

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**SISTEMA DE BOMBEO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EDIFICACIONES
MULTIFAMILIARES DE ALTURA EN LIMA METROPOLITANA,
AÑO-2019**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADA POR

**Bach. ALARCÓN LINARES, LUZ REGINA
Bach. BARANDIARÁN SANDOVAL, HUGO JAHIR**

ASESOR: Mg. Ing. TORRES PÉREZ, ENRIQUE

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a Dios por nunca dejar que me rinda y ser mi soporte en todo momento. A mi mamá y papá por brindarme su amor, comprensión y sus sabios consejos para seguir luchando por mis sueños. A mi hermano por siempre contagiarme su alegría, ser mí cómplice y sacarme una sonrisa en mis peores momentos.

Luz Regina Alarcón Linares

Dedico la presente tesis a Dios; por darme fuerzas para seguir cumpliendo con mis metas. A mis padres; por todo el apoyo incondicional que me han brindado durante toda mi vida y por siempre impulsarme a ser alguien mejor cada día. A mi hermano; por todos sus consejos, sus enseñanzas y por siempre ser el amigo más confiable que puedo tener.

Hugo Jahir Barandiarán Sandoval

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a cada uno de los ingenieros docentes de nuestra alma mater que nos ayudaron a adquirir una excelente formación como profesionales y por compartirnos sus conocimientos. Especialmente a nuestro asesor Mg. Enrique Torres Pérez quién nos encamino y acompaño durante el desarrollo de nuestra investigación brindándonos su constante apoyo, y a todas las personas que nos ayudaron en la elaboración de nuestra tesis.

Regina Alarcón y Hugo Barandiarán

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICO	2
Problema General.	2
Problemas específicos.	2
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
Objetivo General.	3
Objetivos específicos.	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	3
1.4. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	4
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6. VIABILIDAD	5
1.7. ALCANCES	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	6
2.1.1. Investigaciones nacionales.	6
2.1.2. Investigaciones Internacionales.	8
2.2. BASES TEÓRICAS	10
2.2.1. Lean Construction.	10
2.2.2. Sistemas de bombeo de concreto para edificaciones de altura.	11
2.2.2.1. Sistema de bombeo con bomba estacionaria puesta en obra.	12
2.2.2.2. Sistema de Bomba pluma o telescópica.	16
2.2.3. Productividad.	19
2.2.3.1. Productividad de la mano de obra.	20
2.2.3.2. Factores que afectan a la productividad.	20
2.2.4. Cronograma de obra.	21
2.2.5. Sectorización.	22
2.2.6. Tren de actividades.	23

2.2.7. Metodología Sistema Last Planner.	23
2.2.7.1. Plan Maestro.	24
2.2.7.2. Plan de fases.	24
2.2.7.3. Plan Intermedio o Lookahead.	24
2.2.7.4. Plan a corto plazo.	26
2.2.8. Flujos No Contributorios.	27
2.2.9. Rendimiento.	28
2.2.10. Carta Balance.	29
2.2.11. Costos del proyecto.	30
2.2.12. Análisis de Costo.	31
2.2.13. Concreto Hidráulico.	31
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	32
2.4. ESTRUCTURA TEÓRICA Y CIENTÍFICA QUE SUSTENTA LA INVESTIGACIÓN	35
2.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	36
2.5.1. Hipótesis General.	36
2.5.2. Hipótesis Específicas.	36
2.5.3. Variables.	37
2.5.3.1. Definición Conceptual de las Variables.	37
2.5.3.2. Operacionalización de las Variables.	38
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	40
3.1. TIPO Y NIVEL	40
3.1.1. Método de la Investigación.	40
3.1.2. Tipo de Investigación.	40
3.1.3. Nivel de investigación.	40
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.3.1. Población de estudio.	41
3.3.1.1. Definición Conceptual.	41
3.3.1.2. Definición Operacional.	41
3.3.2. Diseño Muestral.	41
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos.	42
3.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.	42

3.4.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.	43
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	44
4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	44
4.1.1. Ubicación del proyecto.	44
4.1.2. Resumen de memoria descriptiva.	45
4.1.1.1. Planteamiento general.	45
4.1.1.2. Aspecto normativo.	46
4.1.2.1. Descripción general de los departamentos.	48
4.1.3. Proceso de instalación de la Torre de Distribución Hidráulica (TDH).	49
4.1.3.1. Instalación en vigas H (Shaft de ascensor).	51
4.1.3.2. Telescopaje o trepado de la torre de distribución hidráulica.	53
4.1.3.3. Conexión de la TDH con la bomba estacionaria puesta en obra.	56
4.2. CRONOGRAMA DE OBRA	58
4.2.1. Look Ahead Base.	58
4.2.2. Look Ahead Ejecutado.	61
4.2.2.1. Sectorización del proyecto.	61
A. Sectorización de elementos horizontales	61
B. Sectorización de elementos verticales	63
4.3. FLUJOS NO CONTRIBUTORIOS	64
4.3.1. Elementos Estructurales Horizontales.	64
4.3.1.1. Sector 1: Losas y vigas.	64
4.3.1.2. Sector 2: Losa y vigas.	72
4.3.1.3. Sector 3: Losa, vigas y escalera.	78
4.3.2. Elementos Estructurales Verticales:	85
4.3.2.1. Sector 1: Placas y columnas.	86
4.3.2.2. Sector 2: Placas y columnas.	92
4.3.2.3. Sector 3: Placas y columnas.	100
4.4. RECURSOS INVOLUCRADOS	107
4.4.1. Tiempo de vaciado.	107
4.4.2. Metrado total de concreto de los elementos estructurales.	107
4.4.3. Costo del servicio del bombeo de concreto con la torre de distribución hidráulica.	109
4.4.4. Costo del grupo electrógeno.	109

4.4.5. Costo de las horas hombre.	110
4.4.6. Costo total de bombeo para un metro cúbico de concreto.	113
CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	115
5.1. CRONOGRAMA	115
5.2. FLUJOS NO CONTRIBUTORIOS	123
5.2.1. Porcentaje de flujos no contributorios de elementos horizontales.	123
5.2.2. Porcentaje de flujos no contributorios de elementos verticales.	124
5.2.3. Comparación de flujos no contributorios.	126
5.2.3.1. Comparación de flujos no contributorios para elementos horizontales.	126
5.2.3.2. Comparación de flujos no contributorios para elementos verticales.	127
5.2.4. Comparación de rendimientos.	128
5.3. RECURSOS INVOLUCRADOS	129
5.3.1. Tiempo de vaciado.	129
5.3.2. Metrado total de concreto de los elementos estructurales.	130
5.3.3. Costo del servicio de bombeo del concreto con el sistema de bombeo tradicional.	130
5.3.4. Costo de las horas hombre.	131
5.3.5. Ahorro del costo directo en el presupuesto total del proyecto Modo Student Residence.	133
CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	134
6.1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	134
6.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	135
6.2.1. Análisis e interpretación del cronograma de obra.	135
6.2.2. Análisis e interpretación de los flujos no contributorios.	136
6.2.3. Análisis e interpretación de los recursos involucrados.	138
6.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	139
DISCUSIONES	141
CONCLUSIONES	143
RECOMENDACIONES	145
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146

ANEXOS	149
ANEXO II: LOOK AHEAD EJECUTADO DEL PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE	150
ANEXO III: CARTAS BALANCE DEL PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE	155
ANEXO IV: PANEL FOTOGRÁFICO PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE	175
ANEXO V: PLANOS DEL PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Comparación de producción convencional y producción sin pérdidas	11
Tabla 2	Definición de variables	37
Tabla 3	Operacionalización de la variable independiente	38
Tabla 4	Operacionalización de la variable independiente	39
Tabla 5	Densidad de los departamentos	47
Tabla 6	Cantidad de estacionamientos para el proyecto Modo Student Residence	47
Tabla 7	Cantidad de estacionamientos para comercio	48
Tabla 8	Acopio para basura del edificio Modo Student Residence	48
Tabla 9	Cantidad de m3 de concreto para cada sector de losas y vigas	63
Tabla 10	Cantidad de m3 de concreto para cada sector de columnas y placas	64
Tabla 11	Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de losa y vigas del Sector 1	65
Tabla 12	Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de losa y vigas sector 1	66
Tabla 13	Inicio de actividades de vaciado de concreto para losas y vigas nivel n°16	66
Tabla 14	Carta Balance del vaciado de concreto de losa y vigas del nivel n°16 del Sector 1	67
Tabla 15	Carta Balance del vaciado de concreto de losa y vigas del nivel n°16 del Sector 1	68
Tabla 16	Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de losa y vigas del sector 1 – nivel n°16	69
Tabla 17	Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de losa y vigas del sector 1 - nivel n°16	70
Tabla 18	Rendimiento de m3 por día del vaciado de losas y vigas del sector 1 del nivel 16	71
Tabla 19	Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de losa y vigas del Sector 2	73
Tabla 20	Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de losa y vigas sector 2	73
Tabla 21	Inicio de vaciado de concreto para losas y vigas nivel n° 14	74
Tabla 22	Carta Balance del vaciado de concreto de losa y vigas del nivel n°14 del Sector 2	75
Tabla 23	Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de losa y vigas del sector 2 - nivel n°14	76
Tabla 24	Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de losa y vigas del sector 2 -nivel n°14	77
Tabla 25	Rendimiento de m3 por día de losas y vigas del sector 2 del nivel n°14	78

Tabla 26	Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de losa y vigas del Sector 3	80
Tabla 27	Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de losas/vigas/escalera sector 3	80
Tabla 28	Inicio de vaciado de concreto para losas, vigas y escalera nivel n°12	81
Tabla 29	Carta Balance del vaciado de concreto de losa, vigas y escalera del nivel n°12 del Sector 3	82
Tabla 30	Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de losas, vigas y escalera del sector 3 - nivel n°12	83
Tabla 31	Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de losa, vigas y escalera del sector 3 - nivel 12	84
Tabla 32	Rendimiento de m3 por día de losas, vigas y escalera del sector 3 del nivel n°12	85
Tabla 33	Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de placas y columnas del Sector 1	87
Tabla 34	Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de placas /columnas sector 1	87
Tabla 35	Inicio de vaciado de concreto para losas, vigas y escalera nivel n°12	88
Tabla 36	Carta Balance del vaciado de concreto de placas y columnas del nivel n°19 del Sector 1	89
Tabla 37	Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de placas y columnas del sector 1 – nivel n°19	90
Tabla 38	Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de placas y columnas del sector 1 - nivel n°19	91
Tabla 39	Rendimiento de m3 por día del vaciado de placas y columnas del sector 1 del nivel n°19	92
Tabla 40	Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de placas y columnas del Sector 2	94
Tabla 41	Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de placas /columnas sector 2	94
Tabla 42	Inicio de vaciado de concreto para placas y columnas nivel n°11	95
Tabla 43	Carta Balance del vaciado de concreto de placas y columnas del nivel n°11 del Sector 2	96
Tabla 44	Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de placas y columnas del sector 2 – nivel n°11	97
Tabla 45	Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de concreto de placas y columnas del sector 2 - nivel n°11	98
Tabla 46	Rendimiento de m3 por día del vaciado de concreto de placas y columnas del sector 2- nivel n°11	99
Tabla 47	Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de placas del Sector 3	101
Tabla 48	Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de placas sector 3	101

Tabla 49	Inicio de vaciado de concreto para placas y columnas nivel n° 20	102
Tabla 50	Carta Balance del vaciado de concreto de placas del nivel n°20 del Sector 3	103
Tabla 51	Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de placas del sector 3 – nivel n°20	104
Tabla 52	Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de concreto de placas del sector 3 - nivel 20	105
Tabla 53	Rendimiento de m3 por día del vaciado de concreto de placas del sector 3 del nivel n°20	106
Tabla 54	Cantidad de concreto por sectores del proyecto Modo	108
Tabla 55	Costo de horas hombre de los elementos horizontales del sector 1	110
Tabla 56	Costo de las horas hombre de los elementos verticales del sector 1	110
Tabla 57	Costo de las horas hombre de los elementos horizontales del sector 2	111
Tabla 58	Costo de las horas hombre de los elementos verticales del sector 2	111
Tabla 59	Costo de las horas hombre de los elementos horizontales del sector 3	112
Tabla 60	Costo de las horas hombre de los elementos verticales del sector 3	112
Tabla 61	Costo de la mano de obra total del nivel n°02 al nivel n°20	113
Tabla 62	Rendimiento del vaciado de concreto para elementos horizontales	128
Tabla 63	Rendimiento del vaciado de concreto para elementos verticales	128
Tabla 64	Comparación de rendimientos del proyecto Modo Student Residence y Cerezos de Surco	129
Tabla 65	Duración del vaciado para los elementos estructurales horizontales y verticales	129
Tabla 66	Metrado total del proyecto Marina del nivel n°2 al nivel n°20	130
Tabla 67	Costo total en el sistema tradicional para el vaciado del concreto hidráulico	131
Tabla 68	Costo total de la cuadrilla utilizada para el vaciado del concreto hidráulico en el Proyecto Marina	132
Tabla 69	Presupuesto inicial del costo directo del vaciado de concreto con el sistema convencional	133
Tabla 70	Resultados del cronograma de obra	134
Tabla 71	Resultados de los flujos no contributivos	134
Tabla 72	Resultados de los recursos involucrados	134

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Porcentaje del tiempo desperdiciado en la fabricación y construcción	10
Figura 2	Tipos de instalación de la Torre de Distribución Hidráulica	15
Figura 3	Regla 1 en 1 para ubicar los estabilizadores de la bomba pluma	18
Figura 4	Tipos de productividad	20
Figura 5	Factores que influyen en la productividad	21
Figura 6	Desarrollar el cronograma: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas	21
Figura 7	Comparación entre el Sistema Tradicional y sistema Last Planner	23
Figura 8	Proceso de Planificación Intermedia	26
Figura 9	Metodología Last Planner	27
Figura 10	Componentes del concreto hidráulico	32
Figura 11	Esquema de la estructura teórica y científica	35
Figura 12	Plano de ubicación del terreno del proyecto Modo Student Residence	44
Figura 13	Proyección estructural del edificio multifamiliar Modo Student Residence	46
Figura 14	Cuadros de áreas del edificio multifamiliar “Modo Student Residence”	49
Figura 15	Sistema modular sin contrapeso de la TDH en la obra Modo Student Residence	50
Figura 16	Pasadas al mismo nivel de losas	51
Figura 17	Pasadas en losas y muros	52
Figura 18	Vigas retractiles atravesando los muros	52
Figura 19	Ubicación de Vigas H en shaft de ascensor	53
Figura 20	Dimensiones de la caja de ascensor del proyecto Modo Student Residence	53
Figura 21	Preparación de la torre para telescopaje	54
Figura 22	Plataformas para las maniobras de telescopaje	54
Figura 23	Dimensiones de la Viga H	55
Figura 24	TDH en posición vertical para el telescopaje	55
Figura 25	Control remoto para manipular la TDH	56
Figura 26	Mantenimiento de la bomba estacionaria	56
Figura 27	Instalación de acoplamientos de seguridad en las tuberías metálicas	57
Figura 28	Nivelación de las tuberías para la conexión con la bomba estacionaria	57
Figura 29	Cajón de madera con fenólico para recibir excesos del concreto	58

Figura 30	Inicio de actividades según la planificación del Look Ahead Base	59
Figura 31	Sectorización de losas del proyecto Modo Student Residence	62
Figura 32	Sectorización de vigas del proyecto Modo Student Residence	62
Figura 33	Sectorización de columnas y placas del proyecto Modo Student Residence	63
Figura 34	Vaciado de losa y vigas del sector 1	65
Figura 35	Porcentajes de los Tipos de Trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 1 de la losa y vigas - piso n°16	70
Figura 36	Porcentajes de flujos no contributorios de vaciado de concreto del sector 1 de la losa y vigas del nivel n°16	71
Figura 37	Vaciado de losa del Sector 2	72
Figura 38	Porcentajes de los Tipos de Trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 2 de las losas y vigas - nivel n°14	77
Figura 39	Porcentajes de flujos no contributorios de vaciado de concreto del sector 2 de la losa y vigas - nivel n°14	78
Figura 40	Vaciado de losa del Sector 3	79
Figura 41	Porcentajes de los Tipos de Trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 3 de la losa, vigas y escaleras - nivel n°12	84
Figura 42	Porcentajes de flujos no contributorios de vaciado de concreto de la losa, vigas y escalera del sector 3 - nivel n°12	85
Figura 43	Vaciado de placas y columnas del sector 1	86
Figura 44	Porcentajes de los tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 1 de placas y columnas - nivel n°19	91
Figura 45	Porcentajes de flujos no contributorios de vaciado de concreto del sector 1 de placas y columnas del nivel n°19	92
Figura 46	Vaciado de placas y columnas del sector 2	93
Figura 47	Porcentajes de los tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 2 de placas y columnas - nivel n°11	98
Figura 48	Porcentajes de flujos no contributorios de vaciado de concreto del sector 2 de placas y columnas del nivel n°11	99
Figura 49	Vaciado de placas del sector 3	100
Figura 50	Porcentajes de los tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 3 de placas - nivel n°20	105
Figura 51	Porcentajes de flujos no contributorios de vaciado de concreto del sector 3 de placas del nivel n°20	106
Figura 52	Plano de estructuras del Nivel n°2 al Nivel N°18	108
Figura 53	Cotización del servicio de bombeo de concreto hidráulico	109
Figura 54	Estructura al finalizar el día 01 del tren de trabajo del nivel 2	115
Figura 55	Estructura al finalizar el día 02 del tren de trabajo del nivel 2	116
Figura 56	Estructura al finalizar el día 03 del tren de trabajo del nivel 2	117
Figura 57	Estructura al finalizar el día 04 del tren de trabajo del nivel 2	118

Figura 58	Estructura al finalizar el día 05 del tren de trabajo del nivel 2	119
Figura 59	Estructura al finalizar el día 06 del tren de trabajo del nivel 2	120
Figura 60	Estructura al finalizar el día 06 del tren de trabajo del nivel 2	121
Figura 61	Inicio del vaciado del concreto del piso del Nivel n°2 – Sector 1 (techo del Nivel n°1)	122
Figura 62	Término del vaciado del concreto del techo del Nivel n°20 - Sector3 (piso del Nivel n°21)	122
Figura 63	Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 1- Nivel n° 13	123
Figura 64	Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 2- Nivel n° 11	123
Figura 65	Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 3- Nivel n° 10	124
Figura 66	Porcentajes promedio de flujos no contributorios de elementos horizontales	124
Figura 67	Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 1- Nivel n° 20	125
Figura 68	Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 2- Nivel n° 14	125
Figura 69	Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 3- Nivel n° 15	125
Figura 70	Porcentajes promedio de flujos no contributorios de elementos verticales	126
Figura 71	Porcentajes de flujos no contributorios de elementos horizontales del proyecto Cerezos de Surco	127
Figura 72	Porcentajes de flujos no contributorios de elementos verticales del proyecto Cerezos de Surco	127

RESUMEN

La investigación lleva por título “Sistema de bombeo del concreto hidráulico para mejorar la productividad en edificaciones multifamiliares de altura en Lima Metropolitana, año-2019” cuyo objetivo principal fue determinar que el sistema de bombeo del concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica aumentó la productividad en edificaciones de altura en Lima Metropolitana, aplicando la filosofía *Lean Construction*. Utilizando herramientas como *Look Ahead* para el análisis del cronograma, cartas balances para el análisis de los flujos no contributorios y análisis de costos para todos los recursos involucrados en el sistema de bombeo antes mencionado; permitiendo calcular tiempos, rendimientos y costos, demostrando que este sistema tiene mayor productividad que los sistemas de bombeo tradicionales.

El método de investigación que se utilizó fue deductivo, con enfoque cuantitativo, de tipo y nivel descriptivo, además de un diseño no experimental, con corte transversal y prospectivo. El universo de estudio estuvo definido por todas las edificaciones multifamiliares de altura en Lima Metropolitana y la muestra que se ajustó a los criterios de inclusión y exclusión fue un edificio multifamiliar de 20 pisos con 193 departamentos, 3 locales y 193 estacionamientos.

Se logró determinar que el sistema de bombeo que utiliza la torre de distribución hidráulica aumenta la productividad, pues genera una reducción del tiempo del cronograma de obra de 160 a 91 días, disminuye el porcentaje de flujos no contributorios logrando cuantificar rendimientos superiores a 120 m³/día tanto para elementos horizontales y verticales; además se logró optimizar los costos en 439,832.85 nuevos soles.

Palabras claves: Sistema de bombeo, concreto hidráulico, torre de distribución hidráulica, productividad, edificio multifamiliar de altura, *Lean Construction*.

ABSTRACT

The research is entitled "Hydraulic concrete pumping system to improve productivity in multi-family high-rise buildings in Metropolitan Lima, year-2019" whose main objective was to determine that the hydraulic concrete pumping system with the hydraulic distribution tower increased the productivity in high-rise buildings in Metropolitan Lima, applying the Lean Construction philosophy. Using tools such as Look Ahead for the analysis of the schedule, balance sheets for the analysis of non-contributory flows and cost analysis for all the resources involved in the pumping system mentioned above; allowing to calculate times, yields and costs, demonstrating that this system has higher productivity than traditional pumping systems.

The research method that was used was deductive, with quantitative approach, of type and descriptive level, in addition to a non-experimental design, with cross-sectional and prospective. The universe of study was defined by all the multi-family buildings of height of Metropolitan Lima and the sample that adjusted to the inclusion and exclusion criteria was a 20-story multifamily building with 193 apartments, 3 premises and 193 parking lots.

It was possible to determine that the pumping system that uses the hydraulic distribution tower increases productivity, since it generates a reduction in the work schedule from 160 to 91 days, decreases the percentage of non-contributory flows, achieving quantify yields greater than 120 m³ / day for both horizontal and vertical elements; In addition, it was possible to optimize costs in 439,832.85 nuevos soles.

Keywords: Pumping system, hydraulic concrete, hydraulic distribution tower, productivity, high-rise multi-family building, *Lean Construction*.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industria de la construcción se está recuperando, especialmente las edificaciones multifamiliares que tienen como mínimo diez pisos. Sin embargo, en la mayoría de estos proyectos se presentan problemas para cumplir con el cronograma de obra, presupuesto asignado o conseguir los rendimientos adecuados, impidiendo que las empresas generen las utilidades proyectadas.

Por ello, esta investigación presenta un sistema de bombeo en el vaciado del concreto hidráulico utilizando la torre de distribución hidráulica que mejora la productividad de los edificios multifamiliares de altura, porque gracias a la aplicación de las herramientas de la filosofía *Lean Construction*, como el *Look Ahead*, cartas balances, análisis de costos, demuestra que este sistema reduce considerablemente el tiempo en el cronograma, los costos de los recursos involucrados y aumenta los rendimientos en la mano de obra, pues con este sistema disminuyen los flujos no contributivos.

Al analizar el proyecto *Modo Student Residence* se determina que el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica para el vaciado de concreto en edificaciones de altura ubicadas en la ciudad de Lima, genera un incremento de la productividad, lo que trae como consecuencia mayor rentabilidad económica, ya que cumple con los objetivos de la empresa constructora. De esta manera, se afirma que este nuevo método al ser aplicado a proyectos con características similares al de *Modo Student Residence*, se obtiene los mismos beneficios antes mencionados. Esta investigación se divide en cinco capítulos:

En el capítulo I, se presenta la descripción del problema, el problema general y los específicos, además de los objetivos, la importancia, justificación del estudio, limitaciones, viabilidad y alcances.

En el capítulo II: se presentan los antecedentes de la investigación, bases teóricas y definiciones conceptuales. Además, de la estructura teórica y científica que sustenta el estudio, las hipótesis, la definición y operacionalización de las variables. En el capítulo III: se presenta la metodología de la investigación, población y muestra, diseño muestral y técnicas de recolección de datos. En el capítulo IV: Se realiza el desarrollo de la investigación. En el capítulo V: Se presenta la aplicación de la investigación. En el capítulo VI, se realiza la presentación de los resultados de la investigación, análisis e interpretación de los mismos y la contratación de hipótesis. Finalmente se presentan las discusiones, conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema general y específico

En la actualidad, la industria de construcción en Lima Metropolitana se está recuperando, pues está siendo impulsada por la participación de la inversión pública y privada. La construcción es importante en la economía actual ya que genera empleo y un dinamismo considerable en el crecimiento del país.

Los proyectos inmobiliarios se han visto afectados debido a que los sistemas constructivos tradicionales no generan la productividad esperada para las obras. Sin embargo, el principal problema es que las empresas constructoras se muestran escépticas ante la implementación de nuevas tecnologías; provocando el incumplimiento del cronograma de obra, el aumento del porcentaje de flujos no contributivos con respecto a los trabajos productivos y un incremento en los costos de los materiales presupuestados.

Uno de los puntos críticos para mejorar la productividad en edificaciones de altura (superiores a los 10 pisos), es buscar un adecuado sistema para vaciar el concreto en los elementos estructurales verticales y horizontales (losas, vigas, escaleras, columnas, placas).

Por ello, se identificó un sistema de bombeo basándose en el uso de la torre de distribución hidráulica, exclusivamente para la partida del vaciado de concreto hidráulico de los elementos estructurales antes mencionadas. Esta máquina permitirá el aumento de la productividad que se verá reflejado en el máximo aprovechamiento de la mano de obra, además de un ahorro en el tiempo y costos.

Problema General.

¿Cómo el sistema de bombeo del concreto hidráulico mejora la productividad en edificaciones multifamiliares de altura en Lima Metropolitana?

Problemas específicos.

- a) ¿Cómo se logra la reducción del tiempo del vaciado de concreto en el cronograma de obra durante la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura?
- b) ¿Cómo los flujos no contributivos influyen en el rendimiento de la partida del vaciado de concreto durante la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura?
- c) ¿Cómo los recursos involucrados en el vaciado de concreto afectan los costos de las edificaciones multifamiliares de altura?

1.2. Objetivos de la Investigación

Objetivo General.

Determinar que el sistema de bombeo del concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica aumenta la productividad en edificaciones de altura en Lima Metropolitana, aplicando la filosofía de *Lean Construction*.

Objetivos específicos.

- a) Analizar el cronograma de obra para lograr la reducción del tiempo en el vaciado de concreto durante la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura, utilizando la herramienta de *Look Ahead*.
- b) Analizar los flujos no contributorios para cuantificar el rendimiento en la partida del vaciado de concreto en la construcción de las edificaciones multifamiliares de altura, utilizando la herramienta de cartas balances.
- c) Analizar los recursos involucrados en el vaciado de concreto para optimizar los costos en la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura, utilizando el análisis de costos.

1.3. Justificación del estudio

Conveniencia: La presente investigación permite evaluar el uso de la torre de distribución hidráulica como una solución integral orientada a la productividad en la ejecución de un proyecto multifamiliar, generando menor tiempo y costos, además de mayor rendimiento; para finalmente con los resultados poder generar proyecciones y toma de decisiones con respecto a lo planificado para la obra.

Relevancia Social: El sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica permite obtener mejoras en los rendimientos de la partida del vaciado de concreto, por lo que el personal involucrado obtiene resultados favorables, cumpliendo con los plazos establecidos y metas proyectadas, lo que genera mayor utilidad y reducción de pérdidas. En consecuencia, los trabajadores reciben incentivos en reconocimiento de su desempeño.

Aplicaciones prácticas: Por medio del uso de la torre de distribución hidráulica y utilizando herramientas de *Lean Construction* se pretende analizar el tiempo de construcción, los rendimientos de las cuadrillas y la optimización de los costos de los elementos estructurales de un edificio multifamiliar para incrementar la productividad en el proyecto.

Utilidad metodológica: En la presente investigación se implementan metodologías que permiten investigar a proyectos de edificaciones multifamiliares que utilizan el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica.

1.4. Importancia del estudio

En nuestro país, según estudios realizados por la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios, el crecimiento inmobiliario en el año 2017 tuvo una caída que produjo el estancamiento en el rubro de la construcción. Actualmente este sector se está recuperando y desarrollando, haciendo que las empresas constructoras vuelvan a invertir en proyectos para satisfacer la demanda de ventas de viviendas. Una de las partidas que representan mayores atrasos en la programación de las obras, es la del vaciado de concreto en el casco de los edificios multifamiliares de altura, debido a que los sistemas convencionales afectan la productividad. Por ello, es necesario que estas empresas cuenten con un sistema de bombeo más eficiente, siendo esta tesis una fuente necesaria para brindar información que permita a la empresa obtener conocimientos sobre el uso de la torre de distribución hidráulica, como una herramienta para el bombeo del concreto en edificios de más de diez pisos que permita una mejora en la productividad.

1.5. Limitaciones de la investigación

Para la presente tesis no se presentaron limitaciones significativas, puesto que contamos con acceso a la información de la empresa constructora que ejecuta el proyecto *Modo Student Residence* y de la empresa constructora que ejecuta el proyecto Marina, tanto para la recolección de datos en campo como en oficina técnica. Además, se cuenta con la colaboración de los responsables de la obra y personal a cargo de cada cuadrilla, quienes nos brindan información a través de entrevistas y explicaciones de los procesos in-situ. Sin embargo, se encuentra poca referencia bibliográfica acerca del sistema con la torre de distribución hidráulica en nuestro país, lo que no limita a obtener información sobre proyectos nacionales similares y nos obliga a buscar fuentes de información internacionales.

1.6. Viabilidad

Esta investigación es viable, ya que se dispone de recursos humanos, económicos e información suficiente para su desarrollo. Además, se cuenta con las herramientas necesarias para la recolección de datos y su posterior análisis, contando con los responsables y trabajadores de la obra para poder realizar los estudios dentro de ella. La obra está ubicada en una vía principal en el distrito de San Miguel con vías aledañas que permiten el fácil acceso, cuentan con todos los permisos y licencias vigentes que exigen las municipalidades, los ministerios y otras entidades involucradas. El tiempo disponible para realizar la investigación es limitado, sin embargo, es suficiente para poder concluir con todos los estudios y análisis que se requieran.

1.7. Alcances

Esta investigación abarca proyectos de edificaciones multifamiliares con más de 10 pisos que realicen vaciados de sus elementos estructurales con el sistema de bombeo del concreto que usa la torre de distribución hidráulica, será necesaria también la inclusión de proyectos con otros sistemas de bombeo para poder comparar datos entre ellos. Se estudian únicamente las partidas del vaciado de concreto para losas, vigas, placas, columnas y escaleras durante un periodo de 6 meses.

