla para vigas de cimentación.

Estimación de cuadrilla para vigas						Cuadrillas	
Descripción	Cantidad	Unidad	Rendimiento	Unidad	días	Oficiales	Ayudantes
Marcación de ejes	84.56	m	200	m/día	0.42	1	1
Colocación de acero de refuerzo de acuerdo a las especificaciones de los planos	1.50	kg	2	m3/día	0.8	2	2
Instalación de la formaletería	84.56	m	200	m/día	0.4228	2	3
Rectificación de plomos y alineamiento de las tapas	84.56	m	200	m/día	0.4228	2	0
Vaciado de concreto	47.35	m3	50	m3/día	0.947	3	5
Curado de concreto	47.35	m3	200		0.23675		1
TOTALES						9	11

6.5 ULTIMO PLANIFICADOR (LAST PLANNER):

Se pretende realizar una planificación mensual, semanal, y diaria que se contextualice con la programación del proyecto, de tal manera que se analicen los impedimentos, restricciones, imprevistos y dificultades, que ralenticen e incluso paralicen el normal desarrollo de las actividades.

El Project debe contener la planificación y el ritmo de ejecución diaria, conservando el orden cíclico y secuencial diseñado en el tren de actividades, contabilizando solo los días laborales, estableciendo la ruta crítica en el desarrollo de las actividades, fijando unas fechas perentorias de obligatorio cumplimiento para el inicio y la finalización de la actividad de cimentación del pabellón # 2 de la cárcel bellavista en construcción.

En el anexo #1 se muestra el último planificador para la cimentación de la construcción de pabellón #2 en la cárcel bellavista.

El último planificador se requiere como una herramienta ápice en la implementación de la filosofía Lean Construction, toda vez que diariamente se convierte en el retrovisor del cumplimiento de las metas planteadas y por consiguiente de la eficiencia de los procesos y de la optimización de cada uno de los recursos en las diversas disciplinas que convergen en la construcción de la actividad sectorizada que se plantea.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.

7.1 PROCESOS EFICIENTES.

Al pretender implementar procesos eficientes, el resultado no fue el esperado, toda vez, que la volumetría de excavación, superaba 4 veces la cantidad inicial planteada y por ende fue muy difícil calcular el tiempo real estimado para la excavación y el rendimiento de las máquinas retro excavadoras.

Este desbalance, fue originado por un estudio de suelos poco confiable, el cual a la postre puso de manifiesto que los estratos portantes del suelo que se debían encontrar para empezar a fundar, se encontraron a profundidades mucho mayores.

El nivel de deslave y socavación de los taludes originados a partir de la excavación, generaron también un mayor volumen de excavación en el ancho de las brechas, lo que consecuentemente generó un mayor volumen de botada de material proveniente de la misma.

A su vez, el suelo excavado se encontraba sobre hidratado, lo que dificultaba el trabajo de las máquinas y lo que también hizo muy difícil el proceso de retiro de este material, como quiera que los botaderos oficiales se mostraron siempre muy reacios a recibirlo, por tratarse prácticamente de pantano casi en su totalidad.

En el subsuelo también se encontraron filtraciones hídricas pre existentes y constantes del pabellón contiguo a la zona de construcción, lo que por decirlo de alguna era una fuente generadora de humedad y contaminación en el lugar de trabajo.

Otra circunstancia negativa en el proceso, fue la necesidad de utilizar encofrados metálicos para el fundido del concreto ciclópeo, toda vez que, en los diseños y presupuesto inicial, se contemplaba toda la volumetría de concreto correspondiente a esta actividad, fundirla a fricción en concordancia con las cotas arquitectónicas y estructurales anunciadas.

Esto en la realidad en campo nunca fue congruente con lo planteado en el diseño, dado que tocó utilizar formaletas metálicas entre 40 y 80 cm. De altura en el 95% del reemplazo del suelo con concreto ciclópeo global de la obra.

Es apenas lógico que esta actividad ralentizaría los rendimientos, ya que es muy distinto el proceso de fundida de concreto a fricción que el encofrado con sus respectivos refuerzos laterales, verificación de dimensiones y verticalidad de los mismos.

El factor climático fue uno de los grandes obstáculos encontrados en el propósito de avanzar con ligereza y eficiencia en el proceso constructivo de la obra, toda vez, que se ha ejecutado la construcción en su totalidad en circunstancias de un invierno total, el cual arreciaba incluso con los días, lo que implicaba un inicio de labores de forma tardía (hasta 2 horas de retraso), ya que se hacía necesario evacuar el agua represada en las excavaciones, con bombas sumergibles.

Aunado a esto, trasegar materiales y equipos y desplazarse entre lodo y/o pantano, es por demás complicado y peligroso, las volquetas debían esperar a que endureciera un poco la superficie de rodamiento, para poder iniciar labores, ya que en muchas ocasiones se quedaban atascadas en el pantano.

Las jornadas laborales planteadas en la cárcel Bellavista, nunca se cumplieron, con ocasión a que en las obras de construcción la jornada debe iniciar a las 07: 00 am. Y en la cárcel que nos ocupa, estas jornadas siempre se inician a las 08:00 horas, por efecto de las formaciones e instrucciones internas que se llevan a cabo entre el personal del cuerpo de custodia y vigilancia del INPEC, y por el proceso de reseña y requisas al personal de la obra.

Al medio día entre las 12:00 m y las 13:00 pm. Se cierra la portería de acceso al patio de labores y ninguna persona, vehículo, material, herramienta o equipo, puede ingresar o salir

del patio en construcción, lo que restringe demasiado la programación de obra. En horas de la tarde, la jornada

En el proceso de marcación, enconfrados, colocación del acero de refuerzo y fundida de zapatas y vigas de fundación, no se tuvo un inconveniente distinto al del inicio atrasado de las actividades, ya que la excavación y el fundido del concreto ciclópeo son actividades predecesoras y por consiguiente habilitantes para la liberación y el flujo continuo de construcción de zapatas y vigas de fundación.

Como bien ya se anunció con antelación, en la excavación y el reemplazo con concreto ciclópeo, se tuvo demasiado retraso por las dificultades del suelo encontradas en campo y por la mayor cantidad en la volumetría planteada para los mismos.

7.2 SECTORIZACIÓN:

Al momento de sectorizar la obra, se calcó la misma dificultad que se originó con la implementación de los procesos, ya que para que la sectorización sea eficiente, se debe tener definida una cantidad volumétrica que corresponda a cada actividad, también se debe tener definida la métrica de ejecución y control a utilizarse en el desarrollo constructivo del proyecto.

Como ya bien se anunció con antelación, fue una ardua tarea definir las cantidades de obra de excavación, retiro o botada del material proveniente de la excavación, perfilación de las brechas y concreto ciclópeo a consumir, lo que hizo muy difícil encontrar una simetría en los sectores definidos en obra.

Con motivo de esta carencia de información acertada, el proyecto se subdividió en ocho frentes o sectores de trabajo, en donde el objetivo máximo, era lograr una volumetría similar o equitativa en cada una de ellos, en lo concerniente a excavación, retiro del material proveniente de la misma, perfilación de brechas y concreto ciclópeo.

Con el fin de no generar desbalances o represamiento de actividades por ausencia de dinámica y conservar el trazado de actividades cíclicas que luego ejecutarían los trenes de trabajo, concomitantes con la sectorización planteada.

Así las cosas, la sectorización de la obra, no se pudo realizar con estricta simetría, pero se procuró ser lo más equitativos posibles en la distribución de las cantidades.

No se logró el objetivo en virtud a que nunca se pudo calcular con antelación la volumetría real a ejecutar en las actividades de excavación, perfilación y reemplazo con concreto ciclópeo en la conformación del suelo para la construcción de la cimentación de la obra.

Pero ya en lo que respecta a las zapatas corridas y vigas de fundación el proceso fue menos complejo, toda vez que el inconveniente con esta actividad sólo se vio reflejado en la fecha de inicio de las mismas ya que una vez iniciado el proceso, se llevó a feliz término dentro de los plazos estipulados para culminación.