La presente tesis está orientada a brindar un conocimiento para las empresas que realicen proyectos de edificaciones multifamiliares y necesiten nuevos métodos para mejorar la productividad, siendo la torre de distribución hidráulica (TDH) un sistema eficiente para el bombeo de concreto en edificios de altura.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio de investigación

Los factores que afectan a la productividad son varios, siendo esto un problema para poder actuar sobre ellos, especialmente cuando no se tiene un sistema para poder afrontarlos. A fines de la década de los setenta un grupo de ingenieros estadounidenses integró una serie de herramientas para incrementar la productividad (inicialmente se usaban de forma independiente) para fusionarlos en un programa coherente, creando los Programas de Mejoramiento de la Productividad (PMP). Este programa facilita el incremento de la producción de una obra mejorando los sistemas de información y retroalimentación; además de mejorar los recursos y los procesos constructivos, para que estos programas se puedan desarrollar es necesario estudiar una serie de actividades y procedimientos a seguir. (Alarcón, L. y Martínez, L., 1989, p. 10)

Siendo el sistema más usado para la investigación de la productividad el llamado *Lean Construction*, este sistema fue dado por los pioneros del Grupo Internacional de *Lean Construction* (IGLC) en 1993. Pero fue el finlandés Lauri Koskela, quién en 1992 con su documento “*Application of the new Production Philosophy to Construction*” estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción, inspirado en el sistema Toyota y la filosofía *Lean* aplicado a la construcción. Este método busca un proceso de mejora continua, donde se tiene como objetivo minimizar o eliminar las actividades que no añaden valor, para optimizar los recursos y maximizar la entrega del valor al cliente, minimizar los costos, mejorar la calidad, reducir los plazos, respetando el medio ambiente. (Pons, F., 2014, p. 8)

2.1.1. Investigaciones nacionales.

En la tesis “Aplicación de *Lean Construction* para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica” de la Universidad Cesar Vallejo se determina la influencia de *Lean Construction* en la productividad cuando se ejecuta una edificación en la sierra central del Perú. Para ello, utilizan diferentes métodos estadísticos, se usa la técnica de las cartas balances para identificar los tiempos productivos, contributorios y no contributorios; y con ello, plantear soluciones claras y directas que se verán reflejadas en el aumento de la productividad. Demostrando que el trabajo productivo aumenta y confirma que con la carta balance se mejora la productividad. (Quispe, R., 2017, p. 7)

En la tesis “Estudio de productividad enfocado a la mano obra para un proyecto de edificio multifamiliar, en Miraflores” de la Universidad Ricardo Palma, el objetivo es plantear un estudio de productividad en obra para mejorar la planificación de ésta. Además, se utiliza la recolección de datos a través de la observación estructurada con dos herramientas, la carta balance y registro de avance. Finalmente, con ayuda de éstas técnicas se concluye que los factores que perjudican el avance de los trabajadores, es el inadecuado uso de la mano de obra, la distribución del trabajo, falta de coordinación y supervisión permanente. (Ríos, E. y Zavaleta, A., 2015, p. 15)

La tesis “Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares, en Lima” de la Universidad San Martín de Porres. Tiene como objetivo utilizar la carta balance para optimizar la mano de obra en la edificación antes mencionada. Donde explica detalladamente la técnica de *Lean Construction*, se toma intervalos de tiempo corto para observar cada actividad que realizan los obreros; las cuales se dividen en trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC). También se enfoca en analizar las partidas de acero, encofrado, concreto y solaqueo para poder tomar una muestra macro y realizar un estudio específico de la edificación multifamiliar, donde se puede optimizar la mano de obra. Esto se vio reflejado en un aumento del 5.13% del costo directo por cada piso. (Castillo, C. y Flores, M., 2016, p. 7)

En la tesis “Sistema de mejoramiento de la productividad en el casco estructural de la obra: Nuevo hospital de Lima Este – Ate Vitarte” de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, se implementa una serie de herramientas de identificación de pérdidas y técnicas para la reducción de las mismas. Para ello, utilizan dos tipos de técnicas como nivel general de actividades y carta balance, señala que estas técnicas elevan el nivel del planeamiento de la obra para mejorar el nivel de productividad. Los autores concluyeron que la productividad del hospital mencionado incremento en de un 29% a 34.70%. (Paredes, J. y Tagle, A., 2014, p. 10)

La tesis “Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en *Last Planner System*, Lima” de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tiene como objetivo de la investigación identificar las causas que generan los no cumplimientos del cronograma planificado, y así poder tomar medidas preventivas para no generar sobrecostos y sobretiempos. Los autores hicieron un ranking de causas que

generaban los atrasos de los proyectos, para identificar y clasificar las buenas prácticas. Determinando una propuesta de implementación de un nuevo sistema para proyectos en su proceso de ejecución y beneficiar a esta empresa constructora. Se menciona que el indicador utilizado fue el CNC (Causas de No Cumplimiento) y con la ayuda de este indicador se mejoró la rentabilidad de la empresa. (Bueno, A., 2014, p. 8)

2.1.2. Investigaciones Internacionales.

Con la revista académica, “Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda de la Universidad de EAFIT” de Colombia, se establece como objetivo realizar una metodología donde se utiliza la toma de datos para un posterior procesamiento y análisis estadísticos con ayuda de formatos diseñados para tal fin, denominados formularios de muestreo general del trabajo. Se obtienen esquemas de procesos de producción, ciclos, programas y guías para mejorar la productividad. Se concluye que la implementación del sistema *Last Planner* aumenta la confiabilidad, ya que obliga a los encargados de la obra tener una actitud proactiva para darle una adecuada importancia a la planificación, evitando la improvisación. (Botero, L. y Álvarez, M., 2004, p. 7)

Con la tesis, “Implementación del sistema *Last Planner* en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel” de la Universidad Andrés Bello en Santiago de Chile, los autores señalan que una de las mejores metodologías para contrarrestar la baja productividad en la obra, es el uso de *Last Planner*. Por ello, realizan una recopilación bibliográfica y recolectan datos de dos edificios de altura de una empresa constructora, siendo analizados y comparados a través de la metodología *Last Planner*. Reflejando en sus conclusiones, que la productividad aumenta después de haber optado por esta metodología en ambas obras. (Constanza, A., 2017, p. 10)

La tesis “Estudio para determinar la factibilidad de introducción de la filosofía Lean Construction en la etapa de planificación y diseño de proyectos, en Cuenca y Loja” de la Universidad de Cuenca en Ecuador, señala que esta investigación se enfoca en resaltar la metodología de *Lean Construction* en la planificación y en el mejoramiento de la productividad en los proyectos de las ciudades de Cuenca y Loja en Ecuador. Se observa que en la mayoría de las obras no se cumplen con el

coste, plazos ni calidad que demandan las especificaciones del proyecto. Es por ello, que plantean esta filosofía que se enfoca en la producción de valor y minimización de pérdidas en la ejecución de las obras. Esta investigación señala que esta filosofía permite detectar problemas con anticipación, implementar nuevos trenes de trabajo y proponer estrategias y herramientas que serán aplicadas a la realidad del país latinoamericano, con el objetivo de mejorar la productividad de proyectos futuros. (Reyes, C., 2016, p. 11)

La investigación “Nuevo enfoque para el estudio de la productividad en la construcción masiva de vivienda”, de la Universidad de Yucatán en México. Tiene como objetivo investigar a la mano de obra, pues aducen que es el principal factor del incremento del nivel de vida. Para ello, toman como muestra a la cuadrilla de bloques de concreto de cuatro proyectos, siendo evaluados con un modelo de regresión, tomando en cuenta la línea base de cada una de las cuatro obras. Utilizan dos índices para medir la productividad: Índice de días de Bajo Ritmo (IBR) y el índice de administración de Proyecto (IAP); el primero mide el porcentaje de los días de baja productividad y el segundo muestra cómo reacciona la organización de los proyectos analizados. Se concluye que, fue una herramienta útil para evaluar la productividad de la mano de obra, relacionando el cociente de producción con los recursos utilizados. (Arcudia, C. y González, J., 2002, p. 10)

La tesis “Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción” de la Universidad Nacional de Colombia. Tiene como objetivo de investigación la obtención de una metodología que incluye a la filosofía *Lean Construction* en proyectos de ejecución colombianos, enfocados en la planeación y construcción tradicional. La tesis toma como muestra a dos proyectos inmobiliarios que reflejaban efectos negativos en la productividad, esto ayuda a encontrar una metodología basada en herramientas como: diagrama de Pareto, diagrama causa efecto, muestreo del trabajo, encuestas de detenciones y esperas que se aplican en ambos proyectos arrojando resultados favorables para la disminución de tiempos no contributorios y finalmente se logra una mejora de la productividad. (Martínez, J., 2011, p. 7)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Lean Construction.

Según el artículo de la empresa *Progressa Lean* menciona que este método llamado *Lean Construction* nace de los principios de Mejora Continua y *Lean Manufacturing* (ver Figura 1) para que exista una correcta aplicación en la gestión de proyectos de construcción. Se menciona que el principal objetivo de esta filosofía es reducir las pérdidas e incrementar el valor del producto final que fue diseñado paralelamente con el cliente. Para ello, *Lean Construction* tiene diferentes técnicas que ayudan a incrementar la productividad a los proyectos en proceso de ejecución; además de conseguir mejorar la rentabilidad del proyecto y eliminar aquello que no agrega valor, adicionalmente se observa cómo implementando estas técnicas, el rendimiento de la mano de obra, sistema de planificación y control son favorables para las empresas constructoras. (Progressa, L., 2015, p. 1)



Figura 1 Porcentaje del tiempo desperdiciado en la fabricación y construcción
Fuente: *Progressa Lean*

La industria tradicional de la construcción toma los materiales y los transforma, entregando un producto terminado. Sin embargo, *Lean Construction* considera a la construcción no solo como una transformación, sino como un flujo de materiales y recursos que permite visualizar las pérdidas, tanto en los costos, en la calidad y en los retrasos de los plazos de las obras. Además, señala en la Tabla 1, comparaciones entre la producción convencional y la producción sin pérdidas. (Guzmán, A., 2014, p. 13)

Tabla 1
Comparación de producción convencional y producción sin pérdidas

	Producción Convencional	Producción Sin Pérdidas
Objetivo	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa.
Alcance	Control	Gestión, asesoramiento, control.
Modo de Aplicación	Impuesta por la dirección	Por convencimiento y participación.
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir.
Responsabilidad	Departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
Clientes	Ajenos a la empresa	Internos y externos.
Conceptualización de la producción	La producción consiste en conversiones	La producción consiste en conversiones y flujos.
Control	Costo de actividades	Costo, tiempo y valor de los flujos.
Mejora	Implementación de nuevas tecnologías	Reducción de las tareas de flujo, aumento de eficiencia de los procesos con mejoras continuas y tecnológicas.

Nota: Recuperado de Cárdenas, L. & Pellicer, E. (2009)
 Fuente: tesis estudio de productividad enfocado a la mano de obra

2.2.2. Sistemas de bombeo de concreto para edificaciones de altura.

En la actualidad existen diversos tipos de sistemas para bombear concreto en edificaciones de altura, uno de ellos es el sistema con Bomba Estacionaria que se ha convertido en un sistema convencional en nuestro país. Además, existen alternativas como la Bomba Pluma o Telescópica que, al igual que la bomba estacionaria, se han convertido en una solución rápida, segura y que, mediante un análisis de costos bien elaborado, resultan ser sistemas relativamente económicos. Uno de los factores más importantes que debemos tomar en cuenta para la

colocación del concreto en los distintos elementos estructurales, es sin duda el tiempo de fraguado de la mezcla de concreto, pues este material va cambiando sus propiedades conforme pasa el tiempo a partir de su elaboración. Es por ello, que la mezcla de concreto se debe colocar lo más pronto posible en su lugar final, para evitar el asentamiento de ésta y que dificulte la trabajabilidad para su correcta colocación, esto puede resultar perjudicial para el elemento, puesto que, al generarse imperfecciones dentro del elemento estructural, afectará la resistencia que se necesita lograr. (Donadi, L., 2018, p. 3)

Como se ha mencionado anteriormente, existen distintos métodos convencionales que son muy útiles para el vaciado de concreto, sin embargo, en ocasiones cuando se requiere de una mayor productividad y rendimiento para el vaciado concreto, estos sistemas no son suficientes para lograr cumplir con el cronograma de obra o para disminuir los tiempos de ejecución del casco de proyectos de edificaciones de altura. A raíz de una búsqueda de nuevos sistemas para mejorar la productividad del vaciado de concreto y, consecuentemente, la productividad de la obra en general se ha implementado un sistema relativamente nuevo en nuestro país y poco estudiado en cuando a sus beneficios, rendimientos, costos, tiempos de instalación y entre otras características a considerar. (Donadi, L., 2018, p. 4)

Como parte de la presente investigación, se explica el funcionamiento de sistemas convencionales más utilizados en nuestro país y también el sistema de bombeo con Torre de Distribución Hidráulica (TDH), que es el sistema en estudio.

2.2.2.1. Sistema de bombeo con bomba estacionaria puesta en obra.

Se describe cómo funciona este sistema de bombeo de concreto con bomba estacionaria puesta en obra, es un equipo que se utiliza en los distintos sistemas convencionales, incluyendo también el sistema con la TDH, para lo cual se explica de manera secuencial, el funcionamiento de estos sistemas comenzando por la siguiente actividad:

A) Llegada del camión mixer a la obra

Se deben hacer coordinaciones previas para recibir el concreto premezclado al pie de la obra, por ello se toman en cuenta diversos factores que pueden influir positiva y negativamente al momento de recibir el material como, por ejemplo:

- Establecer horarios fijos para la llegada de cada camión mixer.
- Tener espacio suficiente para recibir y estacionar los camiones ya sea al interior como al exterior de la obra.
- Realizar un protocolo de seguridad adecuado para el personal de la obra y para las personas que transiten alrededor de ella.
- Utilizar una correcta señalización que sea visible y de fácil entendimiento para los peatones y vehículos que transiten alrededor de la obra mientras permanezca el camión mixer en el exterior.
- Mantener orden y limpieza durante y después de verter la mezcla de concreto en la tolva de la bomba estacionaria.

Tomando en cuenta estas consideraciones, se realiza el vaciado del concreto hidráulico premezclado desde el camión mixer hacia la tolva de la bomba estacionaria, controlando el volumen para no exceder la capacidad de la tolva y evitar derrames u obstrucciones al interior de la bomba, este volumen es controlado por el operador del camión, quién está capacitado por la empresa que brinde el servicio de bombeo.

B) Bombeo de concreto con Bomba Estacionaria:

Putzmeister (2001) define las partes de las bombas de hormigón como:

- Argolla: sirve para enganchar la bomba al camión que la transporta.
- Tolva de alimentación: sirve como recipiente para recibir el concreto premezclado desde el camión mixer y cuenta con una hélice que mantiene el concreto en movimiento y evita la segregación del material.
- Bomba hidráulica: es la parte principal del equipo ya que, mediante un sistema de válvulas, succiona e impulsa la mezcla de concreto a través de las tuberías.
- Motor: funciona con un combustible diésel por lo general, y sirve para hacer funcionar la bomba hidráulica.
- Patas de apoyo: son apoyos que sirven para estabilizar la bomba al momento de desengancharla del camión transportador.

Este equipo descrito, permanece en obra instalado y es la parte principal del sistema de bombeo, es muy útil para impulsar la mezcla de concreto a grandes alturas y también en longitudes horizontales de gran magnitud. Para ello, es importante que la mezcla de concreto tenga características que le permitan una correcta fluidez a través del equipo para luego ser

impulsado por las tuberías. Además, existen diferentes tipos de bombas estacionarias, diferentes tamaños y capacidades de bombeo, pero que cumplen la misma función de transportar la mezcla hasta su lugar de colocación, logrando ubicar el volumen necesario en un tiempo establecido que por lo general es menor a lo esperado con una mezcla preparada en obra y evitando generar grandes cantidades de desperdicio que conlleva a una mayor limpieza de la obra. (pp. 5-7)

Una vez ubicado el mixer y preparada la bomba estacionaria con sus accesorios, se inician los sistemas convencionales y el sistema con la TDH descrito a continuación:

- Torre de Distribución Hidráulica (TDH)

ZACH (2015) sostiene sobre la torre de distribución hidráulica, lo siguiente:

Las Torres de distribución hidráulica son brazos articulados que son capaces de distribuir el hormigón en distintos puntos, asegurando una colocación del hormigón más eficiente y seguro. Los alcances de estos equipos varían entre radios de 28 m y 32 m de alcance horizontal y hasta 130 m de alcance vertical con el método del auto trepado, en el caso de estos modelos marca Truemax. Estos equipos son alimentados por medio de una bomba de hormigón, normalmente una bomba estacionaria la cual se ubica a nivel del suelo.

Formas de Instalación:

Las torres de distribución hidráulica modelos Truemax tienen tres métodos de instalación, como se muestra en la Figura 2:

Cruciforme: El equipo es instalado en una fundación, generando una autonomía máxima de 20m de alto, esta condición se da cuando no existen losas ni muros donde poder anclar el equipo.

Vigas H: Este método de instalación consiste en fijar el equipo en el Shaft de ascensor por medio de 3 losas consecutivas.

Anillos de losa: Este método de instalación consiste en fijar el equipo en una losa, dejando un receso en ella, por medio de 3 losas consecutivas. (pp. 3-5)

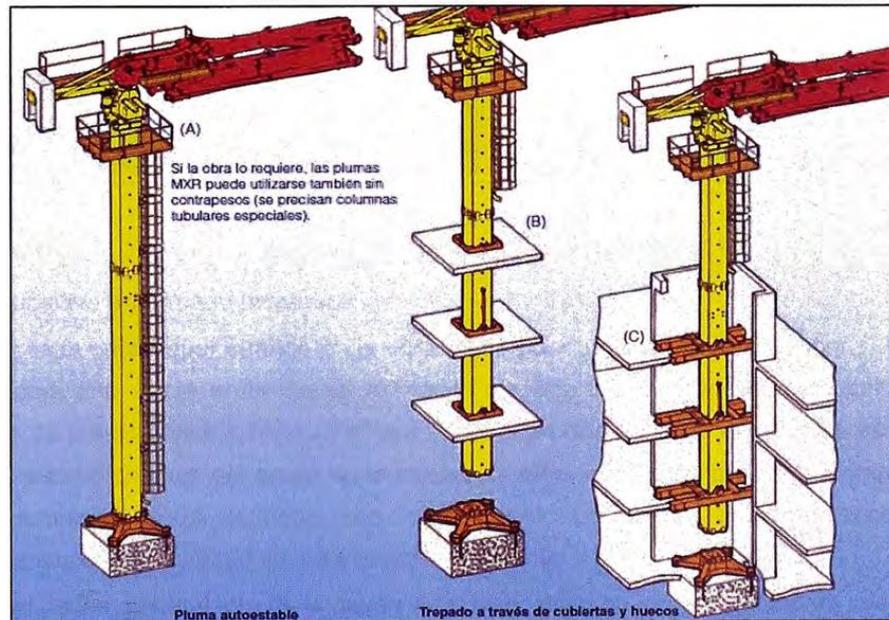


Figura 2 Tipos de instalación de la Torre de Distribución Hidráulica

Fuente: Zach Bombas de Hormigón

- Tuberías montantes metálicas

Putzmeister (2011) indica lo siguiente:

El este sistema de tuberías sirve como medio para transportar la mezcla de concreto impulsada desde la bomba, el sistema se inicia desde el orificio de salida de la bomba estacionaria y está conformada por:

- Tubos: son elementos generalmente rectos con diámetros estandarizados por los fabricantes y que resisten altas presiones que ejerce la mezcla de concreto.
- Acoplamientos: es un elemento de seguridad que sirve para evitar la apertura del acople entre tuberías bajo presión.
- Codos: son accesorios que se utilizan para cambiar de dirección a las tuberías, son las partes que más se desgastan por lo que generalmente se usa un material de fundición dura de manganeso.
- Manguera: es un elemento compuesto por un material de caucho resistente a la abrasión que ejerce la mezcla de concreto, con un refuerzo de alambre de acero en su interior.

Estos elementos en conjunto deben resistir las grandes presiones que pueden generarse al momento de impulsar la mezcla de

concreto a través de las tuberías, es por ello, que se requieren de certificaciones según las normas establecidas para este tipo de elementos de acuerdo al material con el que es fabricado. Para una mejor fluidez del concreto y evitar estancamientos de la mezcla dentro de las tuberías, se realiza una mezcla de cemento con agua, habitualmente se le denomina en obra “lechada de cemento”, que sirve para lubricar todo el sistema de tuberías desde la salida de la bomba hasta el punto final de la manguera.

Siendo la parte final de todo el sistema convencional de vaciado de concreto, se distribuye estratégicamente las posiciones que tomará la manguera para poder moverla en los diferentes sectores y obtener un vaciado continuo de todos los elementos de cada sector. Se debe tomar en cuenta que el personal que va a manipular la manguera debe estar capacitado o concientizado sobre los peligros a los que están expuestos, ya que las altas presiones pueden generar golpes o movimientos fuertes y producir graves daños al personal que esté cerca a este elemento. (pp. 10-13)

2.2.2.2. Sistema de Bomba pluma o telescópica.

El sistema de bombeo de concreto con bomba pluma o telescópica es también uno de los sistemas más utilizados en nuestro país. La bomba pluma o telescópica está constituido por un camión con una bomba montada en él, la cual está conectada a un sistema de brazos telescópicos con tuberías y sus accesorios, los cuales pueden moverse en distintas direcciones con un eje de giro de 360°, logrando con esto poder alcanzar distintos puntos de vaciado a su alrededor. Este camión es alimentado por otros camiones que portan concreto o también existen tipos de camiones que llevan su propio concreto con cierta de capacidad. (Donadi, L., 2018, p. 6)

La bomba pluma tiene un rango de alcance vertical de aproximadamente 10 pisos de altura o 38 m y un alcance horizontal de 36 m. Estas medidas pueden variar según los accesorios que se le coloquen y permite realizar vaciados masivos logrando a tener una capacidad de descarga de hasta 60 m³ por hora y a grandes distancias. (Unicon, 2019, p. 2)

Silva, O. (2017) explica:

Cómo funciona el sistema detallando las coordinaciones previas, preparación de la zona donde se realiza las operaciones del equipo de bombeo, instalación, despliegue y limpieza del equipo:

1) Preparación de la zona para estacionar el camión:

- Coordinar con el responsable a cargo de la actividad del vaciado de concreto, ubicar una zona con espacio suficiente, nivelado para estacionar y extender completamente los estabilizadores del camión.
- Se debe comprobar que la zona debe estar libre de peligros ocultos como pozos sépticos enterrados, rellenos frescos, sistemas de tuberías que puedan ser afectas con la presión del camión y sus estabilizadores.
- Se debe evitar instalar los estabilizadores sobre tapas de drenajes, aceras, puertas de acceso, entre otros.
- Comprobar si en la zona existen posibles peligros como cables aéreos, postes, o elementos que puedan ser afectados al operar con la bomba pluma.

2) Instalación de estabilizadores:

- Se deben extraer los pasadores o pestillos de seguridad de los estabilizadores y colocar almohadillas debajo de cara estabilizador, así estos estén ubicados sobre concreto.
- Se debe colocar el camión dentro de 3° de nivelado, incluso cuando el sitio donde se instala el camión no se encuentra totalmente nivelado.
- Si los estabilizadores están ubicados cerca de un terraplén se debe ubicar siguiendo la regla de 1 a 1, es decir, por cada metro de caída vertical se debe ubicar los estabilizadores a 1 metro del borde, como se muestra en la Figura 03.

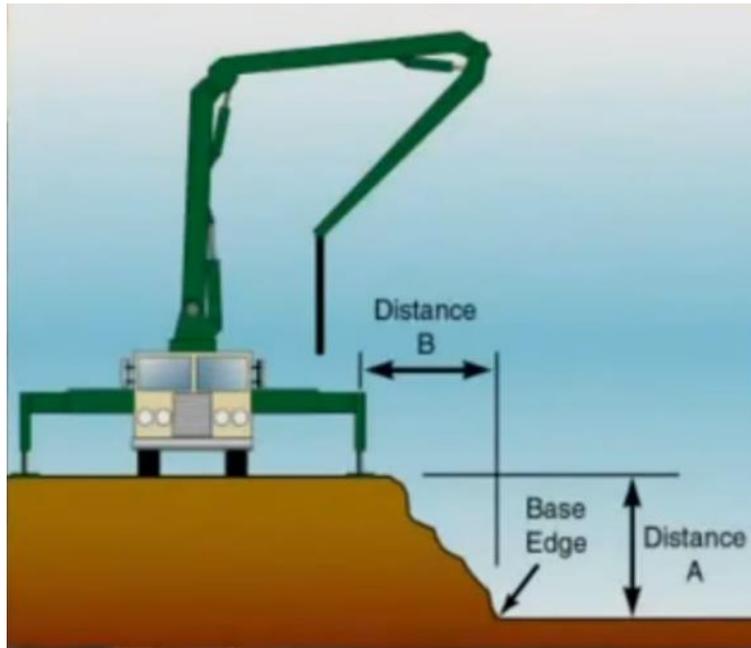


Figura 3 Regla 1 en 1 para ubicar los estabilizadores de la bomba pluma
 Fuente: “Cómo instalar una bomba de concreto”, por AEM Innovación & Solución
 Bombeo de Concreto

3) Despliegue de pluma:

- Se deben desatar las correas o cables que las atan, hacer una inspección visual de cada abrazadera para asegurar su fijación y que tengan sus pasadores de seguridad.
- Colocar la manguera de punta, siendo por lo general un material de caucho, debe ser fijada con una abrazadera con su pasador y una correa de seguridad.
- Se debe comprobar que la mezcla de concreto que llega a obra tenga el diseño requerido, que pueda ser bombeada a través de las tuberías y la manguera de la pluma.
- Una vez extendida la pluma, se debe comprobar los estabilizadores ubicados en la pluma sobre cada uno de ellos y hacer una inspección visual si alguno de ellos presenta hundimientos, de ser el caso se debe girar la pluma inmediatamente al lado contrario del estabilizador que presente dicha falla y realizar un mejoramiento del suelo o colocar alguna almohadilla o enrejado de mayor área.
- Se debe tomar en cuenta que al momento de bombear el concreto la pluma se hace más pesada, por ello es necesario supervisar constantemente la estabilización de la pluma.

4) Limpieza del equipo y sus accesorios:

- Por lo general, para la limpieza de la pluma se debe retirar la manguera de la punta y aspirar una esponja mojada en sentido inverso, elevando la punta de la pluma para que la gravedad ayude en el proceso de aspirado.
- Observar en la tolva, que la mezcla de concreto retroceda y la esponja retorne lentamente para que no se produzca un alargamiento y pierda eficacia, verificando mediante golpes suaves con un martillo en las tuberías si aún se encuentran con material en su interior, de ser el caso los sonidos de los golpes serán amortiguados y si ya ha pasado la esponja el sonido será resonante.
- Una vez completado el proceso se recomienda repetirlo para asegurar extraer material excedente y retirar la esponja del codo de descarga de la tolva. (pp. 1-6)

Una de las principales limitaciones de este sistema, es la restricción de usos de espacios públicos cuando la bomba pluma está ubicada en la calle, por lo que no se puede restringir el tránsito de peatones y vehículos, ya que por la extensión de sus estabilizadores puede causar bloqueos en esas vías de circulación y es por ello, que muchas veces se opta por utilizar bombas estacionarias. (Silva, O., 2017, p. 7)

2.2.3. Productividad.

Serpell, A. (1986) menciona:

Para calcular la productividad es necesario realizar una relación entre la cantidad producida de una actividad y la cantidad de recursos empleados en la misma.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{cantidad producida}}{\text{recursos empleados}}$$

En el área de la construcción se utilizan recursos como materiales, equipos, maquinarias y mano de obra, como se muestra en la Figura 4. (p. 53)



Figura 4 Tipos de productividad
Fuente: Adaptado de Serpell, 1993

2.2.3.1. *Productividad de la mano de obra.*

Cerdas, B. (2010) menciona que:

La mano de obra es uno de los recursos más importantes para la construcción, puesto que, su productividad influye mucho en los demás recursos requeridos para la ejecución de un proyecto. El comportamiento humano es un factor poco predecible, por lo tanto, para lograr que un proyecto resulte exitoso se necesita tener en cuenta tres elementos básicos:

- El “deseo” que tiene el trabajador para realizar un buen trabajo.
- El “conocimiento”, el trabajador debe tener las capacitaciones y entrenamiento que se requieren para realizar un trabajo exitoso.
- La “capacidad” para gestionar un trabajo con una buena administración que realice sus funciones de forma eficiente y eficaz. (p. 10)

2.2.3.2. *Factores que afectan a la productividad.*

Serpell, A. (1986) indica que:

Existen múltiples factores que generan tiempos improductivos en las obras de construcción civil (ver Figura 5), consecuentemente estos generan ineficiencias en la administración de los recursos y en la dirección general de las obras. También, se pueden nombrar problemas de diseño y planificación, ineficiencia de la administración, métodos inadecuados de trabajo, grupos y actividades de apoyo deficientes, problemas de recurso humano, problemas de seguridad y problemas de los sistemas formales de control. La identificación de estas múltiples variables que afectan una obra

permite tomar medidas de acción sobre ellas, para que finalmente, mediante una evaluación, poder tomar acciones correctivas, logrando obtener el mejoramiento de la productividad. (pp. 56-57)



Figura 5 Factores que influyen en la productividad
Fuente: Cantú, López y Peirone (2018)

2.2.4. Cronograma de obra.

PMBOK (2013) sostiene lo siguiente:

Es el proceso de analizar las secuencias de actividades, las duraciones, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que, al incorporar actividades del cronograma, duraciones, recursos, disponibilidad de los recursos y relaciones lógicas en la herramienta de programación, ésta genera un modelo de programación con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto (ver Figura 6). (p. 199)

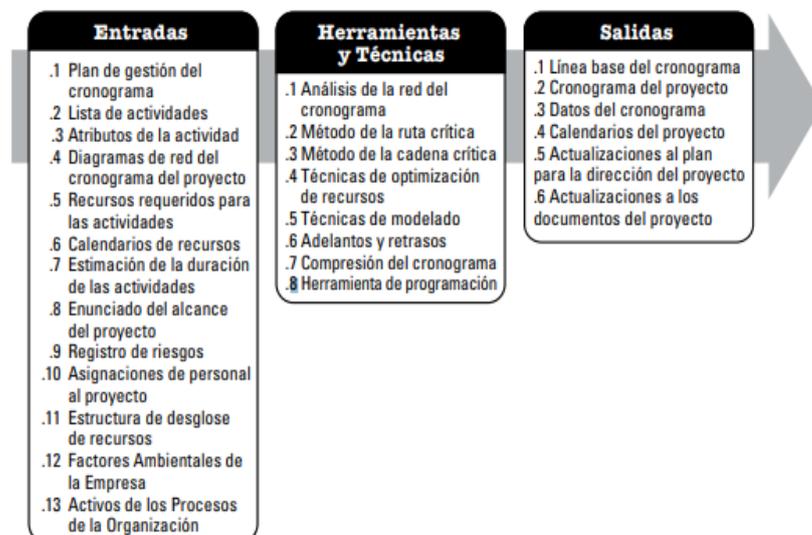


Figura 6 Desarrollar el cronograma: Entradas, Herramientas y Técnicas, y Salidas
Fuente: PMBOK (2013)

PMBOK (2013) señala lo siguiente:

El desarrollo de un cronograma aceptable del proyecto es a menudo un proceso iterativo. Se utiliza el modelo de programación para determinar las fechas planificadas de inicio y fin de las actividades del proyecto, así como los hitos del mismo, sobre la base de la exactitud de los datos de entrada. El desarrollo del cronograma puede requerir el repaso y la revisión de las estimaciones de duración y de recursos para crear el modelo de programación del proyecto que establezca un cronograma aprobado del mismo, que pueda a su vez servir como línea base con respecto a la cual se pueda medir el avance. Por regla general, una vez determinadas las fechas de inicio y fin de una actividad, se encomienda al personal asignado a las tareas la revisión de las mismas y la confirmación de que las fechas de inicio y fin establecidas no entran en conflicto con los calendarios de los recursos o con las actividades asignadas en el ámbito de otros proyectos o tareas y de este modo siguen siendo válidas. Conforme el trabajo avanza, la revisión y el mantenimiento del modelo de programación del proyecto continúan a lo largo del mismo para mantener un cronograma realista. (p. 201)

2.2.5. Sectorización.

Guzmán, A. (2014) afirma:

Se llama sectorización al proceso de división de una actividad o tarea de la obra en porciones más pequeñas llamadas sectores, cada sector deberá comprender un metrado aproximadamente igual a los demás para así mantener un flujo continuo entre sectores. El metrado asignado a los sectores deberá ser factible de realizarse en un día. La sectorización está relacionada con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, ya que al dividir el trabajo en sectores más pequeños estamos dividiendo nuestro lote de producción en lotes más pequeños que serán los que transferimos a las actividades siguientes. Asimismo, se está optimizando los flujos de recursos en la obra, lo cual genera un beneficio para todo el sistema de producción. Además, tiene como finalidad de dividir el trabajo en partes más manejables y poder formar lo que llamamos el tren de trabajo, con esto se podrá separar las cuadrillas por especialidad y optimizar los rendimientos de cada cuadrilla. (pp. 33-34)

2.2.6. Tren de actividades.

Guzmán, A. (2014) define al tren de actividades como:

Una metodología similar a las líneas de producción en las fábricas, en las cuales el producto avanza a lo largo de varias estaciones transformándose en cada una de ellas. Para el caso de la construcción que no es una industria automatizada como las fábricas y no se tiene la posibilidad de mover el producto a lo largo de varias estaciones se creó el concepto de tren de actividades, según el cual las cuadrillas de trabajo van avanzando unos tras otros a través de los sectores establecidos anteriormente en el proceso de sectorización, con esto se pretende tener un proceso continuo y ordenado de trabajo, además de poder identificar fácilmente los avances a través de la ubicación de las cuadrillas en un sector determinado. (p. 34)

2.2.7. Metodología Sistema *Last Planner*.

Aguirre, C. (2013) señala:

El sistema Last Planner es una herramienta desarrollada para el control y planificación de proyectos de construcción, debido a que el Último Planificador es el que presencia la realización de las actividades programadas, se convierte en el mejor registrador de capacidades y rendimientos de las unidades de producción o cuadrillas a su cargo, por lo que a partir de este aspecto toma protagonismo en el sistema, como se muestra en la Figura 7. (p. 11)



Figura 7 Comparación entre el Sistema Tradicional y sistema *Last Planner*
Fuente: Guía para la Implementación, Alarcón (2008)

Este sistema está conformado por cuatro etapas: Plan Maestro, Plan de Fases, Plan Intermedio y Plan de Corto Plazo:

2.2.7.1. **Plan Maestro.**

Es la muestra en general del programa y el presupuesto del proyecto, su función principal es coordinar todas las actividades que contiene, teniendo en cuenta sus objetivos y metas. Este plan se articula por medio de hitos y actividades en el tiempo, para crear una adecuada secuencia entre ellos. Además, estos medios deben tener fecha definida de realización para poder compararse con la fecha real ejecutada. (Aguirre, C., 2013, p. 25)

2.2.7.2. **Plan de fases.**

Cuando el plan maestro es muy extenso o complejo, se recomienda realizar una subdivisión del Plan Maestro en grupos de actividades llamadas Fases, éstas son actividades agrupadas debido a su proximidad espacial o temporal. Por ejemplo, ingeniería, excavación, fundaciones, estructura y terminaciones. (Aguirre, C., 2013, p. 26)

2.2.7.3. **Plan Intermedio o Lookahead.**

El proceso de Planificación Intermedia o *Lookahead* consiste en dar una mirada a las actividades futuras a ejecutar en un intervalo de tiempo que generalmente es de 4 a 6 semanas. En esta exploración, se identifican los flujos de trabajo para cada actividad que se encuentre dentro de ese intervalo de tiempo. (Alarcón, L. y Martínez, L., 1989, p. 50)

Aguirre, C. (2013) señala:

Los requisitos para la correcta ejecución de las actividades se denominan “Restricciones”, éstas son posibles problemáticas o actividades previas que son necesarias resolver o desarrollar para poder ejecutar una determinada actividad fluidamente. La planificación intermedia está encargada de revisar, detectar y enlistar las Restricciones que se puedan presentar durante el periodo analizado para así poder resolverlas y asegurar el desarrollo normal de las tareas a futuro. A este proceso se le denomina “liberación de Restricciones”. Además, tiene otras funciones específicas como:

- a) Determinar velocidades de flujos de trabajo: Es vital conocer el tiempo necesario para gestionar la compra de materiales, realización de prerrequisitos, obtención de información, entre otras, que necesita cada actividad para que se realice según el programa.

- b) La carga de trabajo es la cantidad de trabajo asignado a cada unidad de producción o cuadrilla en un cierto intervalo de tiempo. La capacidad es la cantidad de trabajo que puede lograr realizar cada unidad de producción o cuadrilla en un intervalo de tiempo determinado. Para optimizar la utilización de estos recursos, es necesario igualar la carga de trabajo y la capacidad.
- c) Desarrollar métodos detallados de ejecución de trabajo: A medida que las Restricciones son identificadas, es necesario agregar detalles que pueden alterar la ejecución de las actividades tal como fueron planeadas inicialmente.
- d) Revisar y actualizar niveles de programación: Debido a que esta planificación presenta un mayor nivel de detalle, en muchos casos es necesario modificar las secuencias de actividades previamente ordenadas en el Plan Maestro.
- e) Mantener un Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE): Son las tareas que poseen una alta probabilidad de ejecutarse sin trabas. (pp. 26-28)

Para su implementación la planificación intermedia se divide en siete etapas, como se muestra en la Figura 8:

- a) Definición del intervalo de tiempo: Dependiendo del tipo de proyecto, se tiene que definir la cantidad de tiempo que abarcará el *Lookahead*.
- b) Definición de las actividades: Toda actividad que quede dentro del periodo definido tiene que ser llevada desde el Plan Maestro al *Lookahead*. Luego, se tiene que hacer una revisión de esta selección de actividades para agregar todos los detalles de su ejecución, para comenzar a identificar Restricciones, y realizar el balance de trabajo.
- c) Balance de carga y capacidad: Se revisa la lista de actividades y se determina si los recursos necesarios estarán disponibles su desarrollo.
- d) Análisis de Restricciones: Luego de identificar las Restricciones, es necesario definir una estrategia para liberarlas en un plazo determinado.
- e) Revisión o *Screening*: Consiste en definir cuántas de las actividades con Restricciones pueden ser liberadas a tiempo para incluirlas en el periodo de *Lookahead*. Las que no, necesariamente tendrán que ser retrasadas.
- f) Preparación o *Make Ready*: En esta etapa se gestionan las acciones necesarias para liberar las Restricciones encontradas dejando la actividad lista para

comenzar. El responsable de la liberación tiene que confirmar el tiempo de respuesta de los actores que le ayudarán a liberarla. En caso de que los tiempos de respuesta sean demasiado largos, se tiene que tomar la decisión de asignar más recursos a la liberación o retrasar la actividad y reemplazarla por otra libre de Restricciones.

- g) Inventario de Trabajo Ejecutable: Las actividades que están dentro de esta clasificación son las actividades libres de Restricciones, por lo que tienen una alta probabilidad de ser ejecutadas. La idea de contar con un ITE es tener un stock de actividades listas para comenzar en caso de que las unidades de producción o cuadrillas terminen su trabajo antes de tiempo o por si algún problema imprevisto impide su ejecución. De esta forma se puede mantener un flujo de actividades continuo. Todo este proceso debe repetirse cada vez que finaliza un periodo de corto plazo, permitiendo ingresar nuevas actividades al *Lookahead*, manteniendo de esta manera el programa actualizado permanentemente. (Aguirre, C., 2013, pp. 30-32)

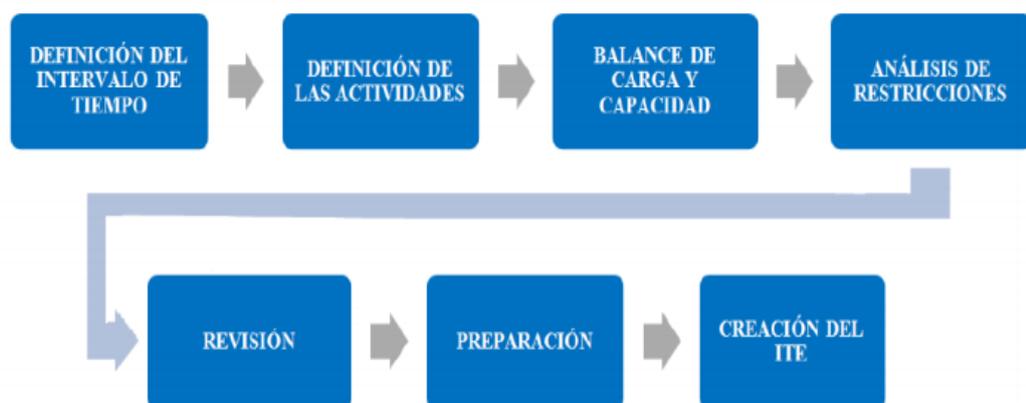


Figura 8 Proceso de Planificación Intermedia

Fuente: Guía para la Implementación del Sistema del Último Planificador, Alarcón (2008)

2.2.7.4. *Plan a corto plazo.*

En esta etapa las actividades son planificadas en un máximo nivel de detalle antes de su ejecución. En donde los últimos planificadores se comprometen a realizar avances definidos sobre cada una de las actividades en las que ellos están a cargo. (Aguirre, C., 2013, p. 33)

El sistema las *Last Planner*, se resume de la siguiente Figura 9:



Figura 9 Metodología *Last Planner*
Fuente: Capacitaciones GEPUC (2012)

2.2.8. Flujos No Contributorios.

Ghio, V. (2001) define a los flujos no contributorios como: “Todas aquellas actividades que durante un proyecto consumen tiempo, recursos y espacios, sin agregar valor alguno y que representan un costo en el proceso de producción” (p. 3).

En 1999, alumnos de la Pontificia Universidad Católica, con el asesoramiento del Dr. Virgilio llevaron a cabo un estudio del nivel de productividad en obras de construcción en Lima Metropolitana. Estos estudios se realizaron a 50 obras en Lima analizando el área de la edificación, obteniendo como resultado:

- Viajes (13%): Cuadrillas sobredimensionadas, falta de supervisión, insuficientes materiales, inadecuada distribución de instalaciones en obra.
- Tiempo ocioso (10%): supervisión inexistente, cuadrillas sobredimensionadas, actitud del obrero.
- Esperas (6%): Cuadrillas exageradas, poco espacio, insuficientes materiales.
- Trabajo rehecho (3%): Mala calidad, trabajos mal ejecutados, cambios en los diseños. (Guzmán, A., 2014, pp. 12-13)

Castillo, C. y Flores, M. (2016) señalan que las principales causas de pérdidas son:

- Cuadrillas sobredimensionadas
 - El exceso de personal en áreas de trabajo reducidas, siendo necesario que una parte de la cuadrilla avance para que el resto de ella pueda iniciar su trabajo.
 - El exceso de personal obrero en el proyecto, para el cual no existen frentes de trabajo disponibles permanentemente hace que, para

mantenerlo ocupado, se ordene auxiliar a otras cuadrillas o realizar labores de apoyo en obras tales como limpieza

b) Falta de supervisión

Cuando el profesional de obra o el personal responsable del control de la producción no realizan esta función de manera eficaz, se pueden generar intervalos de inactividad, lo que se acentúa cuando se dispone de holgura en el tiempo de ejecución o cuando no se responsabiliza al personal por el incumplimiento de los trabajos asignados.

c) Deficiencias en el flujo de materiales

- El poco personal de apoyo para el abastecimiento de materiales, o la mala organización de este, provoca que los operarios deban abandonar sus tareas para ir en busca de sus materiales, lo que les ocupa buena parte de su tiempo.

- La mala distribución de las zonas de abastecimiento origina el transporte manual de materiales a distancias excesivamente largas o entre pisos consecutivos.

d) Mala calidad

- La poca capacitación de la mano de obra.

- La falta de supervisión durante la ejecución de los trabajos.

- Las deficiencias propias de los procedimientos constructivos tradicionales y de la falta de tecnología.

- La información incompleta o no detallada.

e) Falta de diseño de los procesos constructivos

El uso de procedimientos constructivos tradicionales, fallas de diseño, agudiza el incremento de trabajos contributorios, por lo mismo que dan una mayor holgura de tiempo a las labores, y permiten un rendimiento engañoso a partir de trabajos lentos. (pp. 33-35)

2.2.9. Rendimiento.

Ghio, V. (2001) refiere:

La mano de obra utiliza herramientas de medición para controlar la productividad en las diversas partidas, con ello, muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Horas hombre}}{\text{Producción}}$$

Indica que para controlar las horas hombre se requiere diariamente de un personal que realice esta actividad, que también puede ser encargado a un capataz de cada cuadrilla.

Las herramientas de control deben incluir los siguientes:

- Horas hombre consumidas semanalmente
 - Horas hombre acumuladas
 - Horas hombre totales que se asignan a cada partida en cuestión en el presupuesto inicial de obra
 - Rendimiento presupuestado
 - Rendimiento semanal real
 - Horas hombre ganadas/ perdidas a la fecha
- Horas hombre ganadas/perdidas proyectadas al final de la obra. (p. 28)

2.2.10. Carta Balance.

Serpell, A. (1986) define:

La carta balance es un gráfico que nos muestra el tiempo en minutos en función a los recursos que son empleados en una actividad (mano de obra, equipos, herramientas, entre otros).

Estos recursos se muestran representados mediante gráficos que dividen el tiempo según el procedimiento de las actividades, donde se muestran los trabajos productivos, contributorios y no contributorios, siendo estas mediciones una herramienta para optimizar los procesos constructivos empleados. Señala que esta técnica tiene como objetivo analizar el método constructivo utilizado, más que la eficiencia de los trabajadores; pues no se busca generar presión en los obreros para que trabajen más duro sino de forma estructurada. (p. 58)

Buleje, K. (2012) menciona que:

La carta balance nos ayuda a obtener un diagnóstico de los tiempos de la mano de obra de una cuadrilla respecto a una actividad y se clasifica en:

- a) Trabajo Productivo (TP): Corresponde a las actividades que aportan en forma directa a la producción de alguna unidad de construcción. Ejemplo: vaciar concreto, asentar ladrillos, colocar cerámicos.
- b) Trabajo Contributorio (TC): Es el trabajo de apoyo, se define como el trabajo que es necesario para que se pueda ejecutar el trabajo

productivo, pero que no aporta valor a la unidad de construcción. Es considerado una pérdida de segunda categoría y se debe minimizar al máximo posible para mejorar la productividad. Ejemplo: recibir y dar indicaciones, leer planos, transporte de material, entre otros.

- c) Trabajo No Contributorio (TNC): Cualquier otra actividad que se consideran pérdidas, ya que son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor por lo que se busca eliminarlas para mejorar el proceso productivo. Ejemplo: esperas, descansos, trabajo rehecho. (pp. 30-31)

Castillo, C. y Flores, M. (2016) señalan:

Cómo se debe de realizar una carta balance adecuada, para que los resultados reflejen el verdadero desempeño del rendimiento de la cuadrilla:

- a) Cantidad de obreros: Lo ideal es tratar de medir la cantidad correcta del personal para que sea posible el llenado de casillas de manera eficiente e imparcial. Esta cantidad puede ser de 5 a 8 obreros, dependiendo de la actividad.
- b) Tiempo de medición: Para obtener datos estadísticamente válidos, se debe de cubrir las actividades de mayor cantidad de tiempo o la actividad que quiera ser investigada específicamente.
- c) Número de mediciones: Misma actividad necesita más de una medición, para ser más confiable. Se recomienda hacer como mínimo dos mediciones por cada actividad para poder comparar los porcentajes de variación. (pp. 24-25)

2.2.11. Costos del proyecto.

PMBOK (2013) señala lo siguiente:

Los costos del proyecto se ocupan principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. También deberían tener en cuenta el efecto de las decisiones tomadas en el proyecto sobre los costos recurrentes posteriores de utilizar, mantener y dar soporte al producto, servicio o resultado del proyecto.

Además, se tiene que estimar los costos del proyecto, que es el proceso que consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. El

beneficio clave de este proceso es que determina el monto de los costos requerido para completar el trabajo del proyecto. También incluyen la identificación y consideración de diversas alternativas para el cálculo de costos de cara a iniciar y completar el proyecto. Para lograr un costo óptimo se debe tener en cuenta el balance entre costos y riesgos. (pp. 222-223)

2.2.12. Análisis de Costo.

El análisis de costo es simplemente el proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto o una actividad dentro del proyecto. En este análisis se determina la calidad y cantidad de recursos necesarios, es decir, analiza el costo del proyecto en términos de dinero. Frecuentemente los encargados de la obra suelen pensar que cuentan con los recursos necesarios para realizar las actividades que corresponden a cada actividad programada. Sin embargo, puede ocurrir que, una vez que el proyecto esté marchando los encargados se den cuenta de que los materiales, diferentes equipos y la mano de obra especializada que se requiere para completarlo no están disponibles, es allí donde se vuelve necesario utilizar un detallado análisis de lo que costará cada actividad o sistema pensado para la obra en ejecución y ver si vale la pena o no llevarlo a cabo. Además, se determina la cantidad y la clase de:

Además, se determina la cantidad y la clase de:

- 1) Materiales involucrados en el proyecto y/o actividad en relación directa con el dinero invertido en estos materiales.
- 2) La cantidad de mano de obra necesaria para poder completar con el proyecto/ actividad. (Exchange, 1980, p. 1)

2.2.13. Concreto Hidráulico.

Gutiérrez, L. (2003) señala:

El concreto hidráulico es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos se utilizan aditivos (ver Figura 10). Es actualmente el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. El concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo con normas establecidas para fines de aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con las características de

economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación. (p. 1)



Figura 10 Componentes del concreto hidráulico
Fuente: Aceros Arequipa (2018)

Las principales propiedades del concreto son:

- **Trabajabilidad:** significa que es fácil de colocar, compactar y moldear.
- **Cohesividad:** es aquella que permite controlar la posibilidad de segregación durante la etapa de manejo de la mezcla.
- **Resistencia:** significa que es un material durable, impermeable al agua y capaz de resistir cambios de temperatura.
- **Durabilidad:** significa que mientras más resistencia mayor durabilidad. (Gutiérrez, L., 2003, p. 2)

2.3. Definiciones Conceptuales

- a) **Sistema de bombeo:** Es un sistema automático para impulsar concreto en altura y para alcanzar longitudes horizontales de gran magnitud. El sistema inicia con un camión mixer que vierte el concreto en la bomba para concreto, impulsándolo mediante tuberías o montantes o hacia alguna maquinaria que ayuden a distribuir el concreto hasta la ubicación del elemento a vaciar. (Donadi, L., 2018, p. 2)
- b) **Concreto hidráulico:** Es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos se utilizan aditivos. Es el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. (Gutiérrez, L., 2003, p. 1)

- c) Vaciado de concreto: Es un proceso continuo de transportar el concreto para verterlo en los elementos verticales y horizontales de la estructura de una edificación. (Coral, M., 2015, p. 29)
- d) Productividad: Es el aumento de la capacidad o nivel de producción por unidad de trabajo o de maquinarias. (Serpell, A., 1986, p. 52)
- e) *Lean Construction*: Es la filosofía que ayuda a reducir las pérdidas e incrementar el valor del producto para lo que fue diseñado. (Progressa, L., 2015, p. 2)
- f) Edificación multifamiliar: Recinto donde unidades de viviendas superpuestas albergan un número determinado de familias, en donde la convivencia no es una condición obligatoria ni necesaria. Este espacio cuenta con servicios esenciales para cada vivienda además de tener bienes y ambientes compartidos. (Bazán, A., 2016, p. 10)
- g) Cronograma de obra: Es un diagrama que nos muestra la cantidad de tiempo que se utilizará para la ejecución de un proyecto, el cual puede estar dividido en hitos según las etapas de la obra y es posible definir los tiempos para la ejecución de cada actividad, además permite saber la velocidad y el ritmo de avance de la obra. (PMBOK, 2013, p. 199)
- h) Tiempo: Medida expresada en minutos, horas, días o meses que muestra la diferencia del cronograma inicial con el cronograma real. (Arzabal, M., 2019, p. 1)
- i) *Look Ahead*: Es un método que se utiliza para revisar, detectar y hacer una lista de las limitaciones que se presentan durante la ejecución del proyecto. (Aguirre, C., 2013, p. 25)
- j) Horas Hombre: Unidad de medida para determinar el rendimiento, representa el esfuerzo que se requiere para realizar una actividad y es equivalente a una hora de trabajo sin interrupciones. (Manene, L., 2012, p. 1)
- k) Rendimiento: Cantidad de recursos utilizados que se puede obtener en una producción. (Ghio, V., 2001, p. 28)
- l) Carta Balance: Herramienta para recolección de datos con la finalidad de buscar la optimización de procesos de actividades. Se deben registrar el minuto a minuto de la actividad y los tipos de trabajos son: productivo, contributorio y no contributorio. (Serpell, A., 1986, p. 58)

- m) Recursos involucrados: Son recursos que son utilizados para llevar a cabo un proyecto. Estos se clasifican como: recursos económicos, físicos, humanos e intelectuales. (OBS Business School, 2019, p.1)
- n) Costos: Representa el costo de una actividad expresado por una unidad de medida asignada, está compuesta de una valoración de la mano de obra, materiales, equipos y herramientas. (PMBOK, 2013, p. 222)
- o) Análisis de costos: proceso de identificación de los recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto o una actividad dentro del proyecto. (Exchange, 1980, p. 1)
- p) Tren de actividades: Es un proceso continuo y ordenado del trabajo para identificar los avances a través de las cuadrillas en un sector determinado. (Guzmán, A., 2014, p. 12)
- q) Eficiencia: Capacidad de cumplir un objetivo determinado con la utilización de los recursos asignados. (Armijo, M., 2008, p. 16)
- r) Sectorización: División de un área determinada en sectores, generalmente en proporciones iguales que permitan un mejor control de los avances de la obra. (Guzmán, A., 2014, p. 33)
- s) Trabajo Productivo: Corresponde a las actividades que aportan en forma directa a la producción de alguna unidad de construcción. Ejemplo: vaciado de concreto, encofrado y desencofrado. (Buleje, K., 2012, p. 31)
- t) Trabajo Contributorio: Es el trabajo de apoyo, se define como el trabajo que es necesario para que se pueda ejecutar el trabajo productivo, pero que no aporta valor a la unidad de construcción. (Buleje, K., 2012, p. 31)
- u) Torre de distribución Hidráulica (TDH): Son brazos articulados los cuales son capaces de distribuir el hormigón en distintos puntos, asegurando una colación del hormigón más eficiente y seguro. (ZACH, 2015, p. 3)

2.4. Estructura Teórica y Científica que Sustenta la Investigación

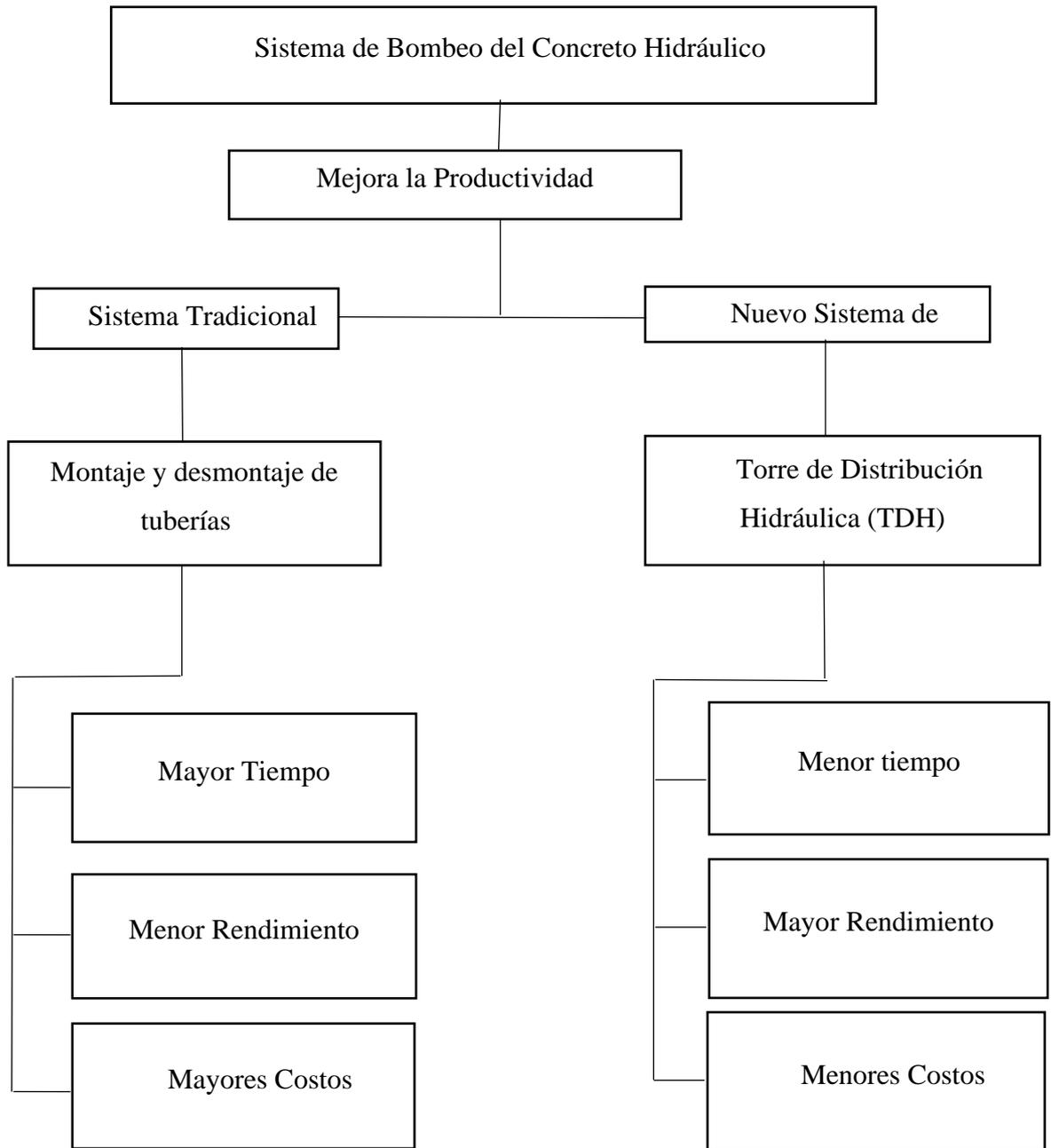


Figura 11 Esquema de la estructura teórica y científica

Fuente: Elaboración propia

2.5. Formulación de la Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General.

Al utilizar el sistema de bombeo del concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica se aumenta la productividad en edificaciones de altura en Lima Metropolitana.

2.5.2. Hipótesis Específicas.

- a) Analizando el cronograma de obra con el sistema *Look Ahead* se logra la disminución del tiempo del vaciado de concreto hidráulico en la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura.
- b) Analizando los flujos no contributorios con las cartas balance se cuantifica el rendimiento de la partida en el vaciado de concreto hidráulico durante la ejecución de edificios multifamiliares de altura.
- c) Analizando los recursos involucrados en el vaciado del concreto hidráulico con el análisis de costos se optimiza los costos en las edificaciones multifamiliares de altura.

2.5.3. Variables.

2.5.3.1. Definición Conceptual de las Variables.

Tabla 2
Definición de variables

	HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICIÓN
GENERAL	Al utilizar el sistema de bombeo del concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica se aumenta la productividad en edificaciones de altura en Lima Metropolitana.	VI: Sistema de bombeo	Es un sistema automático para impulsar concreto en altura y para alcanzar longitudes horizontales de gran magnitud desde posiciones difíciles de alcanzar. El sistema inicia con un camión mixer que vierte el concreto en la bomba para concreto, impulsándolo mediante tuberías o montantes o hacia alguna maquinaria que ayuden a distribuir el concreto hasta la ubicación del elemento a vaciar.
		VD: Productividad	Es el aumento de la capacidad o nivel de producción por unidad de trabajo o de maquinarias.
ESPECIFICO 1 ESPECIFICO 2 ESPECIFICO 3	Analizando el cronograma de obra con el sistema <i>Look Ahead</i> se logra la disminución del tiempo del vaciado de concreto hidráulico en la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura. Analizando los flujos no contributorios con las cartas balance se cuantifica el rendimiento de la partida en el vaciado de concreto hidráulico durante la ejecución de edificios multifamiliares de altura. Analizando los recursos involucrados en el vaciado del concreto hidráulico con el análisis de costos se optimiza los costos en las edificaciones multifamiliares de altura.	VI: Cronograma de obra	Es un diagrama que nos muestra la cantidad de tiempo que se utilizará para la ejecución de un proyecto, el cual puede estar dividido en hitos según las etapas de la obra y es posible definir los tiempos para la ejecución de cada actividad.
		VD: Tiempo	Medida expresada en minutos, horas, días o meses que muestra la diferencia del cronograma inicial con el cronograma real.
		VI: Flujos no contributorios	Todas aquellas actividades que no aporta valor alguno y que puede ser considerada como pérdida.
		VD: Rendimiento	Cantidad de recursos utilizados que se puede obtener en una producción.
		VI: Recursos	Son recursos que son utilizados para llevar a cabo un proyecto. Estos se clasifican como: recursos económicos, físicos, humanos e intelectuales.
		VD: Costos	Representa el costo de una actividad expresado por una unidad de medida asignada, está compuesta de una valoración de la mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

Fuente: Elaboración Propia.