7.3 TREN DE ACTIVIDADES:

Se estructuró un tren de actividades que en teoría se muestra funcional, convirtiendo en procesos cíclicos cada una de las actividades establecidas para ejecución, en su respectivo orden secuencial y ligada a un orden cronológico de una actividad por día con cada cuadrilla y en cada sector, tal y como lo estipula la filosofía Lean Construction.

Con esto se busca llevar los procesos constructivos y de ejecución de obra, al grado más óptimo con la menor utilización de recursos posibles.

En este orden, y según lo expuesto en la figura # 7, se observa que el tren de actividades se cumplió de manera ordenada, aún a pesar de las dificultades acontecidas con el manejo de la excavación y el reemplazo en concreto ciclópeo, lo que repercutió consecuentemente en el inicio tardío de las actividades propias de la construcción de zapatas y vigas de fundación.

Con la implementación del tren de actividades se le dio un orden lógico optimizado y planificado a todo el proceso constructivo de la cimentación del proyecto “CONSTRUCCIÓN DEL PABELLÓN # 2 en el EPMSC BELLAVISTA – MEDELLÍN”.

Encontrando que la cimentación la construiríamos en 4 semanas más dos días, lo que supone un tiempo apenas justo y lógico, en el entendido que un mes, es un tiempo más que suficiente para adelantar estas actividades de cimentación, a pesar de las dificultades ya descritas con antelación.

En el tren de actividades se plasmó un inicio de labores fundamentadas en la planificación inicial del proyecto, pero que no se podía cumplir porque prácticamente nunca se pudo cuantificar con antelación y la debida certeza las cantidades de excavación, perfilación y por consiguiente de reemplazo en concreto ciclópeo, dado que las dimensiones de las brechas de excavación, siempre fueron mucho mayores a las pre diseñadas y esto fue lo que no permitió hacer una mejor planificación al momento de diseñar los trenes de actividades.

Se escogió precisamente aplicar la filosofía Lean Construction en la cimentación de la obra, ya que al momento de detectar las falencias en el estudio de suelos se hizo evidente un desbalance entre las cantidades propuestas en el presupuesto inicial y la realidad encontrada en campo, lo que conllevaría a atrasos y sobre costos, por consiguiente, era una situación de

apremio que ameritaba una dedicación especial a fin de que no se convirtiera en un caos para el contratista ejecutor.

En el resto de la edificación no se hizo de manifiesto la necesidad de aplicar esta filosofía Lean Construction, como quiera que el sistema industrializado implementado de encofrados en muros y losas, es ya por demás un sistema cíclico o repetitivo en donde cada cuadrilla de trabajo, conoce con antelación su papel en la obra y los equipos son los mismos utilizados durante toda la construcción, en una secuencia de armado y desarmado casi cronometrada.

7.4 DIMENSIONAMIENTO DE CUADRILLAS

Uno de los pilares de la filosofía Lean Construction aplicada a las obras civiles, es la de optimizar todo tipo de recursos en las mismas, entre estos está el recurso humano que es uno de los principales recursos a optimizar en las construcciones.

Por tratarse de unos costos demasiado altos y en el evento que no se sepa optimizar, se elevarían los costos administrativos del proyecto, lo que va en contra vía de un presupuesto optimizado y en consecuencia, en una falencia enorme en la aplicabilidad de la filosofía lean Construction.

Las cuadrillas se organizaron de manera tal, que fuera congruente la fuente cuantitativa con la cualitativa, debido a que la cantidad de personal conformante de las cuadrillas, es la misma en cada uno de los sectores en los que se subdividió el proyecto, específicamente en la cimentación total de la edificación a construir.

Así las cosas, tenemos que la totalidad del recurso humano operativo no calificado utilizado en obra, fue de 27 oficiales y 34 ayudantes, los cuales se distribuyeron en cuadrillas que entraban a ejecutar las actividades de manera cíclica.

El éxito del dimensionamiento de las cuadrillas radica en implementar el personal idóneo y con la experticia necesaria y requerida en cada una de las actividades dispuestas, de manera tal, que su rendimiento sea el esperado frente a las diversas actividades relacionadas en cada una de las tablas que ilustran la manera en que se planificó dicho dimensionamiento.

7.5 LAST PLANNER (ÚLTIMO PLANIFICADOR)

Al momento de establecer la filosofía lean Construction en el desarrollo constructivo de la cimentación del pabellón 2 en la cárcel Bellavista, se utilizó un insumo fundamental para el efectivo control del rendimiento y avance de obra, como lo es, el last planner o último planificador como su nombre lo indica en español.

Este consiste en la elaboración en Project, del cronograma de ejecución de obra difuminado en el tiempo, toda vez que se liga estrictamente a un calendario base de programación que tiene como finalidad medir rendimientos basados en el cumplimiento de tareas específicas con un límite de tiempo de ejecución.

Así las cosas, se evidencia en este Last planner, que la fecha de iniciación de labores se estableció para el día lunes 01 de junio del corriente, fijando una serie de fechas perentorias que serían el derrotero a seguir para la culminación optimizada de la actividad de cimentación en el pabellón 2 en construcción.

Se observa cómo, durante la ejecución constructiva, una actividad terminada en un sector, es vinculante de la misma actividad en el bloque siguiente, pero a su vez, es predecesora de otra actividad subsecuente, la cual se encuentra relacionada en el tren de actividades plasmado en la figura 8, formando de esta manera un proceso cíclico que se desarrolla a manera de engranaje que vincula una actividad a otra, una vez finalizada la actividad predecesora.

Para el diseño del instructivo se tiene en cuenta todos los pasos que se deben seguir para planificar de una manera eficiente un proyecto en específico, según la necesidad de la empresa, ya sea del proyecto en general o aplicado a un capítulo, así como se planteó en este estudio. También se encuentran implícitamente en cada paso las recomendaciones encontradas en el trabajo en mención.

7 CONCLUSIÓN

Se logró establecer una línea de procesos, que conllevaron a la finalidad objetiva de optimizar la ejecución de obra ligada al tiempo, la cantidad de personal y el costo final del producto terminado.

Al sectorizar la zona de la obra a intervenir con la implementación de la filosofía lean Construction, fue más fácil establecer las cantidades de obra a ejecutar y planificar de forma más objetiva cual sería la cantidad de personal a emplear y cuál sería el orden cíclico de ejecución que debería implementarse.

Al darle trazabilidad al orden cíclico de ejecución, se pudo establecer un tren de actividades que enmarcaron el orden a seguir de inicio y fin de las diferentes labores correspondientes al reemplazo del suelo con concreto ciclópeo y construcción de la cimentación.

Se establecieron cuadrillas de trabajo de manera objetiva, de tal forma que se contrató estrictamente al personal necesario y requerido para las diferentes actividades y se logró una reducción significativa en el costo de la nómina y demás costos administrativos.

Para el último planificador se tiene que este no fue ejecutado en concordancia con lo planificado, puesto que las fechas establecidas no se cumplieron a cabalidad. Se encuentran unos tiempos perdidos debido a convicciones personales del director de obra.

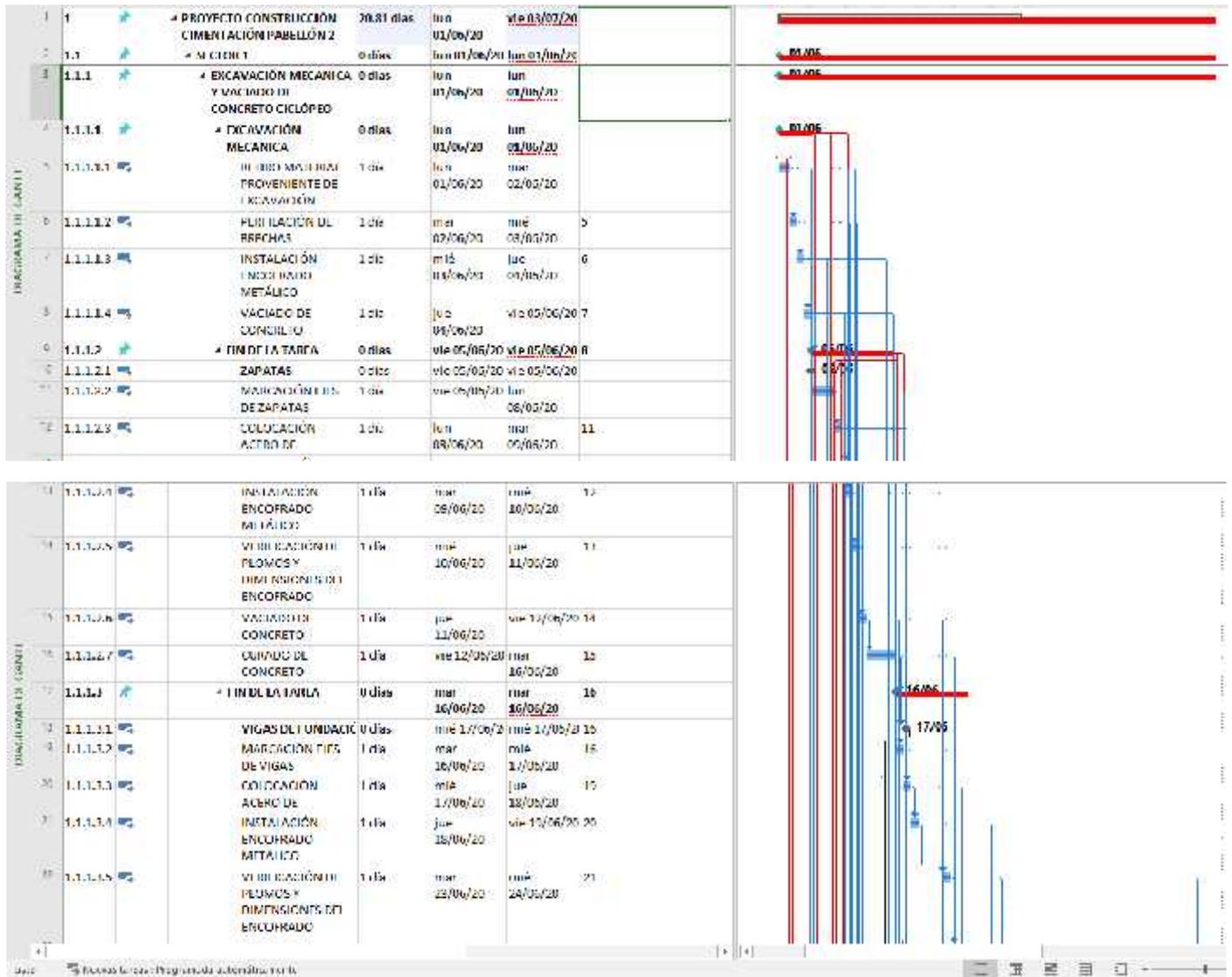
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

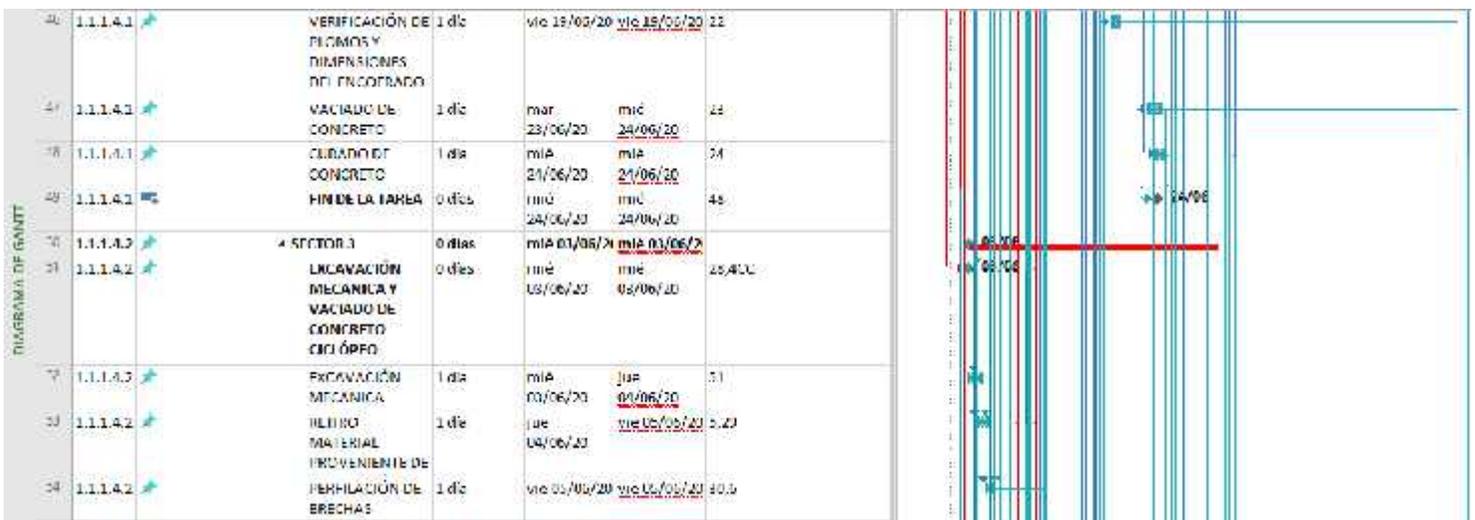
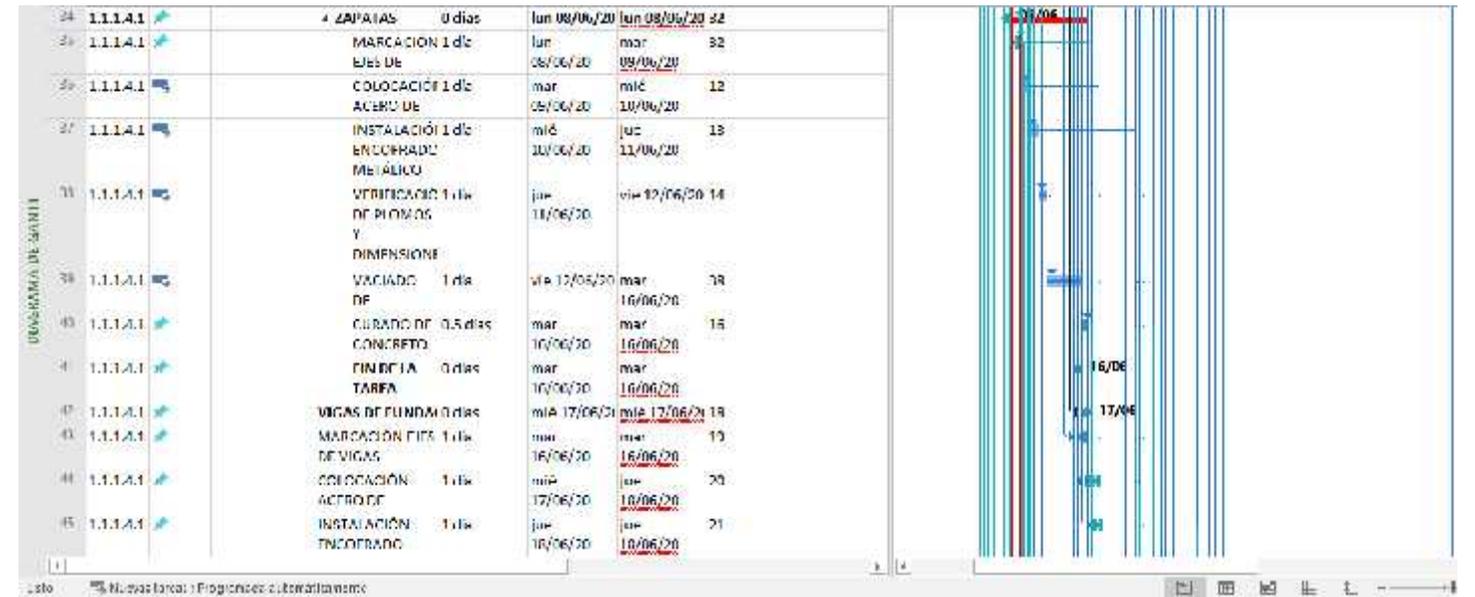
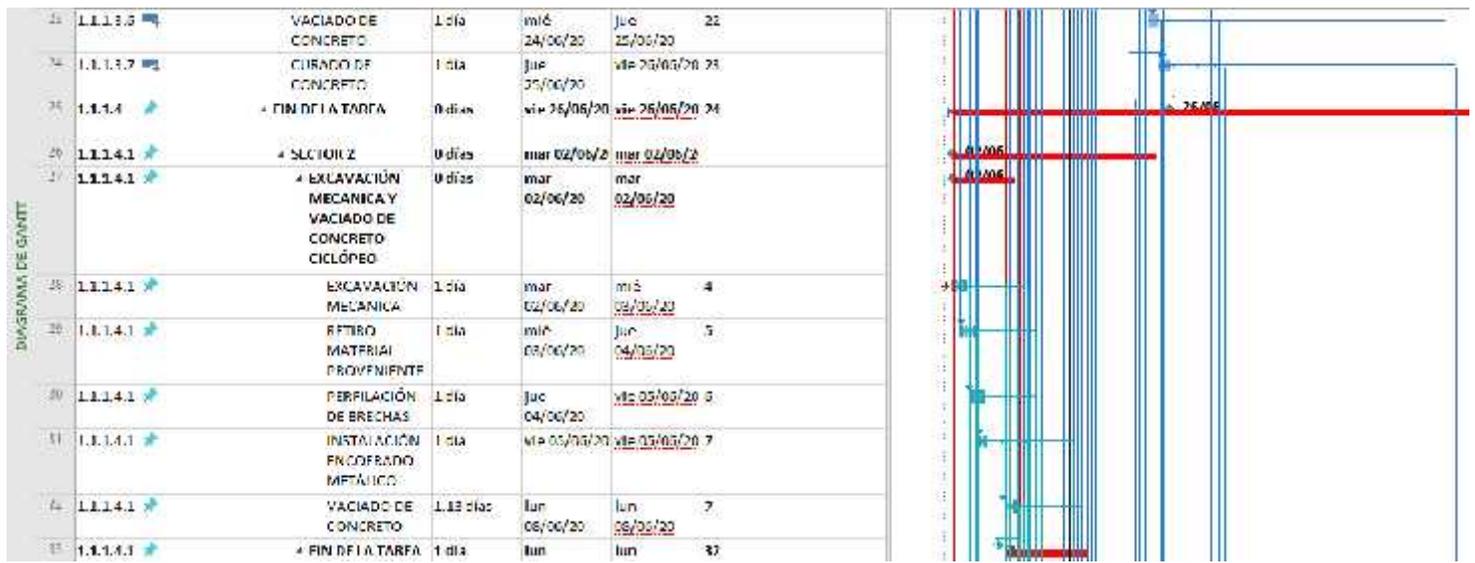
- PORRAS, Hernán; SANCHEZ, Omar; GALVIS José. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción, 2014. En: Universidad industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. Disponible en internet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684752>.
- BERRIO, Patricia. Método para la organización control y optimización de costos en proyectos de construcción, 2015. En: Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Disponible en internet: <http://bdigital.unal.edu.co/52164/1/43653048.2015.pdf.pdf>.
- S, J. A. S. (2001). *EVALUACIÓN DE PROYECYOS*. Pag 1–46.
- Lean Construction Institute. WHAT IS LEAN CONSTRUCTION, consultado 15 de Junio 2019. En: <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/>.
- PORRAS; SANCHEZ; GALVIS, Op. cit., p. 33.
- Ruiz, Patxi; Bilbao, Enara; Alvarez, Izaskun; Dian, Pablo. Análisis de la implantación de un sistema de planificación Pull Mixto en un fabricante de componentes para bienes de equipo, 2010. En: 4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIV Congreso de Ingeniería de Organización. http://www.adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010/LEAN_MANUFACTURING_AND_CONTINUOUS_IMPROVEMENT//889-897.pdf.
- Buleje, Kenny. Producción en la construcción de un condominio aplicado a conceptos de la filosofía lean construction, 2012. En Universidad católica del Perú. Disponible en internet: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1691/BULEJE_KENNY_CONDOMINIO_LEAN_CONSTRUCTION.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Lopez Turpo, Edson Cristhian. Tren de trabajo. Disponible en internet: <https://es.scribd.com/document/407738545/Tren-de-Trabajo>.