2.5.3.2. Operacionalización de las Variables.

Tabla 3
Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS	MÉTRICA
SISTEMA DE BOMBEO	CRONOGRAMA DE OBRA	<ul style="list-style-type: none"> Línea base del cronograma. Cronograma del proyecto. Datos del cronograma. Registro de incidentes y accidentes 	<ul style="list-style-type: none"> Look Ahead Hojas de Excel 	Días
	FLUJOS NO CONTRIBUTORIOS	<ul style="list-style-type: none"> Datos sobre los flujos no contributivos Datos sobre los flujos contributivos Datos sobre los trabajos productivos 	<ul style="list-style-type: none"> Cartas Balance Hojas de Excel 	%
	RECURSOS	<ul style="list-style-type: none"> Datos de recursos económicos utilizados. Datos de recursos humanos involucrados. Datos de recursos materiales utilizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Hojas de Excel Análisis de costos 	Nuevos Soles (S/)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4
Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS	MÉTRICA
PRODUCTIVIDAD	TIEMPO	<ul style="list-style-type: none"> Variación del tiempo por nivel para elementos verticales. Variación del tiempo por nivel para elementos horizontales. Variación del tiempo por sectores de vaciado de concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> Hojas de Excel 	Días
	RENDIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> Datos de la medición de la estructura de producción, procesos y productos resultantes de las partidas del vaciado de concreto. Datos de la evaluación de la estructura de producción, procesos y productos resultantes de las partidas del vaciado de concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> Hojas de Excel 	m ³ /día
	COSTOS	<ul style="list-style-type: none"> Variaciones de costos por número de niveles. Variaciones de precios de los recursos utilizados con la TDH vs métodos tradicionales. Requisitos de las variaciones de costos para las horas hombre en los elementos vaciados con la TDH y métodos tradicionales. 	<ul style="list-style-type: none"> Hojas de Excel 	Nuevos Soles (S/)

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel

3.1.1. Método de la Investigación.

En la presente tesis de investigación se utilizó un método deductivo, ya que partimos de un amplio marco conceptual que nos condujo al planteamiento del problema y a la deducción de hipótesis para poder obtener un concepto particular del fenómeno observado. Tuvo una orientación aplicada, pues se investigó un problema detectado en el bombeo del vaciado de concreto que influye en la productividad durante la ejecución de edificaciones multifamiliares de altura, por lo que se buscó plantear una solución más tecnológica. Su enfoque fue de tipo cuantitativo, ya que se calcularon las variaciones de los índices del nuevo sistema de bombeo del vaciado de concreto para verificar su influencia en la productividad mediante números, gráficos, tablas, porcentajes, entre otros. Finalmente, la recolección de datos fue de una fuente retrolectiva, ya que se utilizaron formatos existentes y validados.

3.1.2. Tipo de Investigación.

La investigación fue de tipo descriptivo, ya que se planteó la problemática de la productividad en el proceso constructivo de un proyecto multifamiliar de altura, donde se describieron los procesos que involucran al sistema de bombeo del vaciado de concreto, siendo este sistema la variable independiente y la variable dependiente la productividad. Además, se describió la influencia de las variables para el caso propuesto en la investigación.

3.1.3. Nivel de investigación.

La investigación fue de tipo descriptivo, pues describió e identificó el nuevo sistema de bombeo del vaciado de concreto que ayudó a mejorar la productividad durante la ejecución del proyecto multifamiliar de altura. Este nivel nos limitó a calcular e interpretar cada una de las variables, de modo que determinó los lineamientos de mejora de la productividad que se propuso para la investigación.

3.2. Diseño de la Investigación

La investigación tuvo un diseño no experimental, debido a que se observó la realidad sin manipular los datos, tomándolos y analizándolos, sin crear situación alguna que afecte la realidad del estudio durante la ejecución del proceso del vaciado de concreto en la construcción del edificio

multifamiliar de altura. Fue transversal, debido a que los datos fueron recolectados mediante formatos y observados en un solo momento, con ello se pudo describir variables y analizar su influencia. Finalmente, fue prospectivo, porque la información fue tomada durante la ejecución del vaciado de concreto de elementos verticales y horizontales del proyecto.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población de estudio.

3.3.1.1. Definición Conceptual.

El universo del estudio estuvo definido por todas las edificaciones multifamiliares de altura (con más de 10 pisos) de Lima Metropolitana.

3.3.1.2. Definición Operacional.

a) Criterios de inclusión:

- Edificios multifamiliares en Lima Metropolitana
- Altura de más de 10 pisos
- Zonificación residencial de alta densidad
- Edificios en proceso de construcción
- Vaciados de concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica para elementos estructurales verticales y horizontales.

b) Criterios de exclusión:

- Construcciones terminadas al 100%
- Edificios con menos de 10 pisos
- Edificios multifamiliares fuera de Lima Metropolitana

3.3.2. Diseño Muestral.

La muestra que se ajustó a los criterios mencionados en el ítem 3.3.1 fue el edificio multifamiliar “*Modo Student Residence*”, ubicado en el distrito de San Miguel en Lima Metropolitana.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Tipos de técnicas e instrumentos.

La técnica que se utilizó en la presente investigación fue la recolección de datos, mediante la observación directa en las partidas de vaciado de concreto que utilizaron el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica. Se usaron como instrumentos las especificaciones técnicas del proyecto, expediente técnico, presupuesto del proyecto, cronograma de obra, los costos reales de la obra, entre otros. *Look Ahead*, la herramienta que fue utilizada para analizar el cronograma de obra. Además, la carta balance es una herramienta que describió detalladamente el proceso de ejecución del proyecto; en este caso, las partidas de vaciado de concreto para elementos estructurales verticales y horizontales con el uso de la torre de distribución hidráulica y finalmente el análisis de los costos del proyecto que ayudó con la interpretación de los mismos.

3.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.

La validez del instrumento es la propiedad que permite obtener datos veraces. Por ello, los instrumentos utilizados en la investigación fueron *Look Ahead*, cartas balances y análisis de costos, los cuales fueron validados por proyectos, investigaciones o tesis similares mencionadas en el ítem 2.1. En caso del sistema *Look Ahead*, se justificó con la tesis “Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en *Last Planner System*, Lima” de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; las cartas balances a través de la “*Lean Construction*” de la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde se aseveró que esta herramienta es extremadamente útil para organizar o balancear grupos de operarios y equipos en trabajos de producción en masa. Por último, los análisis de costos que se justificaron en la tesis “Nuevo enfoque para el estudio de la productividad en la construcción masiva de vivienda”, de la Universidad de Yucatán en México, en donde señalan que es una herramienta para cuantificar a los recursos utilizados. Por lo tanto, quedó registrado en sus antecedentes la confiabilidad de estos instrumentos que permitió el estudio del comportamiento de la productividad de edificios multifamiliares en proceso de construcción.

3.4.3. Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.

Para realizar el procesamiento de datos se usó la técnica de observación en campo y, como instrumentos de gabinete las especificaciones técnicas del proyecto, expediente técnico, presupuesto del proyecto, cronograma de obra, los costos reales de la obra y mano de obra.

Posteriormente, los datos recolectados en campo se analizaron con la herramienta *Lean Construction (Look Ahead, carta balance, análisis de costos)*. Para ello, se crearon tablas, gráficos y figuras que nos permitieron procesar la información requerida para el estudio de la partida del vaciado de concreto de los elementos verticales y horizontales del proyecto, durante su ejecución.

CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Descripción del proyecto

En este capítulo se realizó el desarrollo de la investigación, en la cual se describieron las características del proyecto, la recolección, procesamiento y análisis de los datos con las herramientas y técnicas antes mencionadas, para el sistema de bombeo del concreto con la torre de distribución hidráulica.

4.1.1. Ubicación del proyecto.

El proyecto multifamiliar *Modo Student Residence* se construyó en una sola etapa, dentro del terreno ubicado en la esquina de la Av. Universitaria Mz. A-4 Lotes 11 y 12, y la calle Los Tulipanes, Urbanización Pando 8° etapa, en el distrito de San Miguel, provincia y departamento de Lima. Como se muestra en la Figura 12.

Tiene un área de tratamiento II con zonificación RDA (Residencial de densidad alta), desarrollada sobre un área de terreno de 969.10m², con los siguientes linderos:

- Por el Frente: con la av. Universitaria, con una línea recta de 35.00 ml.
- Por la derecha: con propiedad de terceros, con una línea recta de 31.60 ml.
- Por la izquierda: con la calle Los Tulipanes, con una línea recta de 24.60 ml.
- Por el fondo: con propiedad de terceros, con una línea quebrada de tres tramos, el primero de 20.00 ml, doblando a la izquierda con 5.63 ml, doblando a la derecha con 15 ml.

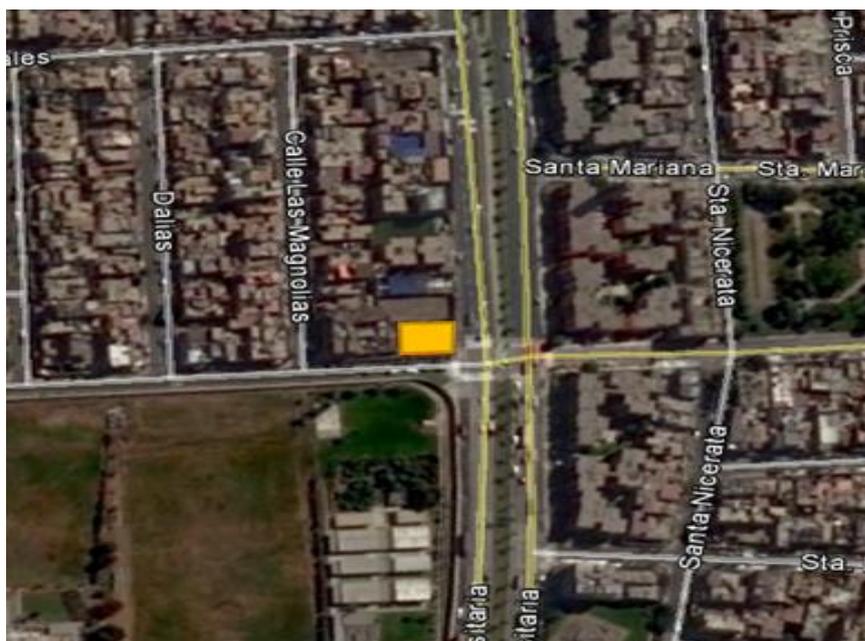


Figura 12 Plano de ubicación del terreno del proyecto Modo Student Residence
Fuente: Google Earth

4.1.2. Resumen de memoria descriptiva.

4.1.1.1. Planteamiento general.

El presente proyecto fue un edificio de vivienda multifamiliar de 20 pisos (ver Figura 13), que cumplió con la normatividad vigente (RNE y ordenanzas distritales) y con los aspectos reglamentarios de seguridad y evacuación. Para ello, se propuso desarrollar la mayor cantidad de unidades inmobiliarias posibles manteniendo una buena calidad arquitectónica, con una distribución y dimensionamiento de ambientes que brinda seguridad y armonía para los usuarios.

La propuesta contempló un total de 193 departamentos y 03 locales comerciales. La altura de entresijos considerada para los departamentos fue de 2.45m., con una losa maciza de 20 cms + 1.5 cms de acabado 21.5 cms en total. Con esto se logró una altura de piso a piso de 2.665 m.; con excepción del primer piso que tuvo una altura al segundo nivel de 3.95 m.

El primer nivel contaba con un *lobby* y la zona de recepción del edificio, a la cual se accedía desde la Av. Universitaria. El *lobby* conectaba a los 02 *hall* de ascensores (cada uno con 02 ascensores), a la escalera, a la administración, que cuenta con baño y *kitchenette* incorporados y, asimismo, a 03 departamentos del primer nivel. En este nivel también se ubicaron 03 locales comerciales, con acceso directo por la Av. Universitaria. En el nivel de azotea se encontraron las áreas comunes conformadas por una sala de estudios techada, sala de estudios al aire libre, 01 sala de ejercicios, 02 baños, terraza, jardineras y zonas de parrillas.

Los estacionamientos requeridos para las 193 unidades de vivienda son 64, así como 4 estacionamientos para comercio (incluido 01 para personas con discapacidad), en total son 68 estacionamientos, de los cuales, los destinados a vivienda se distribuyen en 3 sótanos, y los destinados al comercio en el primer nivel.

La rampa de ingreso a los estacionamientos en sótano, se ubicó por la calle Los Tulipanes.

En el primer sótano ubicado entre el NPT. -3.52, -4.12, -4.68 y -5.34, se proyectó 24 estacionamientos, una zona de estacionamiento para bicicletas (4), un área para lavandería común, y un cuarto de acopio de basura, además de la circulación vertical conformada por 01 escalera y 02 ascensores que suben a los pisos superiores y se comunican con los pisos inferiores.

En el segundo sótano, ubicado entre el NPT. -6.64, -6.94, -7.50 y -8.04, se proyectó 25 estacionamientos, 1 depósito y un área para grupo electrógeno, además de la circulación vertical conformada por 01 escalera y 02 ascensores que suben a los pisos superiores y se comunican con los pisos inferiores.

En el tercer sótano, ubicado entre el NPT. -9.34, -9.64 y -10.20, se proyectó 15 estacionamientos, 01 depósito, el cuarto de registrador acelerográfico triaxial, el cuarto de bombas y las cisternas de uso doméstico y de agua contra incendios (-10.24), además de la circulación vertical conformada por 01 escalera y 02 ascensores que suben a los pisos superiores.



Figura 13 Proyección estructural del edificio multifamiliar *Modo Student Residence*
Fuente: www.unnuevomodo.com

4.1.1.2. Aspecto normativo.

La propuesta se basó en el respeto de los lineamientos normativos exigidos en el certificado de parámetros y RNE. A continuación se muestra la Tabla 5 con la cantidad de departamentos:

Tabla 5
Densidad de los departamentos

	DEPARTAMENTOS	HABITANTES	TOTAL HABITANTES	DENSIDAD TOTAL
1 DORMITORIO	39	2	78	
2 DORMITORIO	154	3	462	540
TOTAL	193		540	

Fuente: *Modo Student Residence*

Alturas de la edificación: La altura de la edificación respeta lo normado por los certificados de parámetros urbanísticos y edificatorios, 1.5(a+r) en la av. Universitaria. El edificio tenía una altura de 20 pisos (55.25 ml.) más azotea (57.95 ml.) medidos desde el nivel de la calle.

Retiros: Se cumplió con los retiros establecidos en el certificado de parámetros, calle Los Tulipanes: 3.00 ml y avenida Universitaria: 5.00 ml.

Área libre: Certificados de parámetros urbanísticos y edificatorios nos indicaron que el área libre exigida es del 40%, en nuestro proyecto tenemos 40.04 % de área libre (equivalente a 388.01 m²).

Estacionamientos: Como se muestra en la Tabla 6, estos fueron calculados según las normativas vigentes, 01 estacionamiento por cada 3 departamentos. Los estacionamientos requeridos para las 193 unidades de vivienda fueron 64, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera: en el primer sótano 24 unidades, en el segundo sótano 25 unidades y en el tercer sótano 15 unidades.

Tabla 6
Cantidad de estacionamientos para el proyecto *Modo Student Residence*

ESTACIONAMIENTOS PARA VIVIENDA		
	SEGÚN PARÁMETROS	PROYECTO
193 UNIDADES DE VIVIENDA	1 cada 3 viviendas (64 estac.)	64

Fuente: *Modo Student Residence*

Comercios: Estos fueron calculados según las normativas vigentes. Los estacionamientos requeridos fueron 04 distribuidos en el primer piso hacia la avenida Universitaria, uno de ellos era para personas con discapacidad. Cabe resaltar que se consideró, según norma, 1 estacionamiento cada 50m² del área útil comercial (ver Tabla 7).

Tabla 7
Cantidad de estacionamientos para comercio

ESTACIONAMIENTOS PARA COMERCIO		
ÁREA TECHADA	SEGÚN PARÁMETROS	PROYECTO
187.00 M ²	1 cada 50 M ² (3.74 estac)	4

Fuente: *Modo Student Residence*

Cuarto de acopio: Se proyectó 1 cuarto de acopio ubicado en el 1er sótano con área útil de 19.63 m², contando con un lavadero para la limpieza del ambiente y de los cilindros de basura. (Ver Tabla 8)

Tabla 8
Acopio para basura del edificio *Modo Student Residence*

CUARTO DE ACOPIO VIVIENDA		
	RNE	PROYECTO
193 UNIDADES DE VIVIENDA	(*)0.03 x 193 = 5.79 m ³	En el proyecto tenemos 19 tachos de basura de 0.30 m ³ Área = 5.70 m ³ / día

Fuente: *Modo Student Residence*

4.1.2.1. **Descripción general de los departamentos.**

Departamento tipo 1 (2 dormitorios): Sala, kitchenette, dormitorio 1 y dormitorio 2 ambas con espacio para escritorio, vestidor o closet, 1 baño incorporado (inodoro, lavatorio y ducha) para cada dormitorio, Las áreas de estos departamentos fueron entre: 47.46 m² y 79.38m².

Departamento tipo 2 (1 dormitorio): Sala, kitchenette, dormitorio con espacio para escritorio, closet y baño incorporado (inodoro, lavatorio y ducha). Las áreas de éstos departamentos tuvieron entre 31.58 m² y 35.26 m².

Área techada: En la propuesta se logró un área techada total de 13,893.83 m² (ver Figura 14), de los cuales se obtuvieron en vivienda 193 departamentos y 246.62 m² de área vendible total de comercio distribuidos en 3 locales comerciales.

CUADRO DE AREAS (M2)						
PISOS	Con Licencia N° 076-2018-SGOPR -GDU/MDSM (LO)	MODIFICACIONES			REMETRADO (REM)	TOTAL (LO+A-ANE+REM)
		AMPLIACION (A)	REMODEL. (R)	AREA NO EJECUTADA (ANE)		
3° SOTANO + CISTERNA	866.06	54.29	227.19	0.20	-0.06	926.91
2° SOTANO	934.64	--	52.43	--	0.00	934.64
1° SOTANO	799.02	--	46.87	--	0.00	799.02
1° PISO	581.09	0.77	--	0.52	-0.25	581.34
2° PISO	562.98	1.80	148.96	1.32	-0.79	563.46
3° PISO	552.60	1.80	148.96	1.32	-0.61	553.08
4° PISO	552.60	1.80	148.96	1.32	4.45	553.08
5° PISO	562.98	1.80	148.96	1.32	-3.14	563.46
6° PISO	546.77	1.80	148.96	1.32	-0.75	547.25
7° PISO	546.77	1.80	148.96	1.32	-0.75	547.25
8° PISO	546.77	1.80	148.96	1.32	-0.75	547.25
9° PISO	560.58	1.80	148.96	1.32	-0.74	561.06
10° PISO	549.60	1.80	148.96	1.32	-1.05	550.08
11° PISO	549.60	1.80	148.96	1.32	-1.05	550.08
12° PISO	549.60	1.80	148.96	1.32	-1.13	550.08
13° PISO	560.58	1.80	148.96	1.32	-0.74	561.06
14° PISO	546.77	1.80	148.96	1.32	-0.75	547.25
15° PISO	546.77	1.80	148.96	1.32	-0.75	547.25
16° PISO	546.77	1.80	148.96	1.32	-0.75	547.25
17° PISO	560.58	1.80	148.96	1.32	-0.74	561.06
18° PISO	552.18	1.80	148.96	1.32	-0.70	552.66
19° PISO	549.42	1.80	148.96	1.32	-0.61	549.90
20° PISO	549.42	1.80	148.96	1.32	-0.61	549.90
AZOTEA	168.22	--	17.56	--	0.19	168.22
TOTAL	13,842.37	89.34	3,174.29	25.80	-12.08	
AREA TECHADA						13,893.83
AREA LIBRE						(40.04%) 388.01
AREA TERRENO						969.10

Figura 14 Cuadros de áreas del edificio multifamiliar "Modo Student Residence"

Fuente: Administración del proyecto *Modo Student Residence*

4.1.3. Proceso de instalación de la Torre de Distribución Hidráulica (TDH).

El proyecto *Modo Student Residence* inicialmente no tuvo contemplado el uso de la TDH. Sin embargo, por cambios de alcance y por requerimiento del cliente se tuvo que entregar la obra en un menor tiempo a lo proyectado, es por ello, que se empleó este sistema debido a su alto rendimiento y a su buen trabajo en conjunto con una bomba estacionaria puesta en obra, lo que permitió un eficiente vaciado de concreto en los elementos verticales y horizontales entre en nivel 2 y nivel 20.

Existían diferentes tipos de instalación de la torre de distribución hidráulica que se podían adecuar a las exigencias y características de la obra. Para este caso, al adquirir

el servicio de bombeo de concreto con la TDH, se contaba con 2 sistemas modulares y 3 formas de instalación:

a) Sistemas modulares

- Sistema modular sin contrapeso.
- Sistema modular con contrapeso

b) Formas de instalación

- Instalación en cruciforme.
- Instalación en vigas H (Shaft de ascensor).
- Instalación por medio de anillos de losa (receso en losas).

Teniendo estas alternativas se optó por el sistema modular sin contrapeso (ver Figura 15) y el tipo de instalación en vigas H, ya que al ser una pluma autoestable y liviana no requería de contrapeso que implica un trabajo más elaborado y difícil. Además, este tipo de instalación era la más adecuada para el estado de la obra debido a que ya se encontraba en ejecución y con los sótanos construidos.



Figura 15 Sistema modular sin contrapeso de la TDH en la obra *Modo Student Residence*
Fuente: Propia

Como se muestra en la figura anterior el equipo contaba con una plataforma de trabajo, la cual sirvió como una superficie para realizar trabajos de conexión y desconexión del sistema hidráulico, vástagos y de la pluma, además como punto de observación de las áreas de vaciado. A continuación, se explica todo el proceso de instalación de las vigas H para la obra *Modo Student Residence*.

4.1.3.1. *Instalación en vigas H (Shaft de ascensor).*

Su nombre se debe al tipo de anclaje utilizado que es en forma de H, este se posicionó en el shaft del ascensor para poder anclar la TDH a la losa y empotrarla en el muro. La obra *Modo Student Residence* contaba con las siguientes condiciones específicas para su funcionamiento:

- a) Tres losas consecutivas concluidas, con 5m de distancia mínima entre ellas (ver Figura 19), la obra MODO cumplía con este requisito pues contaba con los 3 niveles de sótanos para poder anclar la torre de distribución hidráulica.
- b) Las alturas de las pasadas se ubicaron al mismo nivel de losa para una correcta nivelación. (ver Figura 16).



Figura 16 Pasadas al mismo nivel de losas
Fuente: Propia

c) Dimensiones de las pasadas de 30 x 40 cm. (Ver Figura 17).

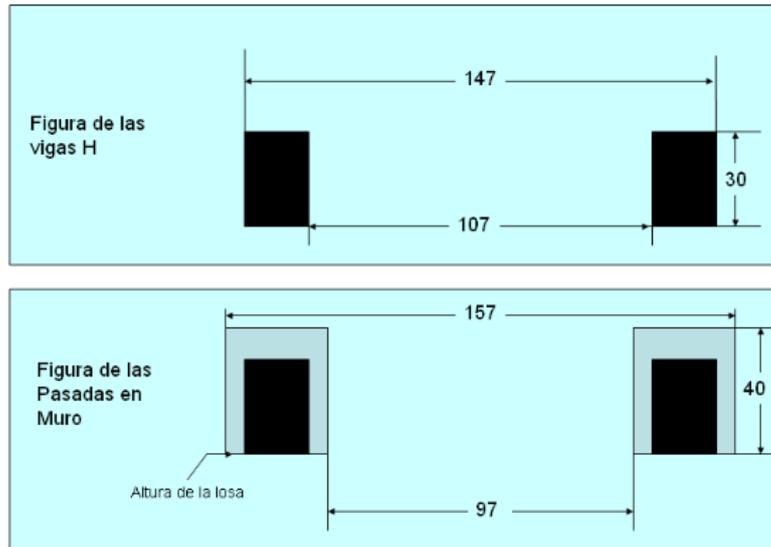


Figura 17 Pasadas en losas y muros
Fuente: Zach Bombas de Hormigón

d) Las vigas retractiles se empotraron en el muro colocando cuñas para su fijación. (ver Figura 18).



Figura 18 Vigas retractiles atravesando los muros
Fuente: Propia

- e) La caja del ascensor debía tener dimensiones como mínimo de 2.0 m hasta 2.9 m de ancho y 2.9 m de largo (ver Figura 19). La obra Modo contaba con dimensiones de la caja de ascensor de 2.0 m de ancho y 3.7 m de largo (ver Figura 20).

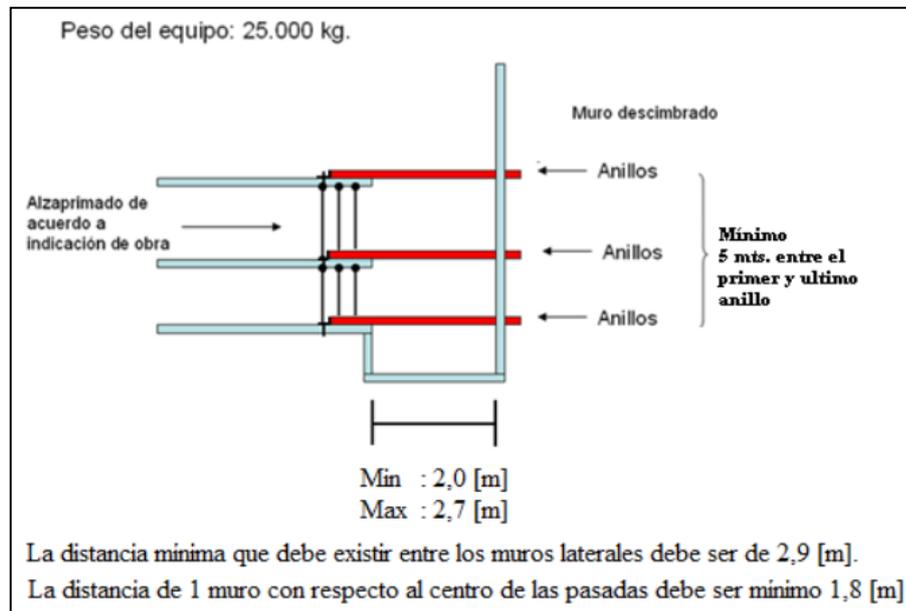


Figura 19 Ubicación de Vigas H en shaft de ascensor
Fuente: Zach Bombas de Hormigón.

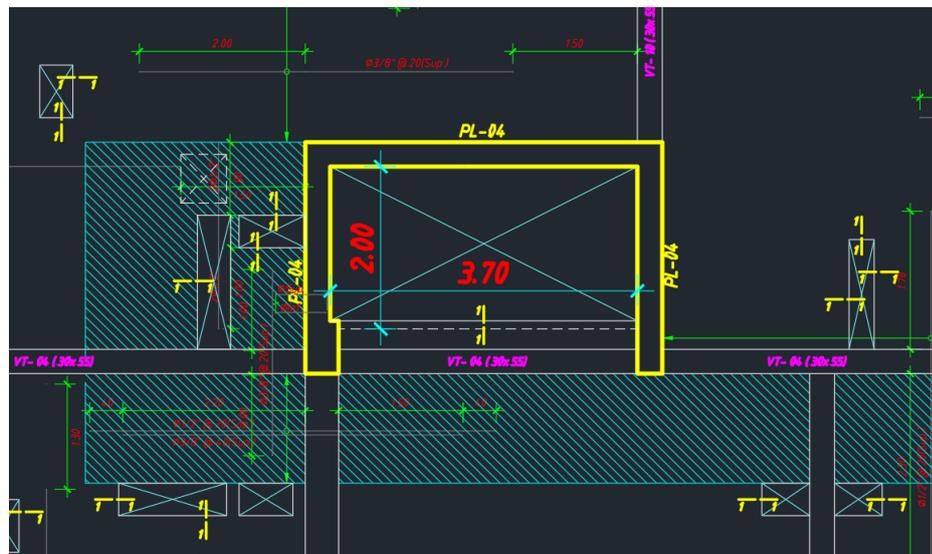


Figura 20 Dimensiones de la caja de ascensor del proyecto *Modo Student Residence*
Fuente: Planos estructurales proyecto Modo.

4.1.3.2. *Telescopaje o trepado de la torre de distribución hidráulica.*

Luego de haber concluido la instalación de la torre de distribución hidráulica con vigas H, se realizó el proceso de telescopaje o trepado, este proceso se realizó cuando la losa de avance se encontraba próxima al equipo y este debía crecer en altura para permitir seguir vaciando el concreto en los 3 sectores de la obra. Se tuvieron las siguientes condiciones y requerimientos para iniciar con el proceso:

1. El proceso de telescopaje tenía una duración de 1 día (1 jornada completa), es por ello que no se debía tener programado el vaciado de concreto para el día de telescopaje del equipo (ver Figura 21).



Figura 21 Preparación de la torre para telescopaje
Fuente: Propia

2. Se contaba con una longitud mínima de 8.0 m entre la tornamesa y bajo el gancho para poder iniciar con el telescopaje.
3. Se instalaron plataformas en las losas donde estaban instaladas las vigas H que permitieron realizar los trabajos en el *shaft* del ascensor, contando con todas las medidas e implementos de seguridad (ver Figura 22).

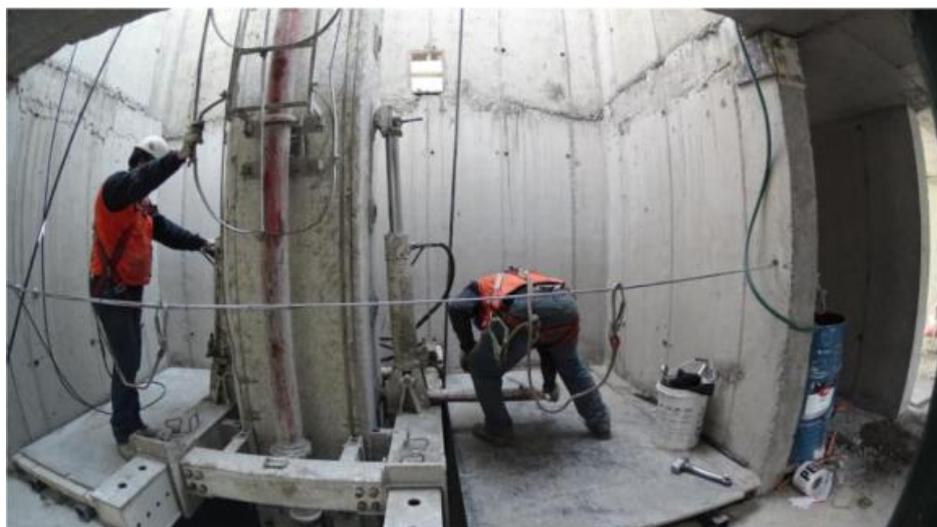


Figura 22 Plataformas para las maniobras de telescopaje
Fuente: Zach Bombas de Hormigón

4. Se ubicó el empalme eléctrico bajo la losa de avance o en el mismo nivel de ella.
5. Se ubicaron las pasadas en los pisos próximos, estas debían estar niveladas con la losa para que el anillo quede a nivel de la losa, las pasadas tenían las mismas dimensiones de 30 cm de alto por 40 cm de ancho como en los pisos anteriores como se muestra en la Figura 23.