- Perez Gutierrez, Gianfranco. Circuito fiel. Disponible en internet:
<https://es.scribd.com/document/332025417/Circuito-Fiel>.

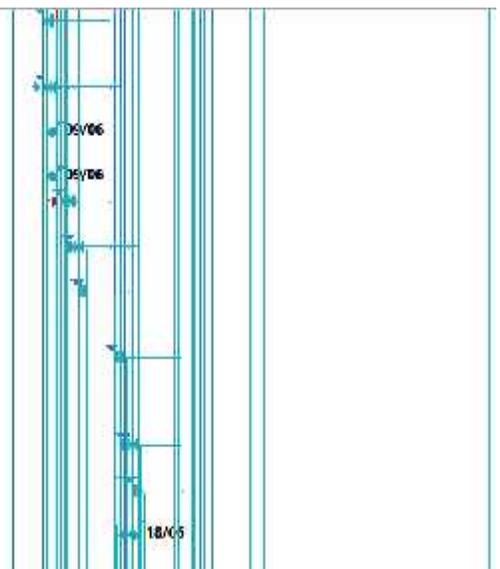
ANEXOS 1.

ULTIMO PLANIFICADOR

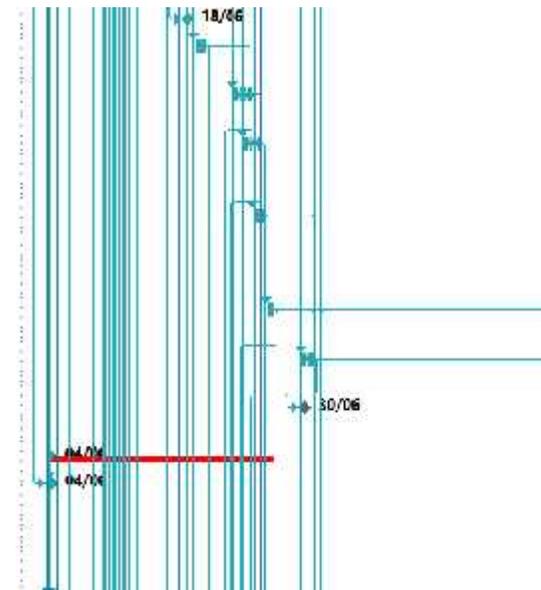




66	1.1.1.4.7	★	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1,18 días	lun 08/06/20	lun 08/06/20	31,7
67	1.1.1.4.2	★	VACIADO DE CONCRETO	1 d'a	lun 08/06/20	mar 09/06/20	32,8
68	1.1.1.4.2	★	FIN DE LA TAREA	0 días	mar 09/06/20	mar 09/06/20	36
68	1.1.1.4.2	★	ZAPATAS	0 días	mar 09/06/20	mar 09/06/20	36
69	1.1.1.4.2	★	MARCACIÓN CIES DE ZAPATAS	1 d'a	mié 10/06/20	mié 10/06/20	39,13,2
70	1.1.1.4.2	★	COLOCACIÓN ACERO DE	1 d'a	jue 11/06/20	jue 11/06/20	36,13
71	1.1.1.4.2	★	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 d'a	vie 12/06/20	vie 12/06/20	37,23
72	1.1.1.4.2	★	VERIFICACIÓN DE FLOMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 d'a	mar 16/06/20	mar 16/06/20	38,24
73	1.1.1.4.2	★	VACIADO DE CONCRETO	1 d'a	mié 17/06/20	jue 18/06/20	39,25
74	1.1.1.4.2	★	CURADO DE CONCRETO	1 d'a	jue 18/06/20	jue 18/06/20	40,16
75	1.1.1.4.2	★	FIN DE LA TAREA	0 días	jue 18/06/20	jue 18/06/20	64



66	1.1.1.4.2	★	VIGAS DE FUNDA	0 días	jue 10/06/20	jue 10/06/20	51
67	1.1.1.4.2	★	MARCACIÓN CIES DE VIGAS	1 d'a	vie 12/06/20	vie 12/06/20	42,19
68	1.1.1.4.2	★	COLOCACIÓN ACERO DE	1 d'a	mar 23/06/20	mié 24/06/20	41,20
69	1.1.1.4.2	★	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 d'a	mié 24/06/20	jue 25/06/20	45,21
70	1.1.1.4.2	★	VERIFICACIÓN DE FLOMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 d'a	jue 25/06/20	jue 25/06/20	46,22
71	1.1.1.4.2	★	VACIADO DE CONCRETO	1 d'a	vie 26/06/20	vie 26/06/20	47,23
72	1.1.1.4.2	★	CURADO DE CONCRETO	1 d'a	mar 30/06/20	mié 02/07/20	48,24
73	1.1.1.4.2	★	FIN DE LA TAREA	0 días	mar 30/06/20	mar 30/06/20	73
74	1.1.1.4.3	★	SECTOR 4	0 días	jue 04/06/20	jue 04/06/20	
75	1.1.1.4.3	★	EXCAVACIÓN MECÁNICA Y VARIAS DE FONDECIONES	0 días	jue 04/06/20	jue 04/06/20	26,48,24 días,48



66	1.1.1.4.3	★	EXCAVACIÓN MECÁNICA	1 d'a	jue 04/06/20	vie 05/06/20	4,26,51
67	1.1.1.4.3	★	RETRC MATERIAL PROVENIENTE DE	1 d'a	vie 05/06/20	lun 08/06/20	5,25,53
68	1.1.1.4.3	★	PERFILACIÓN DE BRECHAS	1 d'a	lun 08/06/20	mar 09/06/20	54,30,6
69	1.1.1.4.3	★	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 d'a	mar 09/06/20	mié 10/06/20	55,31,7
70	1.1.1.4.3	★	VACIADO DE CONCRETO	1 d'a	mié 10/06/20	mié 10/06/20	56,32,8
71	1.1.1.4.3	★	FIN DE LA TAREA	0 días	mié 10/06/20	mié 10/06/20	60
72	1.1.1.4.3	★	ZAPATAS	0 días	jue 11/06/20	jue 11/06/20	61
73	1.1.1.4.3	★	MARCACIÓN CIES DE ZAPATAS	1 d'a	jue 11/06/20	mié 11/06/20	50,35,11,0
74	1.1.1.4.3	★	COLOCACIÓN ACERO DE	1 d'a	vie 12/06/20	vie 12/06/20	60,36,17
75	1.1.1.4.3	★	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 d'a	mar 16/06/20	mar 16/06/20	61,37,13

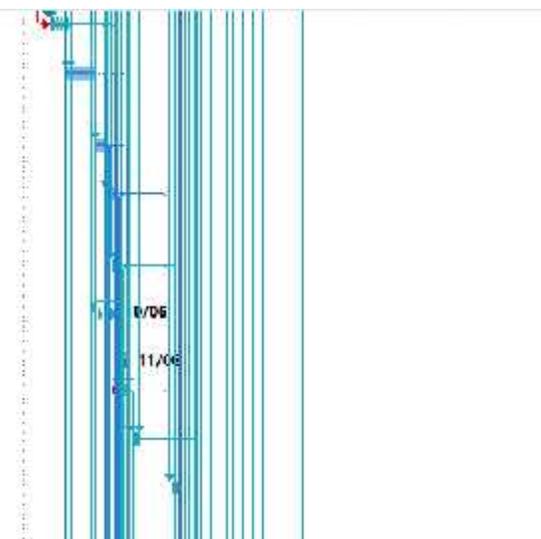


DIAGRAMA DE GANTT							
85	1.1.1.4.3	VERIFICACIÓN DE PUMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 día	mar 16/06/20	mié 17/06/20	07,38,14	
87	1.1.1.4.3	VACIADO DE CONCRETO	1 día	mié 17/06/20	jue 18/06/20	08,39,15	
88	1.1.1.4.3	CURADO DE CONCRETO	1 día	jue 18/06/20	jue 18/06/20	09,40,15	
89	1.1.1.4.3	FIN DE LA TAREA	0 días	jue 18/06/20	jue 18/06/20	09	
90	1.1.1.4.3	VIGAS DE FUNDA	0 días	vie 19/06/20	vie 19/06/20	09	
91	1.1.1.4.3	MARCACIÓN EJES DE VIGAS	1 día	vie 19/06/20	vie 19/06/20	07,43,19	
92	1.1.1.4.3	COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	mar 23/06/20	mié 24/06/20	09,44,20	
93	1.1.1.4.3	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	mié 24/06/20	jue 25/06/20	09,45,21	
94	1.1.1.4.3	VERIFICACIÓN DE PUMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 día	jue 25/06/20	jue 25/06/20	09,46,22	
95	1.1.1.4.3	VACIADO DE CONCRETO	1 día	jue 25/06/20	vie 26/06/20	07,47,21	
96	1.1.1.4.3	CURADO DE	1 día	vie 26/06/20	vie 26/06/20	07,48,24	

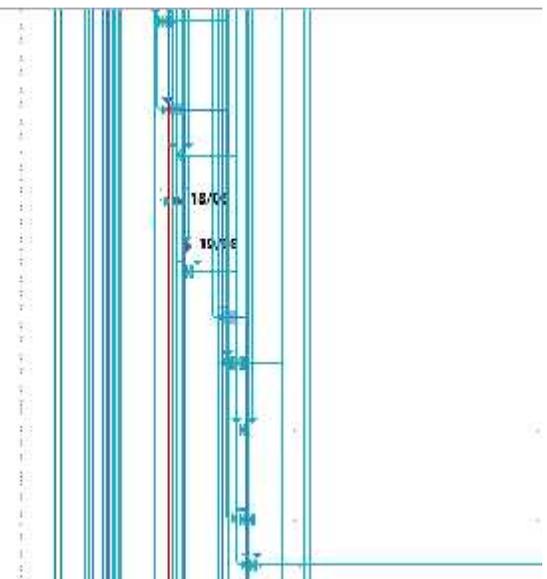


DIAGRAMA DE GANTT							
97	1.1.1.4.4	FIN DE LA TAREA	0 días	vie 26/06/20	vie 26/06/20	09	
98	1.1.1.4.4	4 SECTORES	0 días	vie 05/06/20	vie 05/06/20		
99	1.1.1.4.4	EXCAVACIÓN MECÁNICA Y VACIADO DE LOMBRICULTIVO	0 días	vie 05/06/20	vie 05/06/20	4,28,51,76	
100	1.1.1.4.4	EXCAVACIÓN MECÁNICA	1 día	vie 05/06/20	jun 06/06/20	51,4,29,76	
101	1.1.1.4.4	RETRO MATERIAL PROVENIENTE DE	1 día	lun 08/06/20	mar 09/06/20	5,25,53,77	
102	1.1.1.4.4	ERRECCIÓN DE BILIBIAS	1 día	mar 09/06/20	mié 10/06/20	70,54,31,6	
103	1.1.1.4.4	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	mié 10/06/20	jue 11/06/20	70,55,31,7	
104	1.1.1.4.4	VACIADO DE CONCRETO	1 día	jue 11/06/20	jue 11/06/20	80,56,32,8	
105	1.1.1.4.4	FIN DE LA TAREA	0 días	jue 11/06/20	jue 11/06/20	100	
106	1.1.1.4.4	ZAPATAS	0 días	vie 12/06/20	vie 12/06/20	100	
107	1.1.1.4.4	MARCACIÓN EJES DE ZAPATAS	1 día	vie 12/06/20	vie 12/06/20	83,58,35,11,9	