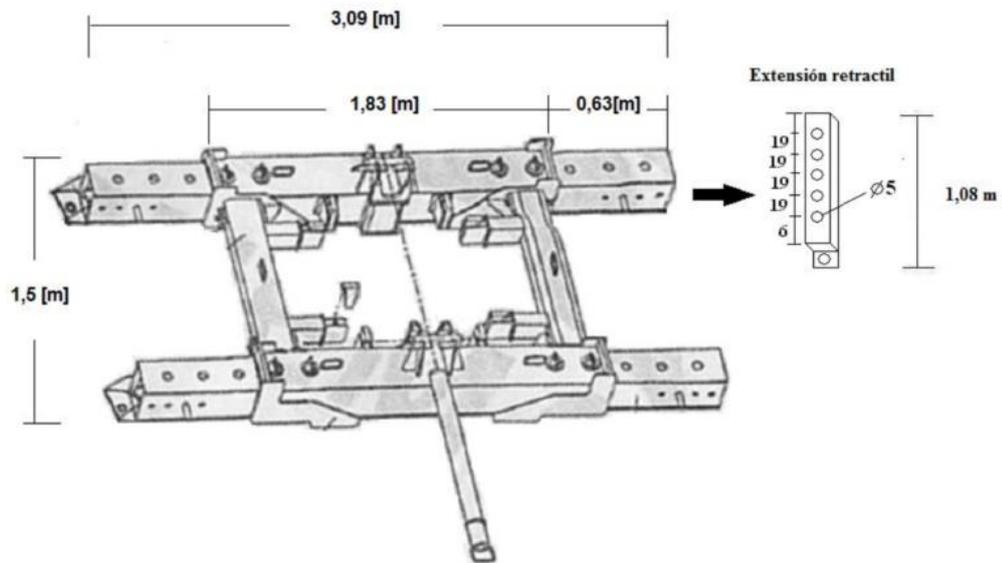


Figura 23 Dimensiones de la Viga H
Fuente: Zach Bombas de Hormigón

6. La pluma de la torre de distribución hidráulica permanecía inmóvil al momento del telescopaje, además estuvo completamente vertical para no ocasionar algún desplome o daños en el proyecto (ver Figura 24).



Figura 24 TDH en posición vertical para el telescopaje
Fuente: Propia

7. Para el movimiento de la TDH, se utiliza un control remoto que solo puede ser manipulado por el operador capacitado para el uso de este equipo. (ver Figura 25)



Figura 25 Control remoto para manipular la TDH
Fuente: Propia

4.1.3.3. *Conexión de la TDH con la bomba estacionaria puesta en obra.*

La conexión se realizó mediante tuberías metálicas que partieron desde la salida de la bomba hasta la tubería montante de la TDH. Previamente se hizo un mantenimiento a la bomba estacionaria para evitar desperfectos y verificar que este en óptimas condiciones, esta actividad era muy importante ya que el bombeo de concreto es un proceso continuo y si es interrumpido podría causar averías en la bomba, además de obstrucciones en las tuberías cuando el concreto empieza a fraguar (ver Figura 26).



Figura 26 Mantenimiento de la bomba estacionaria
Fuente: Propia

Como se muestra en la Figura 27 cada parte de la tubería se conectó mediante acoplamientos de seguridad para evitar una ruptura o desconexión debido a las presiones que se ejercían al bombear el concreto.



Figura 27 Instalación de acoplamientos de seguridad en las tuberías metálicas
Fuente: Propia

A su vez, estas tuberías fueron correctamente niveladas y conectadas con la salida de la bomba, para evitar rupturas en la unión con el equipo de bombeo (ver Figura 28).



Figura 28 Nivelación de las tuberías para la conexión con la bomba estacionaria
Fuente: Propia

Concluida la instalación de las tuberías y la preparación de la bomba, se preparó un cajón de madera para recibir los excesos de concreto al culminar con el bombeo y poder realizar la limpieza de las tuberías evitando que el concreto cayera al piso, dejando escombros y suciedad. Este cajón se ubicó debajo del codo donde se desconectaba la tubería para que recibiera los excesos (ver Figura 29).



Figura 29 Cajón de madera con fenólico para recibir excesos del concreto
Fuente: Propia

Finalmente, con la instalación terminada del sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica, se empezó a impulsar el concreto hidráulico hacia los niveles superiores del proyecto para vaciar todos los elementos estructurales verticales y horizontales.

4.2. Cronograma de obra

Para el análisis del cronograma se realizó una comparación entre el *Look Ahead* Base con el *Look Ahead* Ejecutado, teniendo en cuenta que en el base se proyectó trabajar con 4 sectores mientras que en el ejecutado solo con 3. Según estas consideraciones ambas planificaciones estaban estructuradas de la siguiente manera:

4.2.1. Look Ahead Base.

Inicialmente para realizar el vaciado de concreto de los elementos estructurales (vigas, losas, escaleras, placas y columnas) del proyecto *Modo Student Residence*, se planificó dividir la secuencia de trabajo en 4 sectores utilizando el sistema convencional, donde se utilizaría la bomba pluma hasta llegar a su máximo alcance en el nivel n°10 y luego se reemplazaría por un sistema de tuberías montantes con bomba estacionaria fija en obra. Se tenía pensado empezar los trabajos en el piso del nivel 2, el jueves 14 de febrero del 2019 y el último vaciado del techo del nivel 20, el miércoles 24 de julio del 2019 (ver Figura 30).

MODO	FEBRERO					
Semana del año	SEMANA 7					
Semana de ejecución	SEMANA 20					
CRONOGRAMA DE OBRA	L	M	M	J	V	S
	11-Feb	12-Feb	13-Feb	14-Feb	15-Feb	16-Feb
ACERO			S1	S2	S3	S4
IIEE+IISS			S1	S2	S3	S4
CONCRETO				S1	S2	S3
Piso 2						
PLACAS						
ACERO					S1	S2
IIEE+IISS					S1	S2
ENCOFRADO						S1
CONCRETO						S1
LOSAS						
ENCOFRADO						
ACERO						

Figura 30 Inicio de actividades según la planificación del *Look Ahead Base*
Fuente: *Modo Student Residence*

De acuerdo con este *Look Ahead Base* que se proyectó para la obra, los trenes de trabajo debieron funcionar de la siguiente forma:

- Día 1:
 - Habilitación de acero de los elementos verticales, IIEE e IISS del Sector 1 – Nivel 2.
- Día 2:
 - Habilitación de acero de los elementos verticales, IIEE e IISS del Sector 2 – Nivel 2.
 - Encofrado y vaciado de concreto de los elementos verticales del Sector 1 – Nivel 2.
- Día 3:
 - Habilitación de acero de los elementos verticales, IIEE e IISS del Sector 3 – Nivel 2.
 - Encofrado y vaciado de concreto de los elementos verticales del Sector 2 – Nivel 2.
 - Encofrado de losa del Sector 1 – Nivel 2.
 - Habilitación de acero, IIEE e IISS de la losa del Sector 1 – Nivel 2.
- Día 4:
 - Habilitación de acero de los elementos verticales, IIEE e IISS del Sector 4 – Nivel 2.

- Encofrado y vaciado de concreto de los elementos verticales del Sector 3 – Nivel 2.
- Encofrado de losa del Sector 2 – Nivel 2.
- Habilitación de acero, IIEE e IISS de la losa del Sector 2 – Nivel 2.
- Vaciado del concreto de la losa del Sector 1 – Nivel 2.
- Día 5:
 - Encofrado y vaciado de concreto de los elementos verticales del Sector 4 – Nivel 2.
 - Encofrado de losa del Sector 3 – Nivel 2.
 - Habilitación de acero, IIEE e IISS de la losa del Sector 3 – Nivel 2.
 - Vaciado del concreto de la losa del Sector 2 – Nivel 2.

Paralelamente, en este día se debió iniciar las actividades en el Nivel 3, de manera que los trenes de trabajo iniciaban con la habilitación de acero de los elementos verticales, IIEE e IISS del Sector 1 – Nivel 3.

- Día 6:
 - Encofrado de losa del Sector 4 – Nivel 2.
 - Habilitación de acero, IIEE e IISS de la losa del Sector 4 – Nivel 2.
 - Vaciado del concreto de la losa del Sector 3 – Nivel 2.
 - En este día se continuarían con las actividades en el Nivel 3, de manera que los trenes de trabajo se iniciarían con las siguientes actividades:
 - Habilitación de acero, IIEE e IISS de los elementos verticales del Sector 2 – Nivel 3.
 - Encofrado y vaciado de concreto de los elementos verticales del Sector 1 – Nivel 3.

- Día 7:

En este día se finalizarían los trabajos en el Nivel 2 con el vaciado de concreto de la losa del Sector 4. El cual correspondería al piso del Sector 4 – Nivel 3. Mientras que en el Nivel 3 se seguirían realizando las actividades siguientes:

 - Habilitación de acero, IIEE e IISS de los elementos verticales del Sector 3 – Nivel 3.
 - Encofrado y vaciado de concreto de los elementos verticales del Sector 2 – Nivel 3.
 - Encofrado de losa del Sector 1 – Nivel 3.
 - Habilitación de acero, IIEE e IISS de la losa del Sector 1 – Nivel 3.

4.2.2. Look Ahead Ejecutado.

Cuando se empezó con la ejecución de la obra, el cliente solicitó que el proyecto *Modo Student Residence* debería de acabarse en menos tiempo del planteado en el *Look Ahead Base*, lo que obligó a buscar un método que realice el vaciado de concreto de los pisos superiores con la mayor productividad posible. Esta solución fue usar la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo para optimizar el tiempo, la cual permitía pasar de cuatro a tres sectores, logrando la productividad requerida para el cumplimiento del cronograma. Se planteó la siguiente sectorización:

4.2.2.1. Sectorización del proyecto.

En el proyecto *Modo Student Residence* se realizó una sectorización con la finalidad de obtener un mejor planeamiento y producción. Este proceso de sectorización se inició cuando se habían concluido los metrados del proyecto, luego se dividió en 3 sectores y finalmente a cada sector se le asignó similar cuadrilla y metrados, teniendo en cuenta que las tareas asignadas a cada sector finalizaron en un día. A continuación, se muestra la división de los sectores según el tipo de elemento estructural vaciado con el sistema de bombeo que usa la torre de distribución hidráulica:

A. Sectorización de elementos horizontales

En la Figura 31 se muestra la división de la obra en tres sectores para el vaciado de losas y en la Figura 32 se muestra la distribución de las vigas para cada sector, donde se observa cada sector representado por un color diferente.

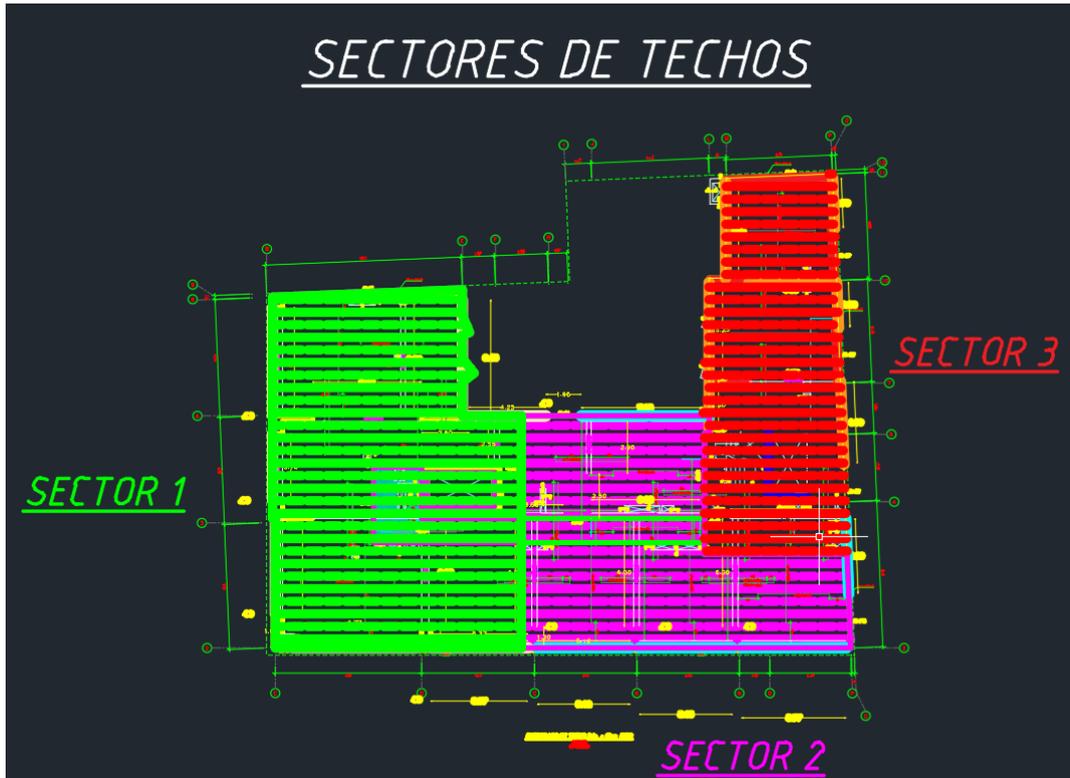


Figura 31 Sectorización de losas del proyecto *Modo Student Residence*
 Fuente: Elaboración Propia

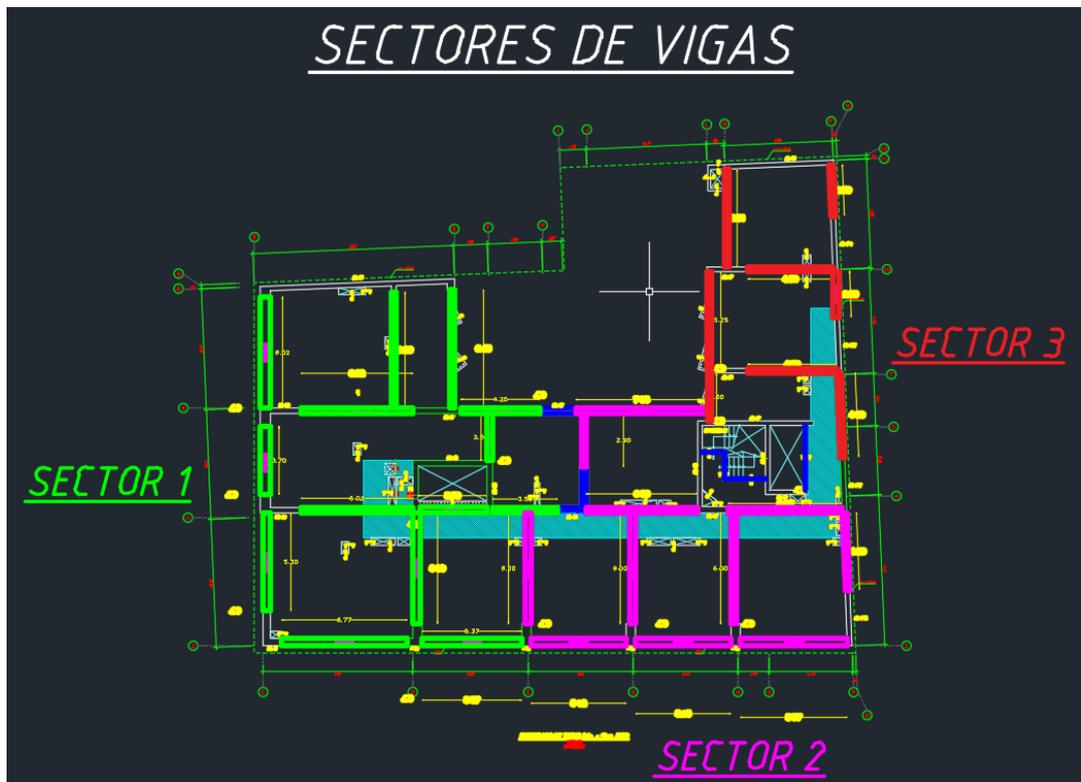


Figura 32 Sectorización de vigas del proyecto *Modo Student Residence*
 Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra en la Tabla 9 la cantidad aproximada de metrados que le correspondía a cada uno de los sectores.

Tabla 9
Cantidad de m³ de concreto para cada sector de losas y vigas

SECTOR	METRADOS
S1	63 m ³
S2	41 m ³
S3	38 m ³

Fuente: Elaboración Propia.

B. Sectorización de elementos verticales

En la Figura 33 se muestra la división de la obra en tres sectores para el vaciado de columnas y placas, donde se puede observar cada sector representado por un color diferente.

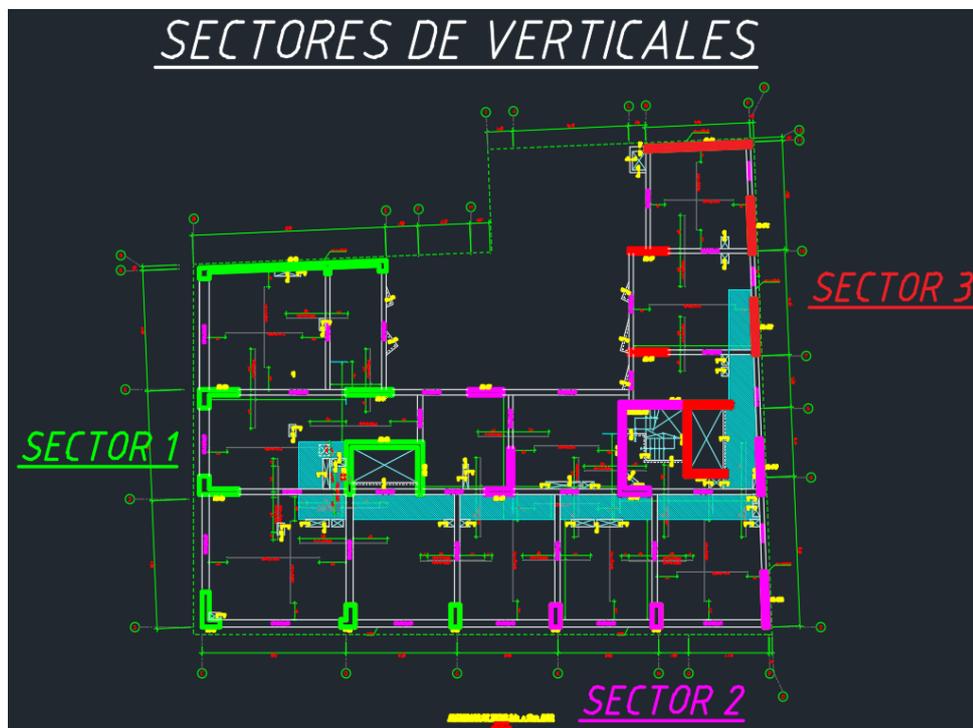


Figura 33 Sectorización de columnas y placas del proyecto *Modo Student Residence*
Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra en la Tabla 10 con la cantidad aproximada de metrados que le corresponde a cada uno de los sectores:

Tabla 10
Cantidad de m³ de concreto para cada sector de columnas y placas

SECTOR	METRADOS
S1	24 m ³
S2	17 m ³
S3	21 m ³

Fuente: Elaboración Propia.

4.3. Flujos no contributorios

Para identificar las acciones que no contribuyen a la productividad se realizó un análisis minucioso de las actividades que ejecutaron los obreros, para poder cuantificar los rendimientos en los 3 sectores (ver ítem 4.2.2.1.) a través de las cartas balances.

La partida analizada fue el vaciado de concreto hidráulico, en este caso se analizó solo esa partida, pero dividido de la siguiente manera:

4.3.1. Elementos Estructurales Horizontales.

Los elementos que se analizaron fueron las losas, vigas y escaleras que fueron vaciadas con un concreto de $f'c=210$ kg/cm², las cuales se encontraron entre el segundo y veinteavo nivel (ver Figura 31 y Figura 32).

4.3.1.1. Sector 1: Losas y vigas.

- Descripción de la actividad:

El vaciado de concreto de esta zona fue de una losa de espesor de 20cm y de vigas de 40x55cm, 30x55cm, 25x55cm y 55x55cm con un volumen de concreto con 62 m³ aproximadamente, utilizando la torre de distribución hidráulica (ver Figura 34).



Figura 34 Vaciado de losa y vigas del sector 1
Fuente: Propia

- Reconocimiento de las actividades:

Para el desarrollo de las cartas balances de esta actividad fue necesario identificar los trabajos productivos, los trabajos contributivos y los no contributivos. Se realizó para poder analizar cómo se comportó la cuadrilla individualmente como grupalmente, permitiendo cuantificar el rendimiento que genera la mano de obra cuando se utilizó la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo del concreto hidráulico durante la ejecución de la edificación. A continuación, se muestra en la Tabla 11 los tipos de trabajos:

Tabla 11
Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de losa y vigas del Sector 1

TRABAJO PRODUCTIVO - TP	
OP	OPERAR LA TDH
M	MOVER LA MANGUERA DE TDH
R	REGLEADO
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL
V	VIBRADO
TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC	
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA
AM	ACARREO DE MATERIAL
I	INSTRUCCIONES
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO- TNC	
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO
N	TIEMPO DE OCIO
CM	CAMBIO DE MIXER
E	ESPERA
AV	ATORO DE VIBRADORA

Fuente: Elaboración Propia

- Distribución del personal utilizado:

Se tomó una muestra de 5 personas de una cuadrilla de 9 personas más el operario de la torre de distribución hidráulica (ver Tabla 12).

Tabla 12

Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de losa y vigas sector 1

Obrero	Cargo	Nombres y apellidos
1	Operario-Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Oficial-Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESÚS
3	Operario-Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Peón-Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Peón-Reglea 2	VALENZUELA, HUGO

Fuente: Elaboración Propia

- Desarrollo de la carta balance:

Se observó el nivel n°13 (sábado 01 de junio), el nivel n° 16 (martes 11 de junio) y n°20 (miércoles 03 de julio), de los cuales solo se detalló el desarrollo de la carta balance del vaciado del concreto de la losa y vigas del nivel n° 16, pues se realizó el mismo procedimiento con los otros niveles.

1. Se tomó la fecha, hora y duración de la actividad (ver Tabla 13).

Tabla 13

Inicio de actividades de vaciado de concreto para losas y vigas nivel n°16

FECHA	11/06/2019
HORA DE INICIO - FIN	11:50 am - 2:23 pm
DURACIÓN	140 min

Fuente: Elaboración propia

2. Luego para el proceso de evaluación se observó la actividad minuto a minuto identificando el Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC), como se muestra a continuación en la Tabla 14 y Tabla 15.

Tabla 14

Carta Balance del vaciado de concreto de losa y vigas del nivel n°16 del Sector 1

Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
1	OP	M	V	E	E	50	CM	CM	V	R	R	99	OP	M	V	MV	R
2	OP	M	V	E	E	51	CM	CM	CM	CM	CM	100	OP	M	V	R	R
3	OP	M	V	E	E	52	CM	CM	CM	CM	CM	101	OP	M	V	R	R
4	OP	M	V	E	E	53	CM	CM	CM	CM	CM	102	OP	M	V	R	R
5	OP	M	V	E	E	54	CM	CM	CM	CM	CM	103	OP	M	V	R	R
6	OP	M	MV	E	E	55	OP	M	E	R	R	104	OP	M	V	R	R
7	OP	M	V	E	E	56	OP	M	E	R	R	105	CM	CM	V	R	R
8	OP	M	V	E	E	57	OP	M	MV	R	R	106	CM	CM	CM	R	R
9	OP	M	V	E	E	58	OP	M	V	R	R	107	CM	CM	CM	R	R
10	CM	CM	CM	CM	CM	59	OP	M	V	R	R	108	CM	CM	CM	R	R
11	CM	CM	CM	CM	CM	60	OP	M	V	R	R	109	OP	M	E	R	R
12	CM	CM	CM	CM	CM	61	OP	M	MV	R	R	110	OP	M	E	R	R
13	CM	CM	CM	CM	CM	62	OP	M	V	R	R	111	OP	M	E	R	R
14	OP	M	E	E	E	63	OP	M	V	R	R	112	OP	M	MV	R	R
15	OP	M	E	E	E	64	OP	M	V	R	R	113	OP	M	V	R	R
16	OP	M	E	E	E	65	OP	M	V	R	R	114	OP	M	V	R	R
17	OP	M	E	E	E	66	OP	M	V	MV	R	115	OP	M	V	R	R
18	OP	M	MV	R	R	67	OP	M	V	R	R	116	OP	M	V	R	MV
19	OP	M	V	R	R	68	CM	CM	CM	R	R	117	OP	M	V	R	MV
20	OP	M	AV	R	R	69	CM	CM	CM	R	R	118	OP	M	V	R	MV
21	OP	M	V	R	R	70	CM	CM	E	R	R	119	OP	M	V	R	R
22	OP	M	V	R	R	71	OP	M	MV	R	R	120	OP	M	V	R	R
23	OP	M	V	R	R	72	OP	M	MV	R	R	121	OP	M	V	R	R
24	OP	M	V	R	R	73	OP	M	V	R	R	122	OP	M	V	R	R
25	OP	M	V	R	R	74	OP	M	V	R	R	123	CM	CM	V	R	R
26	OP	M	MV	R	R	75	OP	M	V	R	R	124	CM	CM	CM	R	R
27	OP	M	MV	R	R	76	OP	M	V	MV	R	125	CM	CM	CM	R	R
28	OP	M	MV	R	R	77	OP	M	V	MV	R	126	CM	CM	CM	R	R
29	OP	M	V	R	R	78	OP	M	V	MV	R	127	CM	CM	CM	R	R
30	CM	CM	V	R	R	79	OP	M	V	MV	R	128	CM	CM	CM	R	R
31	CM	CM	V	R	R	80	OP	M	V	MV	R	129	OP	M	E	R	R

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

Carta Balance del vaciado de concreto de losa y vigas del nivel n°16 del Sector 1

Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
32	CM	CM	V	R	R	81	OP	M	V	MV	R	130	OP	M	MV	R	R
33	CM	CM	CM	CM	CM	82	OP	M	V	R	R	131	OP	M	V	R	R
34	CM	CM	CM	CM	CM	83	OP	M	V	R	R	132	OP	M	V	R	R
35	CM	CM	CM	CM	CM	84	OP	M	V	R	R	133	OP	M	V	MV	R
36	OP	M	MV	R	R	85	OP	M	V	R	R	134	OP	M	V	MV	R
37	OP	M	V	R	R	86	OP	M	V	R	R	135	OP	M	V	MV	R
38	OP	M	V	R	R	87	CM	CM	V	R	R	136	OP	M	V	R	R
39	OP	M	V	R	R	88	CM	CM	CM	CM	CM	137	OP	M	V	R	R
40	OP	M	V	R	R	89	CM	CM	CM	CM	CM	138	OP	M	V	R	R
41	OP	M	V	R	R	90	CM	CM	CM	CM	CM	139	OP	M	V	R	R
42	OP	M	V	MV	R	91	CM	CM	CM	CM	CM	140	OP	M	V	R	R
43	OP	M	V	MV	R	92	CM	CM	CM	CM	CM						
44	OP	M	V	MV	R	93	OP	M	E	R	R						
45	OP	M	V	R	R	94	OP	M	MV	R	R						
46	OP	M	V	R	R	95	OP	M	V	R	R						
47	OP	M	V	R	R	96	OP	M	V	R	R						
48	OP	M	V	R	R	97	OP	M	V	MV	R						
49	OP	M	V	R	R	98	OP	M	V	MV	R						

Fuente: Elaboración Propia

3. Se realizó el siguiente gráfico para identificar la cantidad de minutos y el porcentaje de mano de obra que representa en el vaciado de concreto hidráulico en las losas y vigas del sector 1 del nivel n°16, donde se identificó la cantidad de flujos no contributorios que aportó cada obrero al rendimiento de esta actividad (ver Tabla 16).

Tabla 16

Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de losa y vigas del sector 1 – nivel n°16

TRABAJO	1		2		3		4		5	
	Tiempo (min)	%								
OP	106									
M			106							
R		76%		76%		63%	95	68%	123	88%
V					88					
VC										
sub total	106		106		88		95		123	
MV					13		16			
AM		0%		0%		9%		11%		0%
I										
MOV										
sub total	0		0		13		16		0	
VI										
N										
CM	34	24%	34	24%	26	28%	16	21%	4	12%
E					12		13		13	
AV					1					
sub total	34		34		39		29		17	
TOTAL	140	100%	140	100%	140	100%	140	100%	140	100%

Fuente: Elaboración propia

4. Se realizó el siguiente gráfico para identificar en primer lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos de todos los trabajos; en segundo lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos por trabajo (productivo, contributorio y no contributorio) y, por último, el porcentaje que representó cada trabajo con respecto al vaciado del concreto hidráulico de la losa y vigas del sector 1 del nivel n°16, como se muestra en la Tabla 17. Finalmente, se muestra en la Figura 35 los porcentajes de los tipos de trabajo.

Tabla 17
Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de losa y vigas del sector 1 - nivel n°16

tipo de trabajo	leyenda	parcial	total	incidencia total	incidencia por trabajo	%
TP	OP	106		15%	20%	
	M	106		15%	20%	
	R	218		31%	42%	74%
	V	88		13%	17%	
	VC	0	518	0%	0%	
TC		0		0%	0%	
	MV	29		4%	100%	
	AM	0		0%	0%	4%
	I	0		0%	0%	
	MOV	0	29	0%	0%	
TNC	VI	0		0%	0%	
	N	0		0%	0%	
	CM	114		16%	75%	22%
	E	38		5%	25%	
	AV	1	153	0%	1%	
TOTAL		700	700	100%		100%

Fuente: Elaboración Propia

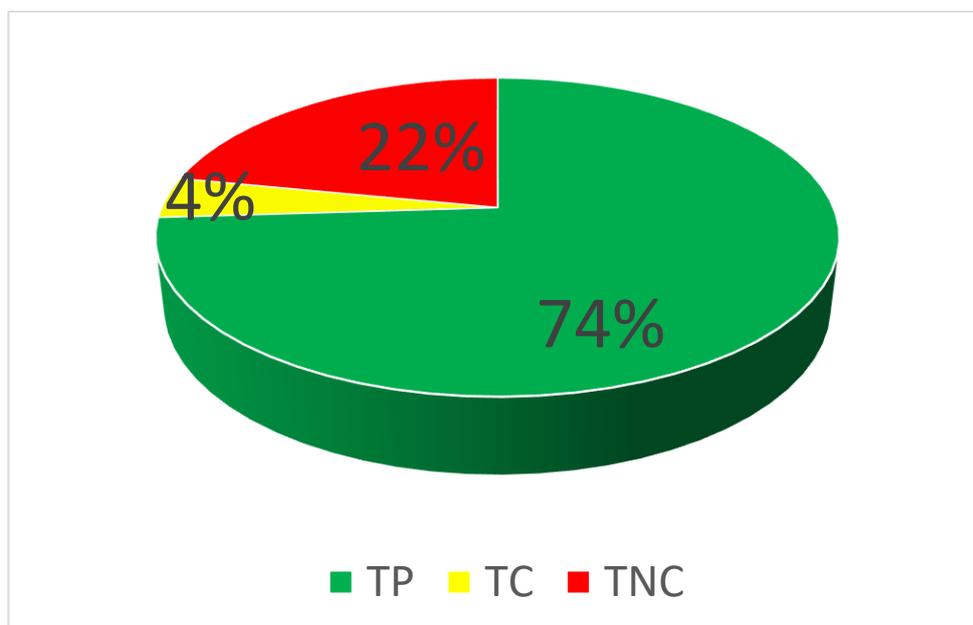


Figura 35 Porcentajes de los Tipos de Trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 1 de la losa y vigas - piso n°16
Fuente: Elaboración Propia

5. Se realizó el siguiente gráfico para identificar el porcentaje de flujos no contributivos que incidieron en el rendimiento de la mano de obra de esta actividad (ver Figura 36).

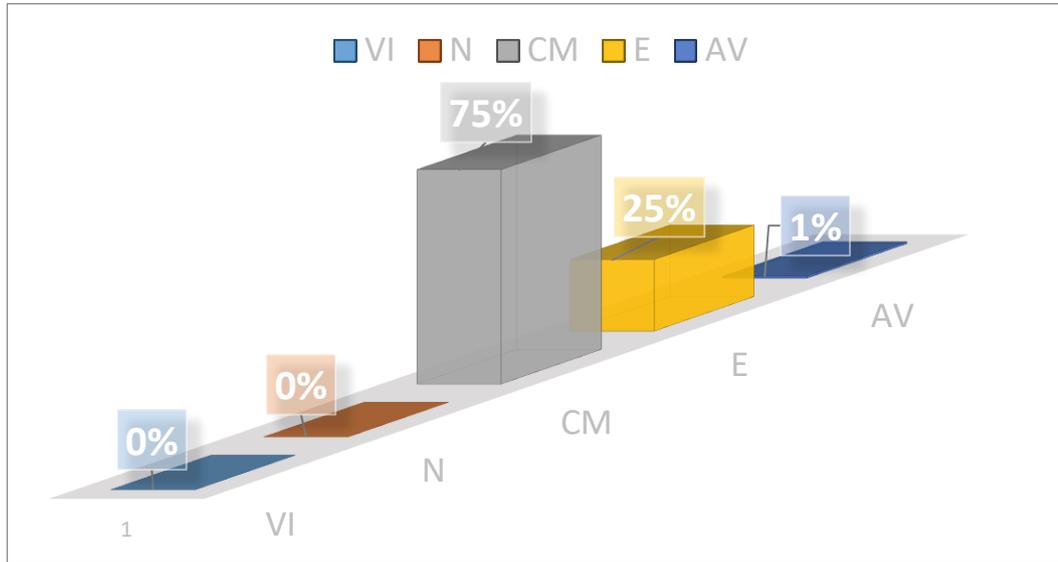


Figura 36 Porcentajes de flujos no contributivos de vaciado de concreto del sector 1 de la losa y vigas del nivel n°16
Fuente: Elaboración Propia

6. Luego se identificaron los flujos no contributivos y se observó cómo estas actividades influyen en el tiempo del vaciado de concreto de la losa y vigas del sector 1 del nivel n°16, se obtuvo el rendimiento del m³ por día (jornada laboral de 8 horas), que arrojó un resultado de 208.55 m³/día, como se muestra a continuación en la Tabla 18:

Tabla 18
Rendimiento de m³ por día del vaciado de losas y vigas del sector 1 del nivel 16

SECTOR 1 - ELEMENTOS HORIZONTALES	
m ³	t(min)
63	145
x	480
X =	208.55 (m ³ /día)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.2. Sector 2: Losa y vigas.

- Descripción de la actividad:

El vaciado de concreto hidráulico de esta zona fue de una losa de espesor de 20cm y de vigas de 40x55cm, 30x55cm, 15x55cm con un volumen de concreto con 43 m³ aproximadamente, utilizando la torre de distribución hidráulica (ver Figura 37).



Figura 37 Vaciado de losa del Sector 2
Fuente: Propia

- Reconocimiento de las actividades:

Para el desarrollo de las cartas balances de esta actividad fue necesario identificar los trabajos productivos, los trabajos contributivos y los no contributivos. Se realizó para poder analizar cómo se comportó la cuadrilla individualmente como grupalmente, permitiendo cuantificar el rendimiento que genera la mano de obra cuando se utilizó la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo del concreto hidráulico durante la ejecución de la edificación. A continuación, se muestra en la Tabla 19 los tipos de trabajos:

Tabla 19

Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de losa y vigas del Sector 2

TRABAJO PRODUCTIVO - TP	
OP	OPERAR LA TDH
M	MOVER LA MANGUERA DE TDH
R	REGLEADO
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL
V	VIBRADO
TRABAJO CONTRIBUTORIO - TC	
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA
AM	ACARREO DE MATERIAL
I	INSTRUCCIONES
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO- TNC	
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO
N	TIEMPO DE OCIO
CM	CAMBIO DE MIXER
E	ESPERA
AV	ATORO DE VIBRADORA

Fuente: Elaboración Propia.

- Distribución del personal utilizado:

Se tomó una muestra de 6 personas de una cuadrilla de 9 personas más el operario de la torre de distribución hidráulica (ver Tabla 20).

Tabla 20

Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de losa y vigas sector 2

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operario-Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Oficial-Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESÚS
3	Operario-Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Peón-Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Peón-Reglea 2	VALENZUELA, HUGO

Fuente: Elaboración Propia

- Desarrollo de la carta balance:

Se observó el nivel n°11 (viernes 24 de mayo), el nivel n° 14 (viernes 07 de junio) y n°19 (lunes 01 de julio), de los cuales solo se detalló el desarrollo de la carta balance del vaciado de la losa y vigas del nivel n° 14, pues se realizó el mismo procedimiento con los otros niveles.

1. Se tomó la fecha, hora y duración de la actividad (ver Tabla 21).

Tabla 21

Inicio de vaciado de concreto para losas y vigas nivel n° 14

FECHA	07/06/2019
HORA DE INICIO - FIN	11:30 am - 1:14 pm
DURACIÓN	122 min

Fuente: Elaboración propia.

2. Luego para el proceso de evaluación se observó la actividad minuto a minuto identificando el Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC), como se muestra a continuación en la Tabla 22.

Tabla 22

Carta Balance del vaciado de concreto de losa y vigas del nivel n°14 del Sector 2

Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
1	I	M	E	E	E	39	CM	CM	V	R	R	77	I	M	V	R	R
2	I	M	E	E	E	40	CM	CM	V	R	R	78	CM	CM	CM	R	E
3	OP	M	E	E	E	41	CM	CM	CM	CM	R	79	CM	CM	CM	R	E
4	OP	M	E	E	E	42	CM	CM	CM	CM	CM	80	CM	CM	E	R	E
5	OP	M	V	E	E	43	CM	CM	CM	R	CM	81	I	M	MV	R	R
6	OP	M	V	E	E	44	I	M	MV	R	R	82	OP	M	MV	R	R
7	OP	M	V	E	R	45	I	M	V	R	R	83	OP	M	V	R	R
8	OP	M	V	R	R	46	OP	M	V	R	R	84	OP	M	V	R	R
9	OP	M	V	R	R	47	OP	M	V	R	R	85	OP	M	V	R	R
10	OP	M	V	R	R	48	OP	M	V	R	R	86	OP	M	V	R	R
11	OP	M	V	R	R	49	OP	M	V	R	R	87	OP	M	V	R	R
12	OP	M	V	R	R	50	OP	M	V	R	R	88	OP	M	V	R	R
13	OP	M	V	R	R	51	OP	M	V	R	R	89	OP	M	V	R	R
14	OP	M	V	R	R	52	OP	M	V	MV	R	90	OP	M	V	R	R
15	OP	M	V	R	R	53	OP	M	V	R	R	91	OP	M	V	R	R
16	CM	CM	V	R	R	54	OP	M	V	R	R	92	OP	M	V	R	R
17	CM	CM	CM	R	R	55	OP	M	V	R	R	93	OP	M	V	MV	R
18	CM	CM	CM	CM	CM	56	OP	M	V	R	R	94	OP	M	V	MV	R
19	CM	CM	CM	CM	CM	57	OP	M	MV	R	R	95	CM	CM	CM	R	R
20	I	M	E	E	E	58	CM	CM	V	R	R	96	CM	CM	CM	R	R
21	I	M	MV	E	R	59	CM	CM	CM	CM	CM	97	CM	CM	E	R	R
22	OP	M	V	E	R	60	CM	CM	CM	CM	CM	98	OP	I	MV	R	R
23	OP	M	V	E	R	61	CM	CM	CM	CM	CM	99	OP	I	V	R	R
24	OP	M	V	R	R	62	CM	CM	CM	CM	CM	100	OP	M	V	R	R
25	OP	M	V	R	R	63	I	M	E	R	R	101	OP	M	V	R	R
26	OP	M	V	R	R	64	OP	M	E	R	R	102	OP	M	V	R	R
27	OP	M	V	R	R	65	OP	I	MV	R	R	103	OP	M	V	R	MV
28	OP	M	V	R	R	66	OP	M	V	R	R	104	OP	M	V	R	MV
29	OP	M	V	R	R	67	OP	M	V	R	R	105	OP	M	V	R	MV
30	OP	M	V	I	R	68	OP	M	V	R	R	106	OP	M	V	R	MV
31	OP	M	V	I	R	69	OP	M	V	R	MV	107	OP	M	V	R	R
32	OP	M	MV	R	R	70	OP	M	V	R	MV	108	OP	M	V	R	R
33	OP	M	MV	R	R	71	OP	M	V	R	MV	109	OP	M	E	E	R
34	I	M	MV	R	R	72	OP	M	V	R	R	110	OP	M	E	E	R
35	I	M	V	R	R	73	OP	M	V	R	R	111	E	M	E	E	R
36	OP	M	V	R	R	74	OP	M	V	R	R	112	E	M	E	E	R
37	OP	M	V	R	R	75	OP	M	V	MV	R						
38	CM	CM	V	R	R	76	I	M	V	R	R						

Fuente: Elaboración Propia

3. Se realizó el siguiente gráfico para identificar la cantidad de minutos y el porcentaje de mano de obra que representa en el vaciado de concreto en las losas y vigas del sector 2 del nivel n°14, donde se identificó la cantidad de flujos no contributorios que aportó cada obrero al rendimiento de esta actividad (ver Tabla 23).

Tabla 23

Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de losa y vigas del sector 2 - nivel n°14

TRABAJO	1		2		3		4		5	
	Tiempo	%								
OP	77									
M			88							
R							83	74%	87	78%
V		69%		79%	75	67%				
VC										
sub total	77		88		75		83		87	
MV					10		4		7	
AM										
I	12	11%	3	3%		9%	2	5%		6%
MOV										
sub total	12		3		10		6		7	
VI										
N										
CM	21		21		14		8		8	
E	2	21%		19%	13	24%	15	21%	10	16%
AV										
HC										
sub total	23		21		27		23		18	
TOTAL	112	100%								

Fuente: Elaboración Propia

4. Se realizó el siguiente gráfico para identificar en primer lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos de todos los trabajos; en segundo lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos por trabajo (productivo, contributorio y no contributorio) y, por último, el porcentaje que representó cada trabajo con respecto al vaciado del concreto de la losa y vigas del sector 2 del nivel n°14, como se muestra en la Tabla 24. Finalmente, se muestra en la Figura 38 los porcentajes de los tipos de trabajo.

Tabla 24
Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de losa y vigas del sector 2 -nivel n°14

tipo de trabajo	leyenda	parcial	total	incidencia total	incidencia por trabajo	%
TP	OP	77	410	14%	19%	73%
	M	88		16%	21%	
	R	170		30%	41%	
	V	75		13%	18%	
	VC	0		0%	0%	
TC		0	38	0%	0%	7%
	MV	21		4%	55%	
	AM	0		0%	0%	
	I	17		3%	45%	
TNC	MOV	0	112	0%	0%	20%
	VI	0		0%	0%	
	N	0		0%	0%	
	CM	72		13%	64%	
	E	40		7%	36%	
	AV	0		0%	0%	
	HC	0	0%	0%		
TOTAL		560	560	100%	100%	

Fuente: Elaboración Propia

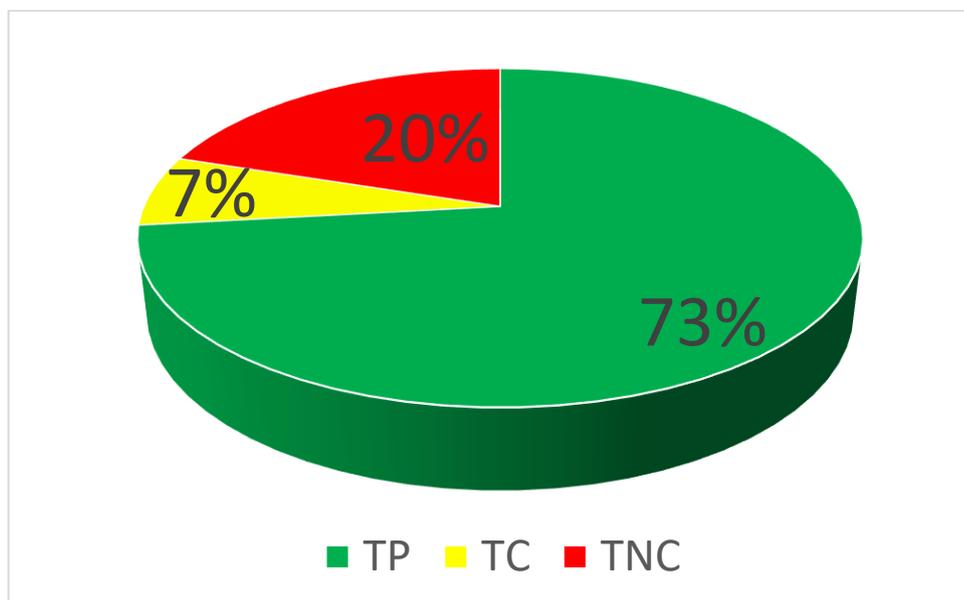


Figura 38 Porcentajes de los Tipos de Trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 2 de las losas y vigas - nivel n°14
Fuente: Elaboración Propia

- Se realizó el siguiente gráfico para identificar el porcentaje de la participación de los flujos no contributivos que incidieron en el rendimiento de la mano de obra de esta actividad (ver Figura 39).

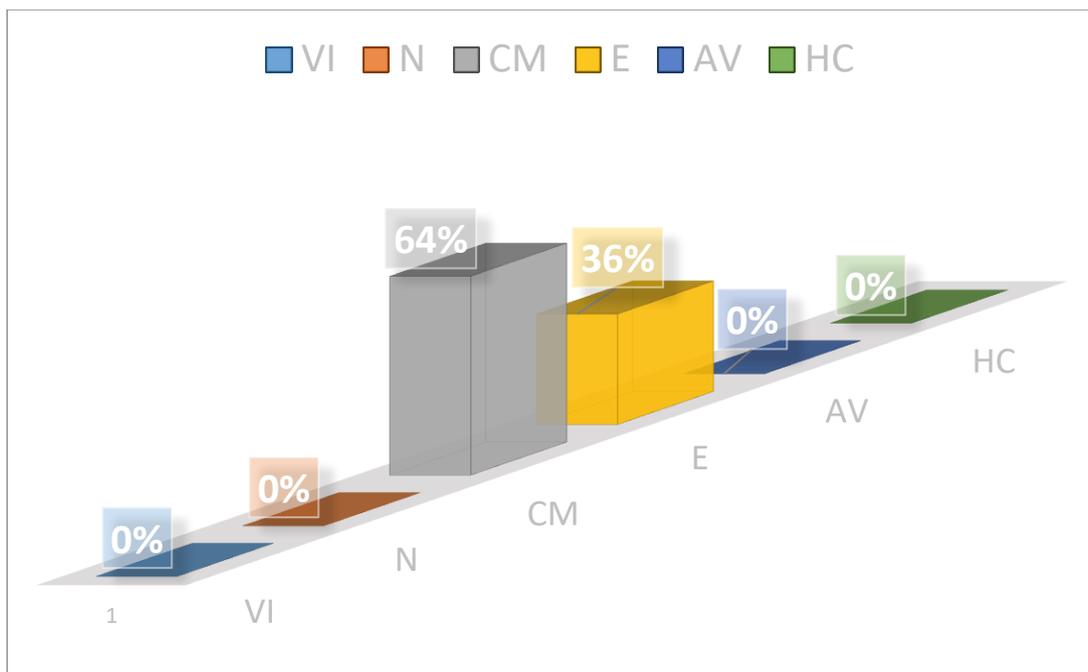


Figura 39 Porcentajes de flujos no contributorios de vaciado de concreto del sector 2 de la losa y vigas - nivel n°14
Fuente: Elaboración Propia

6. Luego se identificaron los flujos no contributorios y se observó cómo estas actividades influyen en el tiempo del vaciado de concreto de la losa y vigas del sector 2 del nivel n°14, se obtuvo el rendimiento del m³ por día (jornada laboral de 8 horas), que arrojó un resultado de 180.55 m³/día, como se muestra a continuación en la Tabla 25:

Tabla 25
Rendimiento de m³ por día de losas y vigas del sector 2 del nivel n°14

SECTOR 2 - ELEMENTOS HORIZONTALES	
m ³	t(min)
41	109
x	480
X =	180.55 (m³/día)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1.3. Sector 3: Losa, vigas y escalera.

- Descripción de la actividad:

El vaciado de concreto hidráulico de esta zona fue de una losa de espesor de 20cm, vigas de 20x55cm, 25x55cm y una escalera que va del nivel n° 11 al nivel n° 12; con

un volumen de concreto con 38 m³ aproximadamente, utilizando el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica (ver Figura 40).



Figura 40 Vaciado de losa del Sector 3
Fuente: Propia

- Reconocimiento de las actividades:

Para el desarrollo de las cartas balances de esta actividad fue necesario identificar los trabajos productivos, los trabajos contributorios y los no contributorios. Esto se realizó para poder analizar cómo se comportó la cuadrilla tanto individualmente como grupalmente, permitiendo cuantificar el rendimiento que genera la mano de obra cuando se utilizó la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo del concreto durante la ejecución de la edificación. A continuación, se muestra en la Tabla 26 los tipos de trabajos:

Tabla 26
Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de losa y vigas del Sector 3

TRABAJO PRODUCTIVO - TP	
OP	OPERAR LA TDH
M	MOVER LA MANGUERA
R	REGLEADO
P	ACOMODA CONCRETO CON PALA
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL
L	LAMPEAR
V	VIBRADO
TRABAJO CONTRIBUTORIO - TC	
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA
AM	ACARREO DE MATERIAL
I	INSTRUCCIONES
MOV	MOVER MATERIALES
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO- TNC	
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO
N	TIEMPO DE OCIO
CM	CAMBIO DE MIXER
E	ESPERA
AV	ATORO DE VIBRADORA

Fuente: Elaboración Propia

- Distribución del personal utilizado:

Se tomó una muestra de 6 personas de una cuadrilla de 9 personas más el operario de la torre de distribución hidráulica (ver Tabla 27).

Tabla 27
Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de losas/vigas/escalera sector 3

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operario-Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Oficial-Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESÚS
3	Operario-Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Peón-Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Peón-Reglea 2	VALENZUELA, HUGO

Fuente: Elaboración Propia

- Desarrollo de la carta balance:

Se observó el nivel n°10 (miércoles 22 de mayo), el nivel n°11 (lunes 27 de mayo), el nivel n°12 (jueves 30 de mayo) y nivel n°15 (jueves 13 de junio); de los cuales solo se detalló el desarrollo de la carta balance del vaciado de la losa, vigas y escalera del nivel n° 12, pues se realizó el mismo procedimiento con los otros niveles.

1. Se tomó la fecha, hora y duración de la actividad (ver Tabla 28).

Tabla 28

Inicio de vaciado de concreto para losas, vigas y escalera nivel n°12

FECHA	07/06/2019
HORA DE INICIO - FIN	12:03 am – 1:57 pm
DURACIÓN	144 min

Fuente: Elaboración propia.

2. Luego para el proceso de evaluación se observó la actividad minuta a minuto identificando el Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC), como se muestra a continuación en la Tabla 29.

Tabla 29

Carta Balance del vaciado de concreto de losa, vigas y escalera del nivel n°12 del Sector 3

Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5												
1	OP	E	E	E	E	39	OP	M	MV	E	R	77	OP	M	V	R	R
2	OP	E	E	E	E	40	OP	M	MV	R	R	78	OP	M	MV	R	R
3	OP	E	E	E	E	41	OP	M	V	R	R	79	OP	M	MV	R	R
4	OP	E	E	E	E	42	OP	M	V	R	R	80	OP	M	MV	R	R
5	OP	M	V	P	R	43	OP	M	V	R	R	81	OP	M	V	R	R
6	OP	M	V	P	R	44	OP	M	V	R	R	82	OP	M	V	R	R
7	OP	M	V	P	R	45	OP	M	V	R	R	83	OP	M	V	R	R
8	I	M	V	P	R	46	OP	M	V	R	MOV	84	OP	M	V	R	R
9	I	M	V	E	E	47	OP	M	V	R	MOV	85	OP	M	V	R	R
10	OP	M	V	E	E	48	CM	CM	V	R	MOV	86	OP	M	V	E	E
11	OP	M	V	P	E	49	CM	CM	CM	R	MOV	87	OP	M	V	E	E
12	OP	E	V	P	E	50	CM	CM	CM	R	R	88	OP	M	V	R	R
13	OP	E	V	P	R	51	CM	CM	V	R	E	89	OP	M	V	R	R
14	OP	M	V	P	R	52	OP	M	V	E	E	90	OP	M	MV	R	R
15	OP	M	V	P	R	53	OP	M	V	R	E	91	OP	M	MV	R	R
16	I	M	V	P	R	54	OP	M	V	R	R	92	OP	M	MV	R	R
17	OP	M	V	P	R	55	OP	M	V	R	R	93	CM	CM	E	P	R
18	OP	M	V	P	R	56	OP	M	V	R	R	94	CM	CM	E	P	R
19	OP	M	V	P	R	57	OP	M	V	R	R	95	CM	CM	V	P	R
20	OP	M	V	P	MOV	58	OP	M	V	R	R	96	CM	CM	V	P	MOV
21	OP	M	V	MV	MOV	59	OP	M	MV	R	R	97	OP	M	MV	P	MOV
22	OP	M	V	P	MOV	60	OP	M	MV	R	R	98	OP	M	MV	P	MOV
23	OP	M	V	P	R	61	OP	M	V	R	R	99	OP	M	V	P	MOV
24	OP	M	V	P	R	62	OP	M	V	R	R	100	OP	M	V	P	E
25	OP	M	V	P	R	63	OP	M	V	R	R	101	OP	M	V	P	E
26	OP	M	V	P	R	64	OP	M	V	E	R	102	OP	M	MV	R	R
27	CM	CM	CM	P	R	65	I	M	V	R	R	103	OP	M	MV	R	R
28	CM	CM	CM	P	R	66	I	M	V	R	R	104	I	M	V	R	R
29	CM	CM	CM	P	R	67	OP	M	V	R	R	105	I	M	V	R	R
30	OP	I	V	MV	R	68	OP	E	V	R	R	106	I	M	V	R	R
31	OP	I	V	P	R	69	OP	E	E	R	R	107	OP	M	V	R	R
32	OP	M	V	P	R	70	CM	E	E	R	R	108	OP	M	V	R	R
33	OP	M	V	P	R	71	CM	CM	CM	R	MOV	109	OP	M	V	R	R
34	OP	M	V	P	R	72	CM	CM	CM	R	MOV	110	OP	M	V	R	R
35	OP	M	V	P	R	73	CM	CM	CM	R	MOV	111	OP	M	E	E	R
36	I	M	V	P	R	74	I	M	V	R	E	112	OP	M	E	E	R
37	I	M	V	E	R	75	I	M	V	R	R	113	E	E	E	R	R
38	OP	M	MV	E	R	76	OP	M	V	R	R	114	OP	M	E	R	R

Fuente: Elaboración Propia

3. Se realizó el siguiente gráfico para identificar la cantidad de minutos y el porcentaje de mano de obra que representa en el vaciado de concreto en las losas, vigas y escalera del sector 3 del nivel n°12, donde se identificó la cantidad de flujos no contributorios que aportó cada obrero al rendimiento de esta actividad (ver Tabla 30).

Tabla 30
Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de losas, vigas y escalera del sector 3 - nivel n°12

TRABAJO	1		2		3		4		5	
	Tiempo	%								
OP	86									
M			88							
R							60		84	
P		75%		77%		69%	37	85%		74%
V					79					
VC										
sub total	86		88		79		97		84	
MV					15		2			
AM										
I	12	11%	2	2%		13%		2%		12%
MOV									14	
sub total	12		2		15		2		14	
VI										
N										
CM	15	14%	14	21%	8	18%		13%		14%
E	1		10		12		15		16	
AV										
sub total	16		24		20		15		16	
TOTAL	114	100%								

Fuente: Elaboración Propia

4. Se realizó el siguiente gráfico para identificar en primer lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos de todos los trabajos; en segundo lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos por trabajo (productivo, contributorio y no contributorio) y, por último, el porcentaje que representó cada trabajo con respecto al vaciado del concreto de la losa, vigas y escalera del sector 3 del nivel n°12, como se muestra en la Tabla 31. Finalmente, se muestra en la Figura 41 los porcentajes de los tipos de trabajo.

Tabla 31
Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de losa, vigas y escalera del sector 3 - nivel 12

tipo de trabajo	leyenda	parcial	total	incidencia total	incidencia por trabajo	%
TP	OP	86	434	15%	20%	76%
	M	88		15%	20%	
	R	144		25%	33%	
	P	37		6%	9%	
	V	79		14%	18%	
	VC	0		0%	0%	
TC		0	45	0%	0%	8%
	MV	17		3%	38%	
	AM	0		0%	0%	
	I	14		2%	31%	
	MOV	14	2%	31%		
TNC	VI	0	91	0%	0%	16%
	N	0		0%	0%	
	CM	37		6%	41%	
	E	54		9%	59%	
	AV	0		0%	0%	
TOTAL		570	570	100%		100%

Fuente: Elaboración Propia

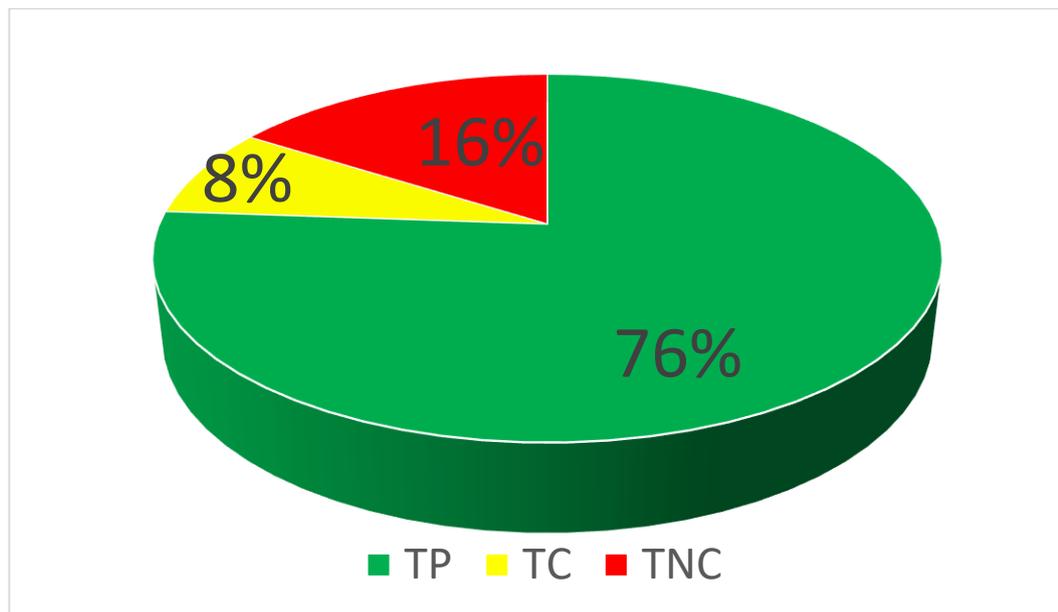


Figura 41 Porcentajes de los Tipos de Trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 3 de la losa, vigas y escaleras - nivel n°12

Fuente: Elaboración Propia

5. Se realizó el siguiente gráfico para identificar el porcentaje de la participación de los flujos no contributivos que incidieron en el rendimiento de la mano de obra de esta actividad (ver Figura 42).