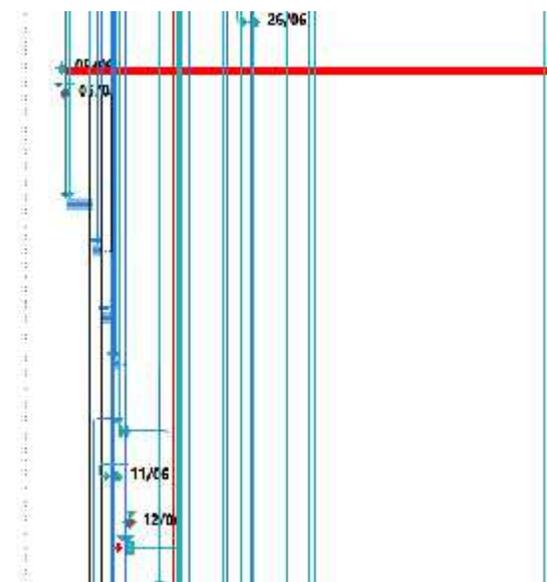
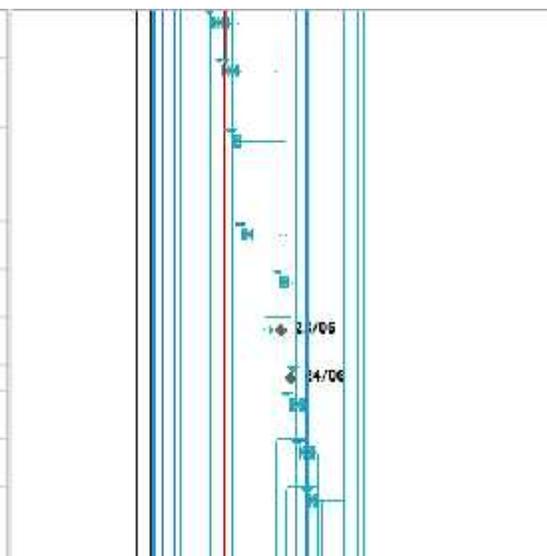
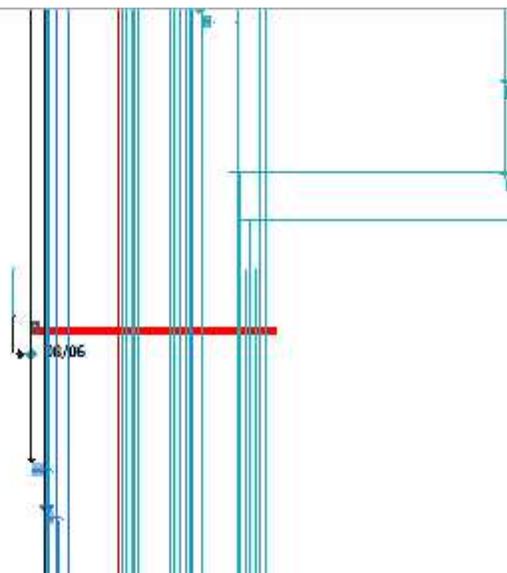


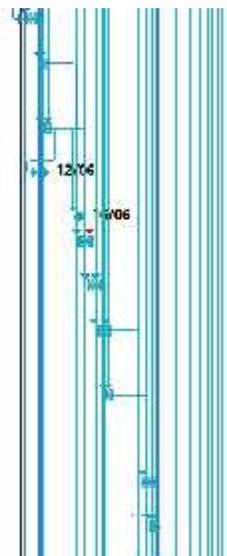
DIAGRAMA DE GANTT							
108	1.1.1.4.4	COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	mar 16/06/20	mié 17/06/20	01,50,36,12	
109	1.1.1.4.4	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	mié 17/06/20	jue 18/06/20	05,51,37,13	
110	1.1.1.4.4	VERIFICACIÓN DE PUMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 día	jue 18/06/20	jue 18/06/20	06,52,38,14	
111	1.1.1.4.4	VACIADO DE CONCRETO	1 día	vie 19/06/20	vie 19/06/20	07,53,39,15	
112	1.1.1.4.4	CURADO DE CONCRETO	1 día	mar 23/06/20	mar 23/06/20	08,54,40,15	
113	1.1.1.4.4	FIN DE LA TAREA	0 días	mar 23/06/20	mar 23/06/20	112	
114	1.1.1.4.4	VIGAS DE FUNDA	0 días	mié 24/06/20	mié 24/06/20	112	
115	1.1.1.4.4	MARCACIÓN EJES DE VIGAS	1 día	mié 24/06/20	jue 25/06/20	91,57,43,19	
116	1.1.1.4.4	COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	jue 25/06/20	vie 26/06/20	92,58,44,20	
117	1.1.1.4.4	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	vie 26/06/20	vie 26/06/20	93,59,45,21	



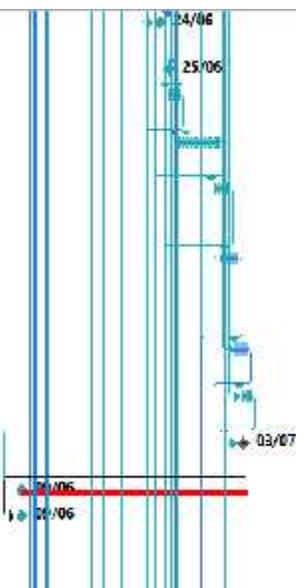
16	1.1.1.4.1	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	vie 26/06/20	vie 26/06/20	91,70,16,22
119	1.1.1.4.4	VERIFICACIÓN DE PLOMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 día	mar 23/07/20	mar 28/07/20	95,71,47,29
120	1.1.1.4.1	VACIADO DE CONCRETO	1 día	mar 23/07/20	mié 25/07/20	95,72,16,21
121	1.1.1.4.1	CURADO DE CONCRETO	1 día	mié 24/07/20	jue 25/07/20	92,71,10,25
122	1.1.1.4.1	FIN DE LA TARFA	0 días	jue 24/07/20	jue 24/07/20	121
123	1.1.1.4.5	SECTOR 6	1 día	lun 08/06/20	lun 08/06/20	
124	1.1.1.4.5	EXCAVACIÓN MECÁNICA Y VACIADO DE CONCRETO CICLOPEO	0 días	lun 08/06/20	lun 08/06/20	102,121
125	1.1.1.4.5	EXCAVACIÓN MECÁNICA	1 día	lun 08/06/20	mar 10/06/20	5,25,53,27,100
126	1.1.1.4.5	RETIRO MATERIAL PROVENIENTE DE	1 día	mar 09/06/20	mié 10/06/20	0,30,54,28,102



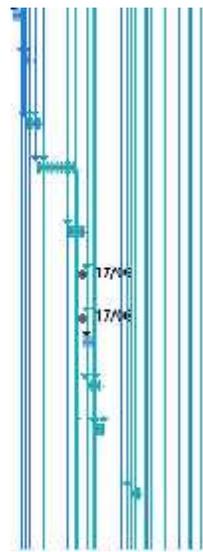
127	1.1.1.4.5	PERFILACIÓN DE BRECHAS	1 día	mié 10/06/20	jue 11/06/20	104,79,55,21,7
128	1.1.1.4.5	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	lun 11/06/20	vie 12/06/20	104,80,50,22,8
129	1.1.1.4.5	VACIADO DE CONCRETO	1 día	vie 12/06/20	vie 12/06/20	105,83,57,23,9
130	1.1.1.4.5	FIN DE LA TARFA	0 días	vie 12/06/20	vie 12/06/20	129
131	1.1.1.4.5	ZAPATAS	0 días	mar 16/06/20	mar 16/06/20	129
132	1.1.1.4.5	IMPRESIÓN LUBRIFICACIÓN DE ZAPATAS	1 día	mar 16/06/20	mié 17/06/20	106,81,60,16,12,10
133	1.1.1.4.5	COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	mié 17/06/20	jue 18/06/20	105,80,63,17,13
134	1.1.1.4.5	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	lun 18/06/20	vie 19/06/20	110,80,67,18,14
135	1.1.1.4.5	VERIFICACIÓN DE PLOMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 día	vie 19/06/20	vie 19/06/20	113,87,68,19,15
136	1.1.1.4.5	VACIADO DE CONCRETO	1 día	mar 23/06/20	mié 24/06/20	112,88,61,10,16
137	1.1.1.4.5	CURADO DE CONCRETO	1 día	mié 24/06/20	vié 25/06/20	113,89,65,11,17