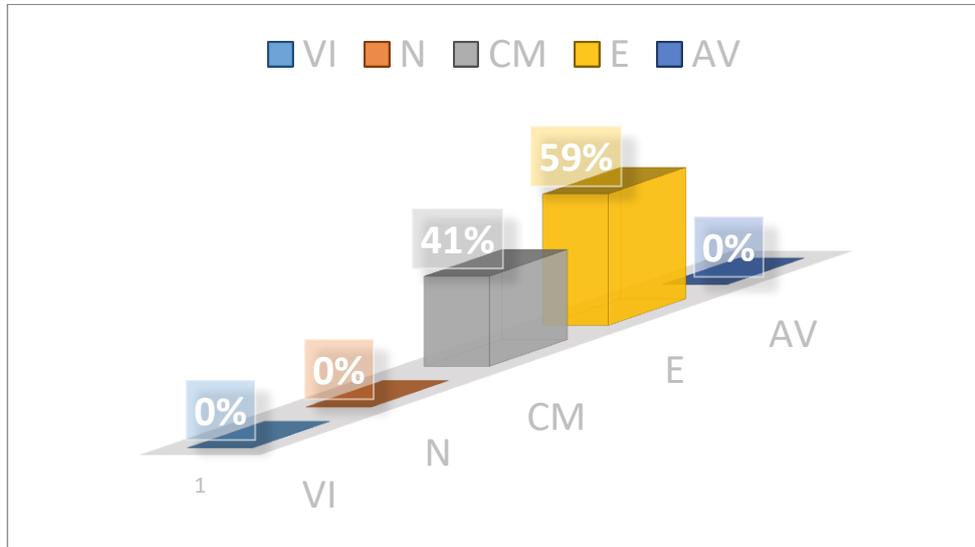


Figura 42 Porcentajes de flujos no contributivos de vaciado de concreto de la losa, vigas y escalera del sector 3 - nivel n°12
Fuente: Elaboración Propia

6. Luego se identificaron los flujos no contributivos y se observó cómo estas actividades influyen en el tiempo del vaciado de concreto de la losa, vigas y escalera del sector 3 del nivel n°12, se obtuvo el rendimiento del m³ por día (jornada laboral de 8 horas), que arrojó un resultado de 165.82 m³/día, como se muestra a continuación en la Tabla 32:

Tabla 32
Rendimiento de m³ por día de losas, vigas y escalera del sector 3 del nivel n°12

SECTOR 3 - ELEMENTOS HORIZONTALES	
m ³	t(min)
38	110
x	480
X =	165.82 (m³/día)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. Elementos Estructurales Verticales:

Los elementos que se analizaron fueron las placas y columnas que se ubican entre el segundo y veinteavo nivel. De los cuales del 2do al 5to nivel fueron vaciadas por un concreto de $f'c=360$ kg/cm², del 6to al 10mo nivel por un concreto de $f'c=280$ kg/cm² y del 11vo al 20vo por un concreto de $f'c=210$ kg/cm². (Ver Figura 33)

4.3.2.1. Sector 1: Placas y columnas.

- Descripción de la actividad:

El vaciado de concreto de esta zona es de las placas PL-01, PL-04, PL-08, PL-09, PL-11 y columnas C-01, C02 con un volumen de concreto con 24 m³ aproximadamente, con el sistema de bombeo con el uso de la torre de distribución hidráulica (ver Figura 43)



Figura 43 Vaciado de placas y columnas del sector 1
Fuente: Propia

- Reconocimiento de las actividades:

Para el desarrollo de las cartas balances de esta actividad fue necesario identificar los trabajos productivos, los trabajos contributorios y los no contributorios. Todo esto se realizó para poder analizar cómo se comporta la cuadrilla tanto individualmente como grupalmente, permitiendo cuantificar el rendimiento que generó la mano de obra cuando se utiliza la torre de distribución hidráulica. A continuación, se muestra en la Tabla 33 los tipos de trabajos:

Tabla 33

Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de placas y columnas del Sector 1

TRABAJO PRODUCTIVO - TP	
OP	OPERAR LA TDH
M	MOVER LA MANGUERA DE TDH
R	REGLEADO
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL
V	VIBRADO
TRABAJO CONTRIBUTORIO - TC	
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA
AM	ACARREO DE MATERIAL
I	INSTRUCCIONES
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO- TNC	
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO
N	TIEMPO DE OCIO
CM	CAMBIO DE MIXER
E	ESPERA
AV	ATORO DE VIBRADORA

Fuente: Elaboración Propia.

- Distribución del personal utilizado:

Se tomó una muestra de 6 personas de una cuadrilla de 9 personas más el operario de la torre de distribución hidráulica (ver Tabla 34).

Tabla 34

Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de placas /columnas sector 1

Obrero	Cargo	Nombres y apellidos
1	Operario-Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Oficial-Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESÚS
3	Operario-Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Peón-Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Peón-Reglea 2	VALENZUELA, HUGO

Fuente: Elaboración Propia

- Desarrollo de la carta balance:

Se observó el nivel n°15 (viernes 07 de junio), el nivel n° 17 (lunes 17 de junio), el nivel n°19 (miércoles 26 de junio) y el nivel n°20 (lunes 01 de julio), de los cuales solo se detalló el desarrollo de la carta balance del vaciado del concreto de la placas y columnas del nivel n° 19, pues se realizó el mismo procedimiento con los otros niveles.

1. Se tomó la fecha, hora y duración de la actividad (ver Tabla 35).

Tabla 35

Inicio de vaciado de concreto para losas, vigas y escalera nivel n°12

FECHA	26/06/2019
HORA INICIO -FIN	12:30 PM-2:09 PM
DURACIÓN	99 MIN

Fuente: Elaboración propia

2. Luego para el proceso de evaluación se observó la actividad minuto a minuto identificando el Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC), como se muestra a continuación en la Tabla 36.

Tabla 36

Carta Balance del vaciado de concreto de placas y columnas del nivel n°19 del Sector 1

Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
1	E	E	E	E	OP	35	M	VC	MV	V	I	69	M	VC	VC	V	OP
2	E	E	E	E	OP	36	M	VC	MV	V	OP	70	M	VC	VC	V	OP
3	E	E	E	E	OP	37	M	VC	VC	V	OP	71	M	VC	VC	MV	OP
4	M	E	E	E	I	38	M	E	VC	V	OP	72	CM	CM	CM	V	OP
5	M	E	E	MV	I	39	M	E	VC	V	OP	73	CM	CM	CM	V	OP
6	M	E	E	V	I	40	M	E	VC	MV	OP	74	CM	CM	CM	CM	CM
7	M	VC	VC	V	OP	41	M	VC	VC	V	OP	75	I	CM	CM	CM	CM
8	M	VC	VC	MV	OP	42	M	VC	VC	V	OP	76	I	CM	CM	CM	I
9	M	VC	VC	V	OP	43	M	VC	VC	V	I	77	M	VC	VC	E	I
10	M	VC	VC	V	OP	44	CM	CM	CM	V	I	78	M	VC	VC	E	I
11	M	VC	VC	V	OP	45	CM	CM	CM	CM	I	79	M	VC	VC	MV	OP
12	M	VC	VC	V	OP	46	CM	CM	CM	CM	CM	80	M	VC	VC	V	OP
13	M	VC	VC	V	E	47	E	VC	MV	V	OP	81	M	VC	VC	V	OP
14	M	VC	VC	V	E	48	M	VC	MV	AV	OP	82	M	VC	VC	V	OP
15	M	VC	VC	V	OP	49	M	VC	VC	AV	OP	83	M	VC	VC	V	OP
16	M	VC	MV	V	OP	50	M	VC	VC	V	OP	84	M	VC	VC	V	OP
17	M	VC	VC	V	OP	51	M	VC	VC	V	OP	85	I	E	E	AV	OP
18	CM	CM	CM	V	CM	52	I	VC	VC	V	I	86	M	VC	VC	V	OP
19	CM	CM	CM	V	I	53	I	VC	VC	V	I	87	M	VC	VC	V	OP
20	CM	CM	CM	CM	I	54	M	VC	MV	V	OP	88	M	VC	VC	V	OP
21	CM	CM	CM	V	I	55	M	VC	VC	V	OP	89	M	VC	VC	V	I
22	M	VC	MV	V	E	56	M	VC	VC	V	OP	90	M	VC	VC	MV	I
23	M	VC	VC	V	OP	57	M	VC	VC	V	OP	91	M	VC	VC	V	I
24	M	VC	VC	V	OP	58	M	VC	VC	MV	OP	92	M	VC	VC	V	I
25	M	VC	VC	V	OP	59	M	VC	VC	MV	OP	93	I	VC	VC	MV	I
26	I	E	E	V	OP	60	E	E	VC	E	I	94	I	E	E	V	I
27	I	E	E	MV	OP	61	E	E	VC	E	OP	95	I	E	E	V	I
28	M	VC	VC	V	OP	62	M	VC	VC	MV	OP	96	I	VC	VC	V	OP
29	M	VC	VC	V	OP	63	M	VC	VC	V	I	97	I	VC	VC	V	OP
30	M	VC	VC	V	OP	64	M	VC	VC	V	OP	98	I	VC	VC	V	OP
31	M	VC	VC	V	OP	65	M	VC	VC	V	OP	99	E	VC	VC	V	OP
32	M	VC	VC	V	OP	66	M	VC	VC	V	OP						
33	M	VC	VC	E	OP	67	M	VC	VC	V	OP						
34	M	VC	VC	E	OP	68	M	VC	VC	V	OP						

Fuente: Elaboración Propia

3. Se realizó el siguiente gráfico para identificar la cantidad de minutos y el porcentaje de mano de obra que representa en el vaciado de concreto en las placas y columnas del sector 1 del nivel n°19, donde se identificó la cantidad de flujos no contributorios que aportó cada obrero al rendimiento de esta actividad (ver Tabla 37).

Tabla 37
Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de placas y columnas del sector 1 – nivel n°19

TRABAJO	1		2		3		4		5	
	Tiempo	%								
OP									68	
M	69									
R		70%		72%		70%		74%		69%
V							73			
VC			71		69					
sub total	69		71		69		73		68	
MV					7		7			
AM										
I	13	13%		0%		7%		7%	24	24%
MOV										
sub total	13		0		7		7		24	
VI										
N										
CM	10		12		12		6		4	
E	7	17%	16	28%	11	23%	10	19%	3	7%
AV							3			
HC										
sub total	17		28		23		19		7	
TOTAL	99	100%	99	100%	99	100%	99	100%	99	100%

Fuente: Elaboración Propia

4. Se realizó el siguiente gráfico para identificar en primer lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos de todos los trabajos, en segundo lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos por trabajo (productivo, contributorio y no contributorio) y, por último, el porcentaje que representó cada trabajo con respecto al vaciado del concreto de placas y columnas del sector 1 del nivel n°19, como se muestra en la Tabla 38. Finalmente, se muestra en la Figura 44 los porcentajes de los tipos de trabajo.

Tabla 38

Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de placas y columnas del sector 1 - nivel n°19

tipo de trabajo	leyenda	parcial	total	incidencia total	incidencia por trabajo	%
TP	OP	68	350	14%	19%	71%
	M	69		14%	20%	
	R	0		0%	0%	
	P	73		15%	21%	
	VC	140		28%	40%	
TC	V	0	51	0%	0%	10%
	MV	14		3%	27%	
	AM	0		0%	0%	
	I	37		7%	73%	
	MOV	0		0%	0%	
TNC	VI	0	94	0%	0%	19%
	N	0		0%	0%	
	CM	44		9%	47%	
	E	47		9%	50%	
	AV	3		1%	3%	
	HC	0		0%	0%	
TOTAL		495	495	100%		100%

Fuente: Elaboración Propia

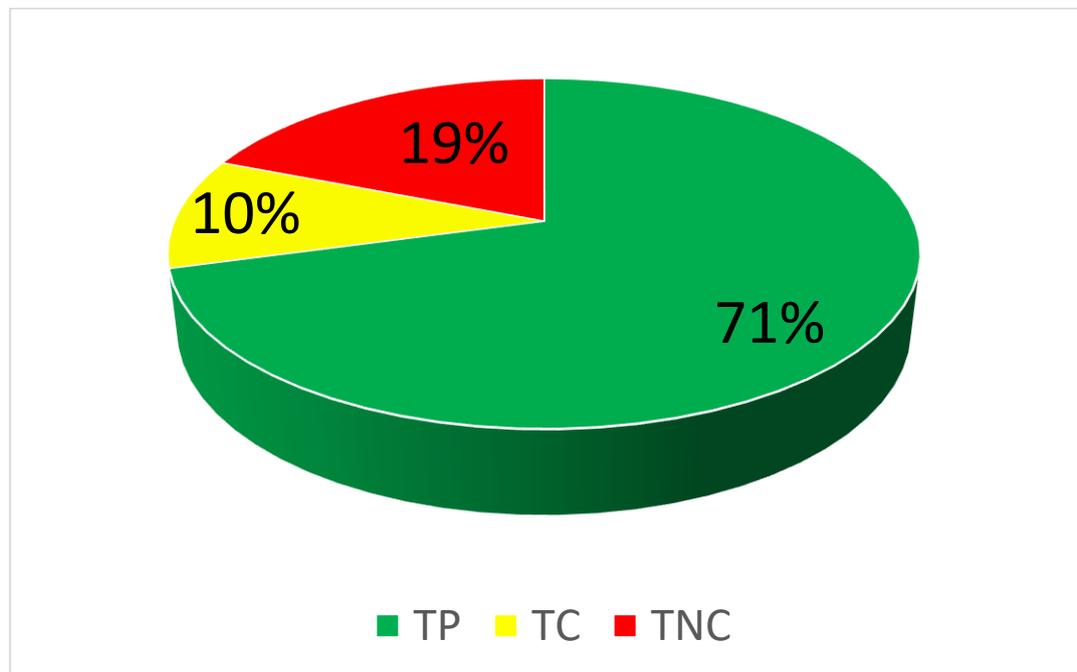


Figura 44 Porcentajes de los tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 1 de placas y columnas - nivel n°19

Fuente: Elaboración Propia

5. Se realizó el siguiente gráfico para identificar el porcentaje de flujos no contributivos que incidieron en el rendimiento de la mano de obra de esta actividad (ver Figura 45).

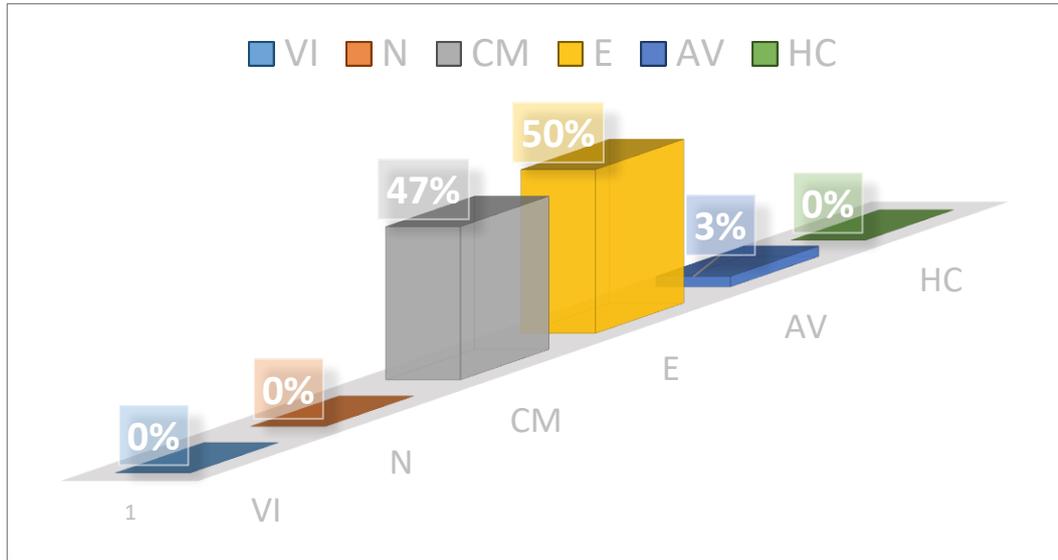


Figura 45 Porcentajes de flujos no contributivos de vaciado de concreto del sector 1 de placas y columnas del nivel n°19
Fuente: Elaboración Propia

6. Luego se identificaron los flujos no contributivos y se observó cómo estas actividades influyen en el tiempo del vaciado de concreto de placas y columnas del sector 1 del nivel n°19, se obtuvo el rendimiento del m3 por día (jornada laboral de 8 horas), que arrojó un resultado de 123.87 m3/día, como se muestra a continuación en la Tabla 39.

Tabla 39
Rendimiento de m3 por día del vaciado de placas y columnas del sector 1 del nivel n°19

SECTOR 1 – ELEMENTOS VERTICALES	
m3	t(min)
24	93
x	480
X =	123.87 (m3/día)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.2. Sector 2: Placas y columnas.

- Descripción de la actividad:

El vaciado de concreto de esta zona es de las placas PL-07, PL-10, PL-03, PL-09, PL-05B, PL-05A, y columnas C-01 con un volumen de concreto con 17 m3

aproximadamente, con el sistema de bombeo con el uso de la torre de distribución hidráulica (ver Figura 46).



Figura 46 Vaciado de placas y columnas del sector 2
Fuente: Propia

- Reconocimiento de las actividades:

Para el desarrollo de las cartas balances de esta actividad fue necesario identificar los trabajos productivos, los trabajos contributorios y los no contributorios. Se realizó para poder analizar cómo se comportó la cuadrilla individualmente como grupalmente, permitiendo cuantificar el rendimiento que generó la mano de obra cuando se utilizó la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo del concreto hidráulico durante la ejecución de la edificación. A continuación, se muestra en la Tabla 40 los tipos de trabajos

Tabla 40

Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de placas y columnas del Sector 2

TRABAJO PRODUCTIVO - TP	
OP	OPERAR LA TDH
M	MOVER LA MANGUERA DE TDH
R	REGLEADO
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL
V	VIBRADO
TRABAJO CONTRIBUTORIO - TC	
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA
AM	ACARREO DE MATERIAL
I	INSTRUCCIONES
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO- TNC	
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO
N	TIEMPO DE OCIO
CM	CAMBIO DE MIXER
E	ESPERA
AV	ATORO DE VIBRADORA

Fuente: Elaboración Propia

- Distribución del personal utilizado:

Se tomó una muestra de 6 personas de una cuadrilla de 9 personas más el operario de la Torre de Distribución Hidráulica (ver Tabla 41).

Tabla 41

Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de placas /columnas sector 2

-	Cargo	Nombres y apellidos
1	Operario-Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Oficial-Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESÚS
3	Operario-Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Peón-Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Peón-Reglea 2	VALENZUELA, HUGO

Fuente: Elaboración Propia

- Desarrollo de la carta balance:

Se observó el nivel n°11 (miércoles 22 de mayo), el nivel n° 14 (miércoles 05 de junio) y el nivel n°18 (lunes 24 de junio) de los cuales solo se detalló la carta balance del vaciado del concreto de placas y columnas del nivel n° 11, pues se realizó el mismo procedimiento con los otros niveles.

1. Se tomó la fecha, hora y duración de la actividad (ver Tabla 42).

Tabla 42
Inicio de vaciado de concreto para placas y columnas nivel n°11

FECHA	22/05/2019
HORA INICIO -FIN	2:30 am – 3:54 pm
DURACIÓN	65 min

Fuente: Elaboración propia.

2. Luego para el proceso de evaluación se observó la actividad minuto a minuto identificando el Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC), como se muestra a continuación en la Tabla 43.

Tabla 43

Carta Balance del vaciado de concreto de placas y columnas del nivel n°11 del Sector 2

Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
1	M	E	E	E	OP	24	M	VC	MOV	MOV	OP	47	M	E	VC	V	OP
2	M	E	E	E	OP	25	E	E	E	HC	E	48	M	E	VC	V	OP
3	M	E	E	E	OP	26	E	AM	HC	HC	E	49	M	E	VC	V	OP
4	M	E	E	E	OP	27	M	E	E	E	OP	50	M	AM	VC	V	OP
5	M	VC	VC	V	OP	28	M	E	E	E	OP	51	M	AM	VC	V	OP
6	E	VC	VC	V	OP	29	M	E	E	E	OP	52	M	E	E	V	OP
7	E	VC	VC	V	OP	30	M	E	E	E	OP	53	M	E	E	V	OP
8	M	VC	VC	V	OP	31	M	E	VC	V	OP	54	M	VC	E	E	OP
9	E	VC	MOV	MOV	OP	32	M	VC	VC	V	E	55	M	VC	E	E	OP
10	M	VC	MOV	MOV	OP	33	M	VC	VC	V	E	56	M	VC	VC	V	OP
11	M	VC	MOV	MOV	OP	34	M	VC	VC	V	E	57	M	VC	VC	V	E
12	M	VC	VC	V	OP	35	M	VC	VC	V	E	58	M	VC	VC	V	E
13	M	VC	VC	V	OP	36	M	VC	VC	V	OP	59	M	VC	MOV	V	E
14	M	VC	VC	V	OP	37	M	VC	VC	V	OP	60	M	VC	MOV	MOV	E
15	M	VC	VC	V	E	38	M	VC	VC	V	OP	61	M	VC	VC	V	E
16	M	VC	VC	V	E	39	M	VC	VC	V	OP	62	E	VC	VC	V	OP
17	M	VC	VC	V	E	40	M	VC	VC	V	OP	63	E	VC	VC	V	OP
18	M	VC	VC	V	E	41	E	VC	VC	V	OP	64	M	VC	VC	V	OP
19	M	VC	VC	V	E	42	M	VC	VC	V	OP	65	E	E	E	E	OP
20	E	VC	VC	V	OP	43	E	VC	MOV	MOV	OP	66	E	E	E	E	OP
21	E	VC	VC	V	OP	44	M	VC	MOV	MOV	OP						
22	M	VC	VC	V	OP	45	E	E	E	HC	E						
23	E	VC	MOV	MOV	OP	46	E	AM	HC	HC	E						

Fuente: Elaboración Propia

3. Se realizó el siguiente gráfico para identificar la cantidad de minutos y el porcentaje de mano de obra que representa en el vaciado de concreto en las placas y columnas del sector 2 del nivel n°11, donde se identificó la cantidad de flujos no contributorios que aportó cada obrero al rendimiento de esta actividad (ver Tabla 44).

Tabla 44
Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de placas y columnas del sector 2 – nivel n°11

TRABAJO	1		2		3		4		5	
	Tiempo	%								
OP									48	
M	50									
R		76%		67%		59%		64%		73%
V							42			
VC			44		39					
sub total	50		44		39		42		48	
MV										
AM			4	6%		14%		12%		0%
I		0%								
MOV					9		8			
sub total	0		4		9		8		0	
VI										
N										
CM										
E	16	24%	18	27%	16	27%	12	24%	18	27%
AV										
HC					2		4			
sub total	16		18		18		16		18	
TOTAL	66	100%	66	100%	66	100%	66	100%	66	100%

Fuente: Elaboración Propia

4. Se realizó el siguiente gráfico para identificar en primer lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos de todos los trabajos, en segundo lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos por trabajo (productivo, contributorio y no contributorio), por último, el porcentaje que representó cada trabajo con respecto al vaciado del concreto de placas y columnas del sector 2 del nivel n°11, como se muestra en la Tabla 45. Finalmente, se muestra en la Figura 47 los porcentajes de los tipos de trabajo.

Tabla 45

Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de concreto de placas y columnas del sector 2 - nivel n°11

tipo de trabajo	leyenda	parcial	total	incidencia total	incidencia por trabajo	%
TP	OP	48	223	15%	22%	68%
	M	50		15%	22%	
	R	0		0%	0%	
	V	42		13%	19%	
	VC	83		25%	37%	
TC		0	21	0%	0%	6%
	MV	0		0%	0%	
	AM	4		1%	19%	
	I	0		0%	0%	
	MOV	17		5%	81%	
TNC	VI	0	86	0%	0%	26%
	N	0		0%	0%	
	CM	0		0%	0%	
	E	80		24%	93%	
	AV	0		0%	0%	
	HC	6		2%	7%	
	TOTAL			330	330	

Fuente: Elaboración Propia

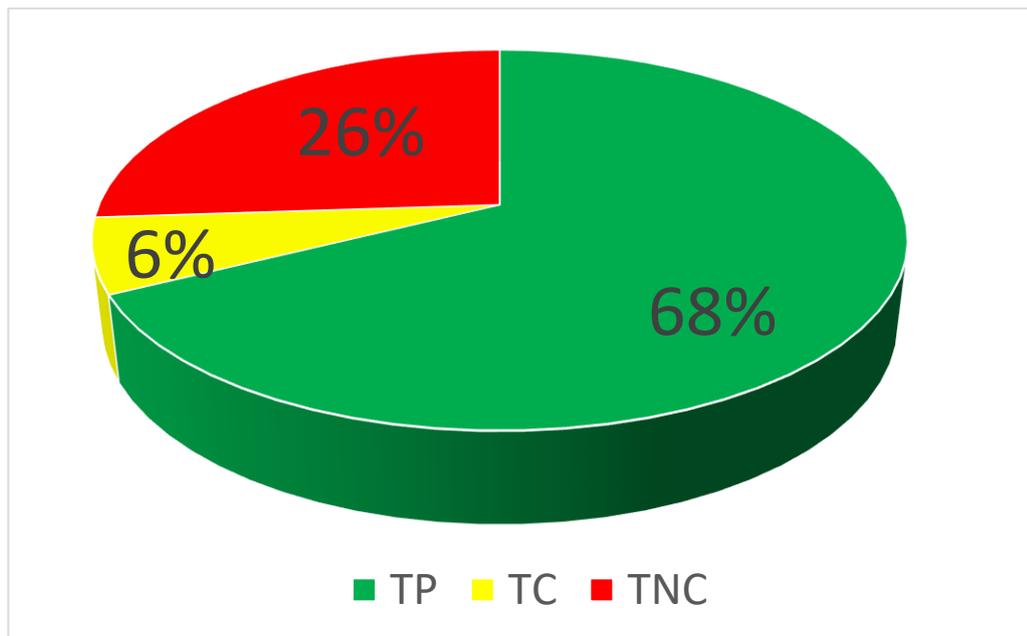


Figura 47 Porcentajes de los tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 2 de placas y columnas - nivel n°11

Fuente: Elaboración Propia

5. Se realizó el siguiente gráfico para identificar el porcentaje de flujos no contributivos que incidieron en el rendimiento de la mano de obra de esta actividad (ver Figura 48).

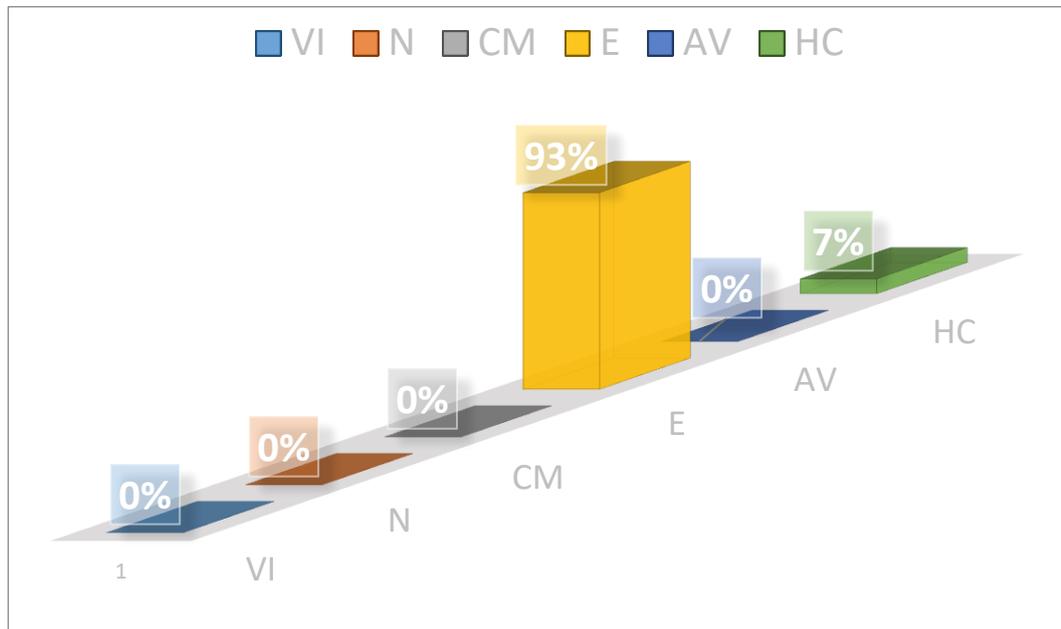


Figura 48 Porcentajes de flujos no contributivos de vaciado de concreto del sector 2 de placas y columnas del nivel n°11
Fuente: Elaboración Propia

6. Luego se identificaron los flujos no contributivos y se observó cómo estas actividades influyen en el tiempo del vaciado de concreto de placas y columnas del sector 2 del nivel n°11, se obtuvo el rendimiento del m3 por día (jornada laboral de 8 horas), que arrojó un resultado de 120.00 m3/día, como se muestra a continuación en la Tabla 46.

Tabla 46
Rendimiento de m3 por día del vaciado de concreto de placas y columnas del sector 2- nivel n°11

SECTOR 2 - ELEMENTOS VERTICALES	
m3	t(min)
17	68
x	480
X =	120.00 (m3/día)

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.3. Sector 3: Placas y columnas.

- Descripción de la actividad:

El vaciado de concreto de esta zona es de las placas PL-03, PL-06, PL-05B, PL-05C, PL-02 con un volumen de concreto con 21 m³ aproximadamente, con el sistema de bombeo que usa la torre de distribución hidráulica (ver Figura 49).



Figura 49 Vaciado de placas del sector 3
Fuente: Propia

- Reconocimiento de las actividades:

Para el desarrollo de las cartas balances de esta actividad fue necesario identificar los trabajos productivos, los trabajos contributorios y los no contributorios. Se realizó para poder analizar cómo se comportó la cuadrilla individualmente como grupalmente, permitiendo cuantificar el rendimiento que genera la mano de obra cuando se utiliza la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo del concreto hidráulico durante la ejecución de la edificación. A continuación, se muestra en la Tabla 47 los tipos de trabajos:

Tabla 47
Tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto de placas del Sector 3

TRABAJO PRODUCTIVO - TP	
OP	OPERAR LA TDH
M	MOVER LA MANGUERA DE TDH
R	REGLEADO
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL
V	VIBRADO
TRABAJO CONTRIBUTORIO - TC	
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA
AM	ACARREO DE MATERIAL
I	INSTRUCCIONES
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO- TNC	
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO
N	TIEMPO DE OCIO
CM	CAMBIO DE MIXER
E	ESPERA
AV	ATORO DE VIBRADORA

Fuente: Elaboración Propia

- Distribución del personal utilizado:

Se tomó una muestra de 5 personas de una cuadrilla de 9 personas más el operario de la Torre de Distribución Hidráulica (ver Tabla 48).

Tabla 48
Mano de obra analizada para el vaciado de concreto de placas sector 3

Obrero	Cargo	Nombres y apellidos
1	Operario-Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Oficial-Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESÚS
3	Operario-Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Peón-Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Peón-Reglea 2	VALENZUELA, HUGO

Fuente: Elaboración Propia

- Desarrollo de la carta balance:

Se observó el nivel n°15 (martes 11 de junio), el nivel n° 17 (miércoles 19 de junio) y el nivel n°20 (miércoles 03 de julio) de los cuales solo se detalló la carta balance del vaciado del concreto de placas del nivel n° 20, pues se realizó el mismo procedimiento con los otros niveles.

1. Se tomó la fecha, hora y duración de la actividad (ver Tabla 49),

Tabla 49
Inicio de vaciado de concreto para placas y columnas nivel n° 20

FECHA	03/07/2019
HORA INICIO -FIN	2:58 am – 4:05 pm
DURACIÓN	67 min

Fuente: Elaboración propia.

2. Luego para el proceso de evaluación se observó la actividad minuto a minuto identificando el Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC), como se muestra a continuación en la Tabla 50.