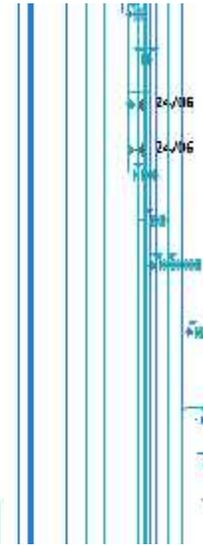
138	1.1.1.4.5	FIN DE LA TARFA	0 días	mié 24/06/20	mié 24/06/20	132,136
139	1.1.1.4.5	VIGAS DE FUNDA	0 días	jue 25/06/20	jue 25/06/20	137
140	1.1.1.4.5	MARCAJÓN DE LAS VIGAS	1.12 días	jue 25/06/20	jue 25/06/20	118,92,66,44,20
141	1.1.1.4.5	COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	vie 26/06/20	mar 30/06/20	112,93,69,45,21
142	1.1.1.4.5	INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	mar 30/06/20	mié 01/07/20	118,94,70,46,22
143	1.1.1.4.5	VERIFICACIÓN DE PLOMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	1 día	mié 01/07/20	jue 02/07/20	112,95,71,47,23
144	1.1.1.4.5	VACIADO DE CONCRETO	1 día	jue 02/07/20	vie 03/07/20	120,96,72,48,24
145	1.1.1.4.5	CURADO DE CONCRETO	1 día	vie 03/07/20	vie 03/07/20	121,97,73,49,25
146	1.1.1.4.5	FIN DE LA TARFA	0 días	vie 03/07/20	vie 03/07/20	145
147	1.1.1.4.6	SECTOR 7	0 días	mar 09/06/20	mar 09/06/20	
148	1.1.1.4.6	EXCAVACIÓN MECÁNICA Y VACIADO DE CONCRETO	0 días	mar 09/06/20	mar 09/06/20	145,146



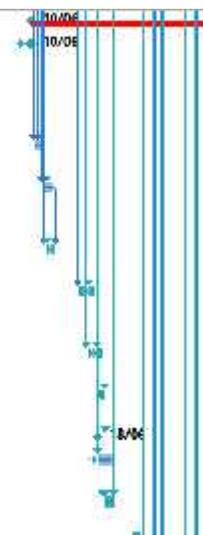
44	1.1.1.4.6		EXCAVACIÓN MECÁNICA	1 día	mar	mié	5,29,52,77,100,125
45	1.1.1.4.6		RETIRO MATERIAL PROVENIENTE DE	1 día	mié	jue	6,30,54,78,102,126
46	1.1.1.4.6		PERFILACIÓN DE BARRAS	1 día	jue	<u>vie 12/05/20</u> 11/05/20	12,6,104,79,55,31,7
47	1.1.1.4.6		INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	<u>vie 13/05/20</u> 13/05/20	mar	128,104,90,56,32,8
48	1.1.1.4.6		VACIADO DE CONCRETO	1 día	mar	mié	129,105,91,57,33,9
49	1.1.1.4.6		FIN DE LA TAREA	0 días	mié	mié	130
50	1.1.1.4.6		ZAPATAS	0 días	mié 17/05/20	mié 17/05/20	130
51	1.1.1.4.6		MARCAJÓN DE LAS ZAPATAS	1 día	mié	jue	130,134
52	1.1.1.4.6		COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	jue	<u>vie 13/05/20</u> 13/05/20	130,130,135,61,37,13
53	1.1.1.4.6		INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	<u>vie 13/05/20</u> 13/05/20	vie 13/05/20	130,110,95,62,38,10
54	1.1.1.4.6		VERIFICACIÓN DE PLOMOS Y DIMENSIONES	1 día	mar	mié	135,111,87,63,39,15



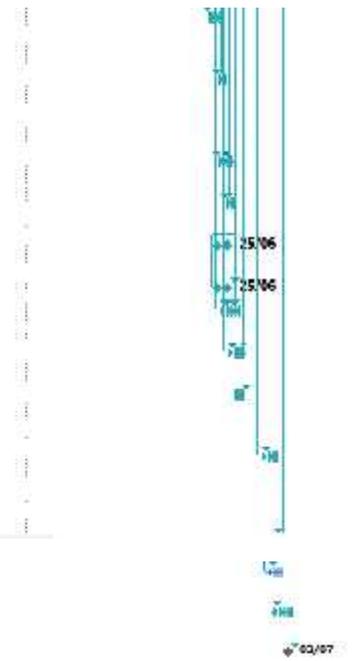
150	1.1.1.4.5		VACIADO DE CONCRETO	1 día	mar	mié	130,112,88,64,40,16
151	1.1.1.4.5		CURADO DE CONCRETO	1 día	mié	mié	137,113,89,65,42,17
152	1.1.1.4.5		FIN DE LA TAREA	0 días	mié	mié	151
153	1.1.1.4.5		VIGAS DE FUNDACIÓN	0 días	mié 24/06/20	mié 24/06/20	151
154	1.1.1.4.5		MARCAJÓN DE LAS VIGAS	1 día	mié	jue	170,116,92,66,44,20
155	1.1.1.4.5		COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	jue	<u>vie 25/06/20</u> 25/06/20	141,117,93,68,45,21
156	1.1.1.4.5		INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	<u>vie 25/06/20</u> 30/06/20	mar	142,118,94,70,46,22
157	1.1.1.4.5		VERIFICACIÓN DE PLOMOS Y DIMENSIONES DEL ENCOFRADO	0,51 días	mar	mié	143,119,95,71,47,23
158	1.1.1.4.5		VACIADO DE CONCRETO	1 día	mié	jue	174,120,96,72,48,24
159	1.1.1.4.5		CURADO DE CONCRETO	1 día	jue	<u>vie 03/07/20</u> 03/07/20	145,121,97,73,49,25
160	1.1.1.4.5		FIN DE LA TAREA	0 días	<u>vie 03/07/20</u> 03/07/20	vie 03/07/20	159,168



74	1.1.1.4.7		EXCAVACIÓN MECÁNICA Y VACIADO DE CONCRETO CICLÓPEO	0 días	mié 10/06/20	mié 10/06/20	168
75	1.1.1.4.7		EXCAVACIÓN MECÁNICA	1 día	mié	jue	5,29,52,77,100,125,149
76	1.1.1.4.7		RETIRO MATERIAL PROVENIENTE DE	1 día	jue	<u>vie 12/06/20</u> 11/06/20	6,30,54,78,102,126,150
77	1.1.1.4.7		PERFILACIÓN DE BARRAS	1 día	<u>vie 12/06/20</u> 12/06/20	<u>vie 12/06/20</u>	151,127,104,79,55,31,7,174
78	1.1.1.4.7		INSTALACIÓN ENCOFRADO METÁLICO	1 día	mar	mié	152,128,104,80,55,32,8
79	1.1.1.4.7		VACIADO DE CONCRETO	1 día	mié	jue	153,129,105,81,57,33,9
80	1.1.1.4.7		FIN DE LA TAREA	1 día	jue	jue	177
81	1.1.1.4.7		ZAPATAS	0 días	jue 18/06/20	jue 18/06/20	177
82	1.1.1.4.7		MARCAJÓN DE LAS ZAPATAS	1,5 días	jue	<u>vie 19/06/20</u> 18/06/20	156,132,100,82,60,36,17,180
83	1.1.1.4.7		COLOCACIÓN ACERO DE	1 día	<u>vie 19/06/20</u> 19/06/20	<u>vie 19/06/20</u>	156,133,101,83,61,37,183



70	1.1.1.4.7		INSTALACION ENCOFRADO METALICO	1 dia	may	may	23/05/20	24/05/20	150,140,110,96,82,80,14
71	1.1.1.4.7		VARIABLEACION DE PLUMOS Y DIMENSIONES DE ENCOFRADO	1 dia	may	may	24/05/20	24/05/20	150,140,110,96,82,80,14
72	1.1.1.4.7		VACIADO DE CONCRETO	1 dia	may	jun	24/05/20	25/05/20	165,145,115,96,84,48,24
73	1.1.1.4.7		CURADO DE CONCRETO	1 dia	jun	jun	25/05/20	25/05/20	165,145,115,96,84,48,24
74	1.1.1.4.7		FIN DE LA TAREA	0 dias	jun	jun	25/05/20	25/05/20	165
75	1.1.1.4.7		VIGAS DE FUNDA MARCACION DE DE VIGAS	0 dias	jun	jun	25/05/20	25/05/20	182,184
76	1.1.1.4.7		COLOCACION ACERO DE	1 dia	jun	jun	25/05/20	25/05/20	185,180,110,96,84,48,24
77	1.1.1.4.7		INSTALACION ENCOFRADO METALICO	1 dia	jun	jun	25/05/20	25/05/20	185
78	1.1.1.4.7		VARIABLEACION DE PLUMOS Y DIMENSIONES DE ENCOFRADO	1 dia	jun	jun	26/05/20	30/05/20	150,140,110,96,82,80,14



72	1.1.1.4.7		VACIADO DE CONCRETO	1 dia	may	jun	01/07/20	02/07/20	165,145,115,96,72,48,24
73	1.1.1.4.7		CURADO DE CONCRETO	1 dia	jun	jun	03/07/20	03/07/20	165,145,115,96,72,48,24
74	1.1.1.4.7		FIN DE LA TAREA	0 dias	abr	abr	02/07/20	02/07/20	145

ANEXO 2.

INSTRUCTIVO DE OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN, IMPLEMENTADOS EN EL DESARROLLO Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DEL CONSORCIO PABELLÓN 2, BASADOS EN LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION.

PASO 1: Hacer un diagnóstico de los resultados obtenidos en actividades que estén retrasando el cronograma de ejecución del proyecto.

Analizando cada uno de los factores que comprometen la dinámica de ejecución de obra, encontramos que en la construcción del pabellón # 2 de la cárcel bellavista, la falencia total del proyecto, fue la cimentación, toda vez que en este capítulo las cantidades de obra fueron mayores en campo, que las presupuestadas en los diseños iniciales, lo que conllevó a que el cronograma de ejecución establecido para la totalidad de la obra no se cumpliera. Esta discordancia, fue motivante para que se aplicara la filosofía lean Construction únicamente para el capítulo de cimentación y de esta manera se pudiera equilibrar con dinamismo, la obra en general, toda vez, que la cimentación es un capítulo predecesor de la estructura de la edificación y en el cual se vinculan varias sub tareas que, desarrolladas de una manera óptima, y eficaz, permiten que la obra retome su curso normal, ajustando los tiempos de ejecución en campo a los planteados inicialmente con base en los diseños estructurales.

PASO 2: Tener claridad exacta de las cantidades de obra a ejecutar y la unidad de medida utilizada en el control de ejecución presupuestal.

Se debe contar con una total claridad de las cantidades de obra contenidas en cada capítulo para que la planificación cuente con un alto porcentaje de certeza y que los tiempos y de ejecución se puedan planificar de forma más acertada, de conformidad con el dinamismo inculcado en cada tarea.

De igual manera, la métrica o unidad de medida utilizada para cuantificar y controlar la ejecución de las cantidades de obra, debe ser concordante con el factor valorativo comercial de la actividad ejecutada. En este orden, con unas cantidades de obra definidas y cuantificadas con exactitud, se obtiene con mayor facilidad y asertividad una planificación de ejecución de obra real, y no se incurriría en errores de orden cuantitativo que conlleven a que la obra se vea inmersa en retrasos y reprocesos por no tener una eficiente y acertada base cuantitativa, que permita planificar de una mejor la optimización de todos los recursos que convergen en una obra de esta magnitud.

PASO 3: Realizar la sectorización del proyecto, en procura siempre que las cantidades de obra que correspondan a cada sector sean iguales.

Siempre será fundamental en la aplicación de la filosofía Lean Construction, tener una exacta claridad en las cantidades de obra actividad por actividad en cada capítulo del presupuesto, derivada de una extracción acotada de los diseños que corresponden a los ítems constructivos. De esta certeza en las cantidades, se puede inferir también una correcta sectorización del proyecto, que no es más que subdividir los capítulos de cada ítem constructivo, en cantidades exactas o muy similares, con miras a que los flujos entre cada uno de los sectores en los que subdividió el proyecto, sean continuos y con una dinámica constante de ejecución, dado que en ello radica uno de los pilares del éxito de la aplicación Lean Construction, en la dinámica de obra y la optimización de los recursos que se tengan en ella.

PASO 4: Realizar el tren de actividades, en procura que las tareas a realizar se hagan en un día.

Se debe procurar un engranaje metodológico en cada una de las actividades, tareas y capítulos que comprenden el proceso constructivo, logrando una optimización en la ejecución que permita que las tareas se ejecuten en un día.

Esta metodología se asemeja en gran medida a un engranaje industrial de líneas de producción, que no son más que procesos cíclicos que en su ejecución avanzan en cantidad, tiempo, modo, valor y lugar, encaminados siempre a obtener un producto final eficientemente terminado y con la menor utilización de recursos posible, así como se muestra en este trabajo en la figura 7.

Este tren de actividades que se debe plantear, será la piedra angular del last planner del proyecto, como quiera que, ligado a este, es que se dará siempre un enfoque de agilidad, optimización y cumplimiento de los tiempos y costos establecidos para el proyecto en general.

PASO 5: Dimensionar las cuadrillas de trabajo

Se debe cuantificar el número exacto de personal que se debe tener para realizar una actividad determinada, esta actividad cuantitativa, va en concordancia con la objetividad cualitativa con que se debe disponer el recurso humano en obra, como quiera que contar con el personal idóneo en cada actividad, reduce el número de personas a utilizar en cada tarea, lo que se traduce en una eficaz optimización de uno de los recursos más importantes en cada proyecto constructivo, como lo es, el recurso humano.

Para que el dimensionamiento de cada cuadrilla sea derivado de un proceso asertivo, este debe tener su génesis en una correcta planificación de un tren de actividades, el cual, a su vez, es derivado de una sectorización basada en el conocimiento pleno de las cantidades de obra a ejecutar. Este es el resultado lógico del engranaje constructivo que debe imperar en la aplicación de la filosofía Lean Construction en cualquier capítulo que contiene el proceso de ejecución de un proyecto.

Nótese la secuencia predecesora de tareas objetivas componentes de un proceso constructivo que nos llevará a la optimización de la dinámica constructiva de la obra, pero su eficacia se basa en el apego a los procesos lógicos que funcionen en armonioso

engranaje y que su planificación sea de un grado de eficiencia tal, que permita detectar a tiempo cualquier anomalía o falla que vaya en contravía del alcance de los objetivos planteados.

PASO 6: Realizar el último planificador

Se debe realizar un último planificador en Project, a efectos de ejercer un efectivo y acertado control en la ejecución del proyecto, ya que el Project nos permite monitorear constantemente el cumplimiento de las metas trazadas y detectar a tiempo en que actividades se están generando falencias que se pueden volver sistemáticas y acabarían por completo con la programación establecida, así como también es una herramienta que nos ayuda a que la planificación del proyecto entre en comunión con la realidad de lo encontrado en obra y se puedan aplicar correcciones a tiempo.