Tabla 50

Carta Balance del vaciado de concreto de placas del nivel n°20 del Sector 3

Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5		Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
1	E	E	E	E	OP	27	I	E	E	MV	OP	53	M	VC	VC	V	OP
2	E	E	E	E	OP	28	I	E	VC	V	OP	54	M	VC	VC	V	OP
3	E	E	E	MV	OP	29	M	VC	VC	V	OP	55	M	VC	VC	V	OP
4	M	E	VC	MV	OP	30	M	VC	VC	V	OP	56	M	VC	VC	V	OP
5	M	E	VC	V	I	31	M	VC	VC	V	OP	57	M	VC	VC	V	OP
6	M	E	VC	V	I	32	M	VC	VC	V	OP	58	M	VC	VC	E	OP
7	M	VC	VC	V	OP	33	M	VC	VC	V	OP	59	M	VC	VC	AV	OP
8	M	VC	VC	V	OP	34	M	VC	VC	E	OP	60	M	VC	VC	MV	I
9	M	VC	VC	V	OP	35	M	VC	VC	V	OP	61	M	VC	VC	V	OP
10	M	VC	VC	V	OP	36	M	VC	VC	V	OP	62	M	VC	VC	V	OP
11	M	VC	VC	V	OP	37	M	VC	VC	V	OP	63	I	VC	VC	V	OP
12	M	VC	VC	V	OP	38	M	VC	VC	MV	I	64	I	VC	VC	V	OP
13	M	VC	VC	MV	I	39	M	VC	VC	V	I	65	I	VC	E	V	OP
14	M	VC	VC	V	OP	40	M	VC	VC	V	I	66	I	E	E	MV	I
15	I	VC	VC	V	OP	41	M	VC	VC	V	OP	67	E	E	E	V	E
16	I	VC	VC	V	OP	42	M	VC	VC	V	OP						
17	I	VC	VC	V	OP	43	M	VC	VC	V	OP						
18	M	VC	VC	V	I	44	M	VC	VC	V	OP						
19	M	VC	VC	V	OP	45	CM	CM	CM	V	CM						
20	M	VC	VC	V	OP	46	CM	CM	CM	V	CM						
21	M	VC	VC	V	OP	47	CM	CM	CM	CM	CM						
22	CM	VC	VC	MV	CM	48	CM	CM	CM	CM	CM						
23	CM	CM	CM	V	CM	49	CM	CM	CM	MV	OP						
24	CM	CM	CM	CM	CM	50	I	E	VC	V	OP						
25	CM	CM	CM	CM	CM	51	M	VC	VC	V	I						
26	CM	CM	CM	CM	OP	52	M	VC	VC	V	I						

Fuente: Elaboración Propia

3. Se realizó el siguiente gráfico para identificar la cantidad de minutos y el porcentaje de mano de obra que representa en el vaciado de concreto de las placas del sector 3 del nivel n°20, donde se identificó la cantidad de flujos no contributivos que aportó cada obrero al rendimiento de esta actividad (ver Tabla 51).

Tabla 51

Cantidad de minutos y porcentaje que representa cada trabajador en el vaciado de placas del sector 3 – nivel n°20

TRABAJO	1		2		3		4		5	
	Tiempo	%								
OP									47	
M	43									
R		64%		70%		76%		75%		70%
V							50			
VC			47		51					
sub total	43		47		51		50		47	
MV							8			
AM								12%		
I	10	15%		0%		0%			11	16%
MOV										
sub total	10		0		0		8		11	
VI										
N										
CM	10		9		9		5		8	
E	4	21%	11	30%	7	24%	4	13%	1	13%
AV										
HC										
sub total	14		20		16		9		9	
TOTAL	67	100%	67	100%	67	100%	67	100%	67	100%

Fuente: Elaboración Propia

4. Se realizó el siguiente gráfico para identificar en primer lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos de todos los trabajos; en segundo lugar, el porcentaje de cada actividad con respecto al total de minutos por trabajo (productivo, contributivo y no contributivo) y, por último, el porcentaje que representó cada trabajo con respecto al vaciado del concreto de placas del sector 3 del nivel n°20, como se muestra en la Tabla 52. Finalmente, se muestra en la Figura 50 los porcentajes de los tipos de trabajo.

Tabla 52

Tipos de porcentajes con respecto al vaciado de concreto de placas del sector 3 - nivel 20

tipo de trabajo	leyenda	parcial	total	incidencia total	incidencia por trabajo	%
TP	OP	47	238	14%	20%	71%
	M	43		13%	18%	
	R	0		0%	0%	
	V	50		15%	21%	
	VC	98		29%	41%	
TC		0	29	0%	0%	9%
	MV	8		2%	28%	
	AM	0		0%	0%	
	I	21		6%	72%	
	MOV	0	0%	0%		
TNC	VI	0	68	0%	0%	20%
	N	0		0%	0%	
	CM	41		12%	60%	
	E	27		8%	40%	
	AV	0		0%	0%	
	HC	0		0%	0%	
TOTAL		335	335	100%		100%

Fuente: Elaboración Propia

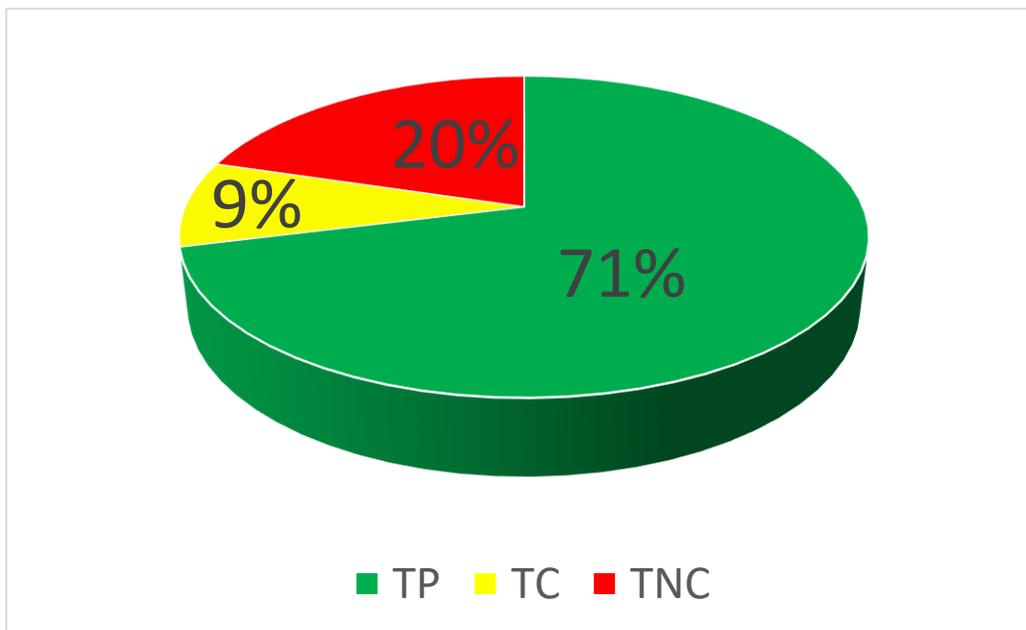


Figura 50 Porcentajes de los tipos de trabajo en la partida de vaciado de concreto del sector 3 de placas - nivel n°20

Fuente: Elaboración Propia

5. Se realizó el siguiente gráfico para identificar el porcentaje de flujos no contributivos que incidieron en el rendimiento de la mano de obra de esta actividad (ver Figura 51).

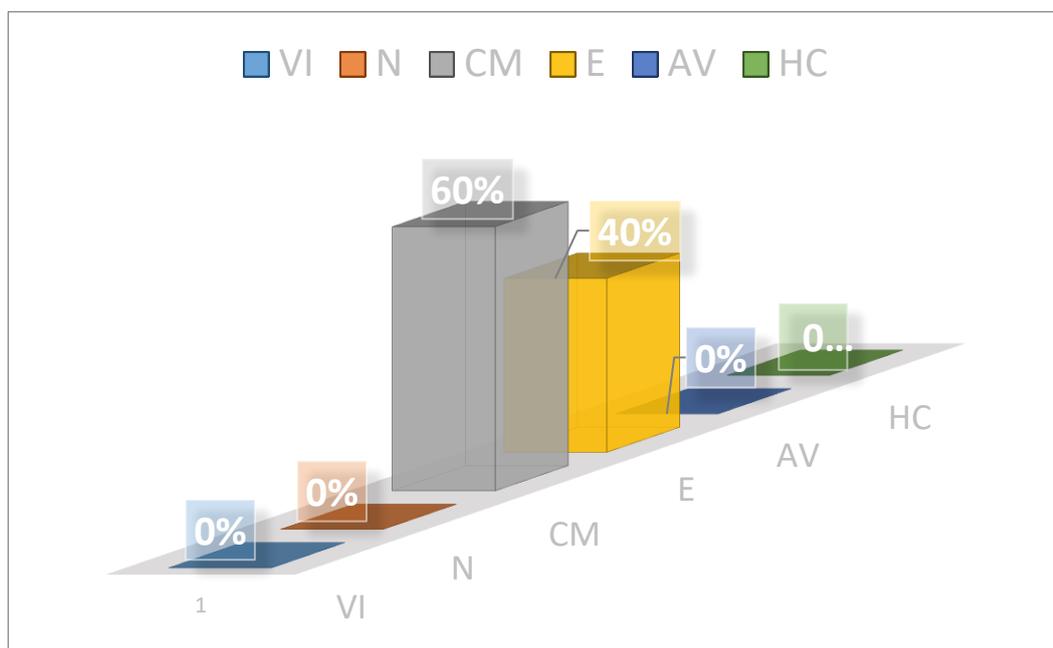


Figura 51 Porcentajes de flujos no contributivos de vaciado de concreto del sector 3 de placas del nivel n°20
Fuente: Elaboración Propia.

6. Luego se identificaron los flujos no contributivos y se observó cómo estas actividades influyen en el tiempo del vaciado de concreto de placas del sector 3 del nivel n°20, se obtuvo el rendimiento del m3 por día (jornada laboral de 8 horas), que arrojó un resultado de 140.00 m3/día, como se muestra a continuación en la Tabla 53.

Tabla 53
Rendimiento de m3 por día del vaciado de concreto de placas del sector 3 del nivel n°20

SECTOR 3 - ELEMENTOS VERTICALES	
m3	t(min)
21	72
x	480
X =	140.00 (m3/día)

Fuente: Elaboración Propia

4.4. Recursos involucrados

En la presente investigación, se realizó un análisis de los recursos involucrados en el vaciado de concreto para elementos estructurales de la superestructura del proyecto *Modo Student Residence*. Dicha actividad se realizó a través de un sistema de bombeo del concreto hidráulico con la Torre de Distribución Hidráulica (TDH), siendo éste el equipo principal del análisis.

A continuación, se cuantificaron los recursos involucrados detallando cada uno de ellos y explicando su influencia en el siguiente análisis:

4.4.1. Tiempo de vaciado.

El tiempo de vaciado se determinó mediante el *Look Ahead Ejecutado*, considerando que el vaciado de concreto con la torre de distribución hidráulica se inició desde el Nivel n° 2 y finalizó en el Nivel n° 20.

El vaciado del concreto del Nivel n°2 -Sector 01, inició el jueves 04 de abril del 2019 y vaciado del concreto del techo del Nivel n°20 – Sector 3, finalizó el viernes 05 de julio del 2019. El tiempo del vaciado de concreto hidráulico solo entre las zonas mencionadas anteriormente de la obra *Modo Student Residence* fue de 3 meses y 1 día.

4.4.2. Metrado total de concreto de los elementos estructurales.

La cantidad de metros cúbicos de concreto que se vaciaron desde el nivel n° 02 hasta el nivel n°20, se determinaron mediante las cartas balance (ver anexo III), y verificada con los planos estructurales del proyecto *Modo Student Residence* (ver Figura 52 y Anexo V).

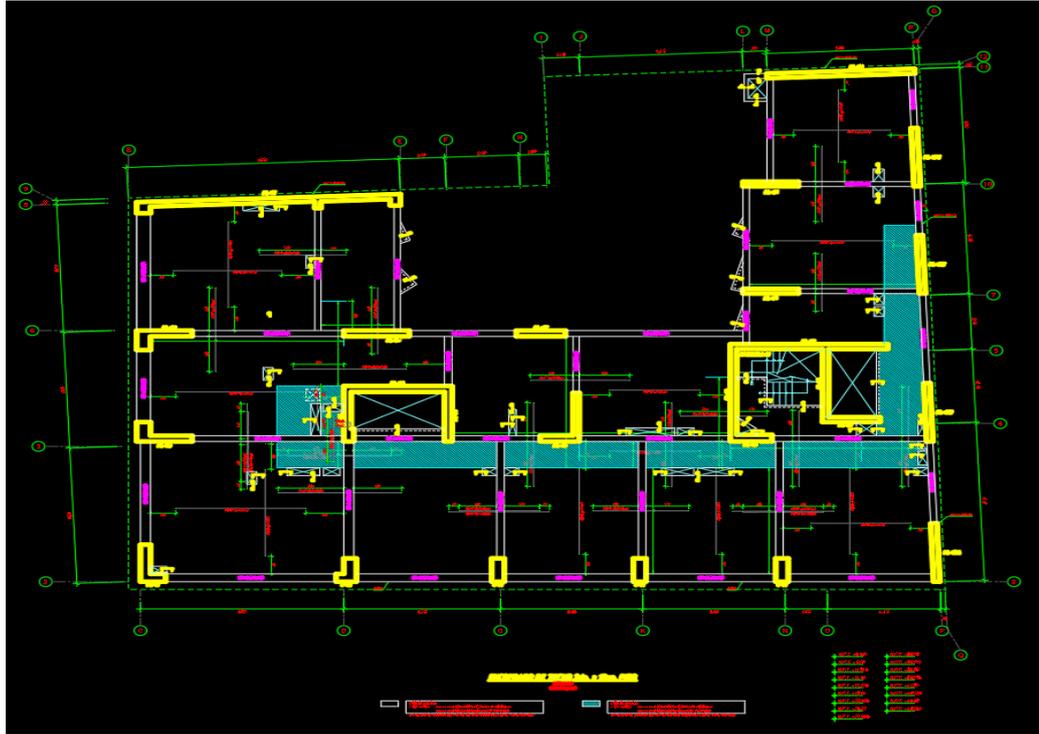


Figura 52 Plano de estructuras del Nivel n°2 al Nivel N°18
Fuente: *Modo Student Residence*

Con esta información se pudo determinar las cantidades de concreto para cada tipo de elemento en cada sector, las cuales se muestran en la siguiente Tabla 54:

Tabla 54
Cantidad de concreto por sectores del proyecto Modo

.SECTOR	ELEMENTOS HORIZONTALES	ELEMENTOS VERTICALES
S1	63 m3	24 m3
S2	41 m3	17 m3
S3	38 m3	21 m3

Fuente: Elaboración Propia.

Finalmente se obtuvo un metrado total de 3876.00 m3 de concreto hidráulico, los cuales fueron bombeados mediante el sistema de bombo con el uso de la torre de distribución hidráulica.

4.4.3. Costo del servicio del bombeo de concreto con la torre de distribución hidráulica.

Para el costo del servicio del sistema de bombeo del concreto hidráulico, se obtuvo la cotización final de la empresa Zach Bombas Perú S.A.C, la cual proporcionó el servicio durante la ejecución de la partida del vaciado del concreto en obra, emitiendo un costo total como se muestra a continuación (ver Figura 53)

BOMBAS ZACH PERU S.A.C.		COTIZACION N° : 1225	
RUC:20557168118 Giro : Fab. de Bombas, Compresores y Grifos. Dirección : Sublote 2A de la Manzana "G" frente a la Avenida Nueve, Cooperativa Las Vertientes, Villa el Salvador - Lima. Fono : 7199007 E-mail : zachperu@zach.com.pe		FECHA: 05/02/2019	
CLIENTE :		PLANTA :	
RUT :		OBRA :	MODO
CONTACTO :		DIRECCION :	UNIVERSITARIA CON TULI
DIRECCION :		COMUNA :	LIMA
CIUDAD :	Lima		
FONO :			
Cant.	Servicio	Valor Neto	
CIMENTACION, CASCO			
1	Precio Servicio con Bomba Estacionaria Fija en Obra (M3)	S/ 30,375	
1	Precio Servicio con bomba Estac. Fija + TDH (S/ por mes)	S/ 30,375	
1	Instalacion y Traslado TD Hidráulico a obra por equipo	S/ 10,500	

Figura 53 Cotización del servicio de bombeo de concreto hidráulico
Fuente: Zach Bombas Perú S.A.C

Como se muestra en la figura anterior el servicio de bombeo incluye una bomba estacionaria fija más la torre de distribución hidráulica, cuyo costo fue de S/ 30,375.00 nuevos soles por mes. El costo de la instalación y traslado del equipo necesario para el sistema de bombeo fue de S/ 10,500.00 nuevos soles. Con esta información se pudo determinar el costo para los 3 meses y 1 un día que duró el vaciado de concreto hidráulico del Nivel n°2 al Nivel n°20, cuyo costo fue S/ 102,637.50 nuevos soles.

4.4.4. Costo del grupo electrógeno.

El costo del grupo electrógeno que le brindo energía a la torre de distribución hidráulica fue proporcionado por la oficina de técnica de la obra *Modo Student Residence*, cuyas consideraciones fueron las siguientes:

- Alquiler de grupo electrógeno para TDH: \$ 730.00 dólares americanos por mes.
- Combustible: El grupo electrógeno tiene un rendimiento de 110 galones por mes, cuyo costo asciende a S/ 1,193.50 nuevos soles mensuales.

Con lo mencionado anteriormente se pudo determinar el costo que generó el uso del grupo electrógeno por los 3 meses y 1 día, fue de S/ 10,927.58 nuevos soles.

4.4.5. Costo de las horas hombre.

Para calcular el costo de las cuadrillas utilizadas para la partida de vaciado de concreto hidráulico, se realizó un análisis de costos unitario solo para la mano de obra utilizada. Este análisis fue realizado para los elementos estructurales verticales y horizontales en cada uno de los 3 sectores. A continuación, se muestran los análisis de costos unitarios mencionados:

- Costo de las horas hombre para el vaciado de concreto hidráulico de losas macizas y vigas en el Sector 01 (ver Tabla 55).

Tabla 55

Costo de horas hombre de los elementos horizontales del sector 1

SECTOR 1- ELEMENTOS HORIZONTALES							
ZONA1 / LOSA MACIZA-VIGAS						U.M. :	m3
MANO DE OBRA		CUADRIL LA	CANTIDA D	P.PARCIAL	P.TOTA L	Rendimient o :	208.5517
CAPATA Z	HH	1.00	0.04	26.2500	1.01	62.00	62.43
OPERARI O	HH	2.00	0.08	20.1900	1.55	62.00	96.04
OFICIAL	HH	3.00	0.12	16.1700	1.86	62.00	115.37
PEON	HH	2.00	0.08	14.5800	1.12	62.00	69.35
MANO DE OBRA					5.54		343.19

Fuente: Elaboración propia.

El costo unitario de la mano de obra para la partida de vaciado de concreto para losas macizas y vigas tuvo un valor de S/ 5.54 nuevos soles por m³, y el valor total para 63 m³ asciende a S/ 343.19 nuevos soles.

- Costo de las horas hombre para el vaciado de concreto hidráulico de placas y columnas en el Sector 01 (ver Tabla 56).

Tabla 56

Costo de las horas hombre de los elementos verticales del sector 1

SECTOR 1- ELEMENTOS VERTICALES							
ZONA 1 / ELEMENTOS VERTICALES						U.M. :	m3
MANO DE OBRA		CUADRILLA	CANTIDAD	P.PARCIAL	P.TOTAL	Rendimiento :	123.8710
CAPATAZ	HH	1.00	0.06	26.2500	1.70	24.00	40.69
OPERARIO	HH	2.00	0.13	20.1900	2.61	24.00	62.59
OFICIAL	HH	3.00	0.19	16.1700	3.13	24.00	75.19
PEON	HH	2.00	0.13	14.5800	1.88	24.00	45.20
MANO DE OBRA					9.32		223.67

Fuente: Elaboración propia.

El costo unitario de la mano de obra para la partida de vaciado de concreto para columnas y placas tuvo un valor de S/ 9.32 nuevos soles por m3, y el valor total para 24 m3 asciende a S/ 223.67 nuevos soles.

- Costos de las horas hombre para el vaciado de concreto hidráulico de losas macizas y vigas en el Sector 02 (ver Tabla 57).

Tabla 57
Costo de las horas hombre de los elementos horizontales del sector 2

SECTOR 2- ELEMENTOS HORIZONTALES								
ZONA 2 / LOSA MACIZA - VIGAS							U.M. :	m3
MANO DE OBRA		CUADRILLA	CANTIDAD	P.PARCIAL	P.TOTAL	Rendimiento	:	180.5505
CAPATAZ	HH	1.00	0.04	26.2500	1.16	43.00	:	50.01
OPERARIO	HH	2.00	0.19	20.1900	2.79	43.00	:	76.94
OFICIAL	HH	3.00	0.13	16.1700	2.15	43.00	:	92.43
PEON	HH	2.00	0.09	14.5800	1.29	43.00	:	55.56
					MANO DE OBRA	9.32		274.93

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario de la mano de obra para la partida de vaciado de concreto para losas macizas y vigas tuvo un valor de S/ 6.39 nuevos soles por m3, y el valor total para 41 m3 asciende a S/ 274.93 nuevos soles.

- Costos de las horas hombre para el vaciado de concreto hidráulico de placas y columnas en el Sector 02 (ver Tabla 58).

Tabla 58
Costo de las horas hombre de los elementos verticales del sector 2

SECTOR 2 - ELEMENTOS VERTICALES								
ZONA 2 / ELEMENTOS VERTICALES							U.M. :	m3
MANO DE OBRA		CUADRILLA	CANTIDAD	P.PARCIAL	P.TOTAL	Rendimiento	:	120.0000
CAPATAZ	hh	1.00	0.07	26.2500	1.75	23.00	:	40.25
OPERARIO	hh	2.00	0.13	20.1900	2.69	23.00	:	61.92
OFICIAL	hh	3.00	0.20	16.1700	3.23	23.00	:	74.38
PEON	hh	2.00	0.13	14.5800	1.94	23.00	:	44.71
					MANO DE OBRA	9.62		221.26

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario de la mano de obra para la partida de vaciado de concreto para placas y columnas tuvo un valor de S/ 9.62 nuevos soles por m3, y el valor total para 17 m3 asciende a S/ 221.26 nuevos soles.

- Costos de las horas hombre para el vaciado de concreto hidráulico de losas macizas, vigas y escaleras en el Sector 03 (ver Tabla 59).

Tabla 59
Costo de las horas hombre de los elementos horizontales del sector 3

SECTOR 3 - ELEMENTOS HORIZONTALES								
ZONA 3 / LOSA MACIZA-VIGAS-ESCALERAS							U.M. :	m3
MANO DE OBRA	CUADRILLA	CANTIDAD	P.PARCIAL	P.TOTAL	Rendimiento :		165.8182	
CAPATAZ	hh	1.00	0.05	26.2500	1.27	31.00	39.26	
OPERARIO	hh	2.00	0.10	20.1900	1.95	31.00	60.39	
OFICIAL	hh	3.00	0.14	16.1700	2.34	31.00	72.55	
PEON	hh	2.00	0.10	14.5800	1.41	31.00	43.61	
				MANO DE OBRA	6.96		215.82	

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario de la mano de obra para la partida de vaciado de concreto para losas macizas, vigas y escaleras tuvo un valor de S/ 6.96 nuevos soles por m3, y el valor total para 38 m3 asciende a S/ 215.82 nuevos soles.

- Costos de las horas hombre para el vaciado de concreto hidráulico de placas en el Sector 03 (ver Tabla 60).

Tabla 60
Costo de las horas hombre de los elementos verticales del sector 3

SECTOR 3 - ELEMENTOS VERTICALES								
ZONA 3 / ELEMENTOS VERTICALES							U.M. :	m3
MANO DE OBRA	CUADRILLA	CANTIDAD	P.PARCIAL	P.TOTAL	Rendimiento :		140.0000	
CAPATAZ	hh	1.00	0.06	26.2500	1.50	20.00	30.00	
OPERARIO	hh	2.00	0.11	20.1900	2.31	20.00	46.15	
OFICIAL	hh	3.00	0.17	16.1700	2.77	20.00	55.44	
PEON	hh	2.00	0.11	14.5800	1.67	20.00	33.33	
				MANO DE OBRA	8.25		164.91	

Fuente: Elaboración propia

El costo unitario de la mano de obra para la partida de vaciado de concreto para losas macizas, vigas y escaleras tuvo un valor de S/ 8.25 nuevos soles por m3, y el valor total para 21 m3 asciende a S/ 164.91 nuevos soles.

Con los resultados obtenidos se determinó el costo que representa la mano de obra para cada uno de los niveles, finalmente el costo total desde el nivel 02 hasta el nivel 20 asciende a un valor de S/ 27,431.79 nuevos soles, como se muestra en la Tabla 61:

Tabla 61
Costo de la mano de obra total del nivel n°02 al nivel n°20

PRECIO DE LA MANO DE OBRA DE 2do al 20vo Piso				
PISO 2	S/	833.94	S/	609.84
PISO 3	S/	833.94	S/	609.84
PISO 4	S/	833.94	S/	609.84
PISO 5	S/	833.94	S/	609.84
PISO 6	S/	833.94	S/	609.84
PISO 7	S/	833.94	S/	609.84
PISO 8	S/	833.94	S/	609.84
PISO 9	S/	833.94	S/	609.84
PISO 10	S/	833.94	S/	609.84
PISO 11	S/	833.94	S/	609.84
PISO 12	S/	833.94	S/	609.84
PISO 13	S/	833.94	S/	609.84
PISO 14	S/	833.94	S/	609.84
PISO 15	S/	833.94	S/	609.84
PISO 16	S/	833.94	S/	609.84
PISO 17	S/	833.94	S/	609.84
PISO 18	S/	833.94	S/	609.84
PISO 19	S/	833.94	S/	609.84
PISO 20	S/	833.94	S/	609.84
SUBTOTAL	S/	15,844.85	S/	11,586.95
TOTAL	S/	27,431.79		Nuevos soles

Fuente: Elaboración propia

4.4.6. Costo total de bombeo para un metro cúbico de concreto.

Una vez obtenidos todos los recursos involucrados para la partida del vaciado de concreto hidráulico el sistema de bombeo que utiliza la torre de distribución hidráulica, se realizó el análisis para determinar el costo para un m³ de concreto colocado que representa este sistema, mediante la siguiente fórmula:

$$1\text{m}^3 \text{ de concreto} = \frac{\text{Costo del sistema de bombeo con la TDH} + \text{Costo de las Horas Hombre}}{\text{Metrado Total}}$$

Donde:

- Costo del sistema de bombeo con la TDH = Costo de servicio de bombeo de concreto hidráulico + Costo de grupo electrógeno
- Costo del sistema de bombeo con la TDH = 113,565.08 nuevos soles

Reemplazando todos los valores obtenidos anteriormente, arrojó como resultado:

$$1\text{m}^3 \text{ de concreto} = \frac{[(113,656.08) + 27,431.79] \text{ nuevos soles}}{3,876.00 \text{ m}^3}$$

Finalmente se obtuvo el costo para 1 m³ de concreto colocado.

$$1\text{m}^3 \text{ de concreto} = 36.38 \frac{\text{nuevos soles}}{\text{m}^3}$$

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Cronograma

Para la presente investigación, se realizaron los trenes de trabajo de acuerdo a la división de las actividades por día y a los sectores detallados en ítem 4.2.2, teniendo en cuenta que nuestro estudio toma como punto de inicio el Nivel 2, ya que a partir de este nivel se iniciaron los vaciados de concreto con la TDH, donde fue aplicado el nuevo planteamiento del *Look Ahead* Ejecutado de la siguiente manera:

- Día 1:
 - Habilitación del acero de los elementos verticales, IIEE e IISS del Sector 1 – Nivel 2.
 - Encofrado de losas y vigas de piso del Sector 1 – Nivel 2, además es el techo del Sector 1 – Nivel 1.
 - Habilitación del acero, IIEE e IISS de elementos horizontales del Sector 1 – Nivel 2.
 - Encofrado y vaciado de los elementos verticales del Sector 2 – Nivel 1.
 - Habilitación del acero de vigas del Sector 2 – Nivel 1, además es el piso del Sector 2 – Nivel 2.
 - Se realizó el vaciado de los elementos horizontales del Sector 3 – Nivel 1.

En la figura 54 se puede observar la estructura al finalizar el día.

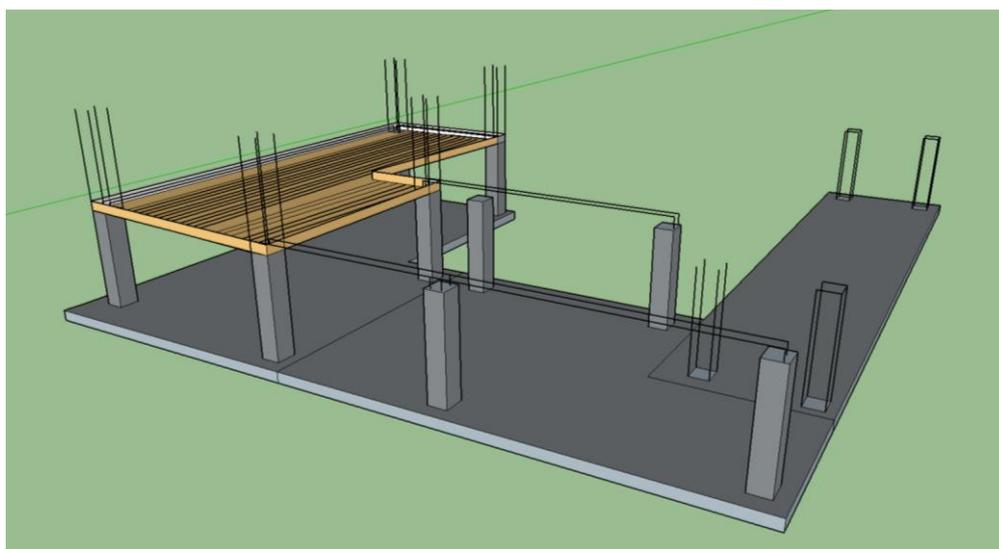


Figura 54 Estructura al finalizar el día 01 del tren de trabajo del nivel 2
Fuente: Elaboración propia

- Día 2:
 - Se inició la habilitación del acero de elementos verticales en el Sector 2 – Nivel 2.
 - Se realizó el encofrado y vaciado de los elementos verticales del Sector 3 – Nivel 1.
 - Se realizó la habilitación del acero de vigas del Sector 3 – Nivel 1, además es el piso del Sector 2 – Nivel 2.
 - Se realizó el encofrado y habilitación de acero, IIEE e IISS de los elementos horizontales del Sector 2 – Nivel 2, además es el techo del Sector 2 – Nivel 1.
 - Se realizó el vaciado de concreto de la losa de piso del Sector 1 – Nivel 2, además es el techo del Sector 1 – Nivel 1.

En la figura 55 se puede observar la estructura al finalizar el día.

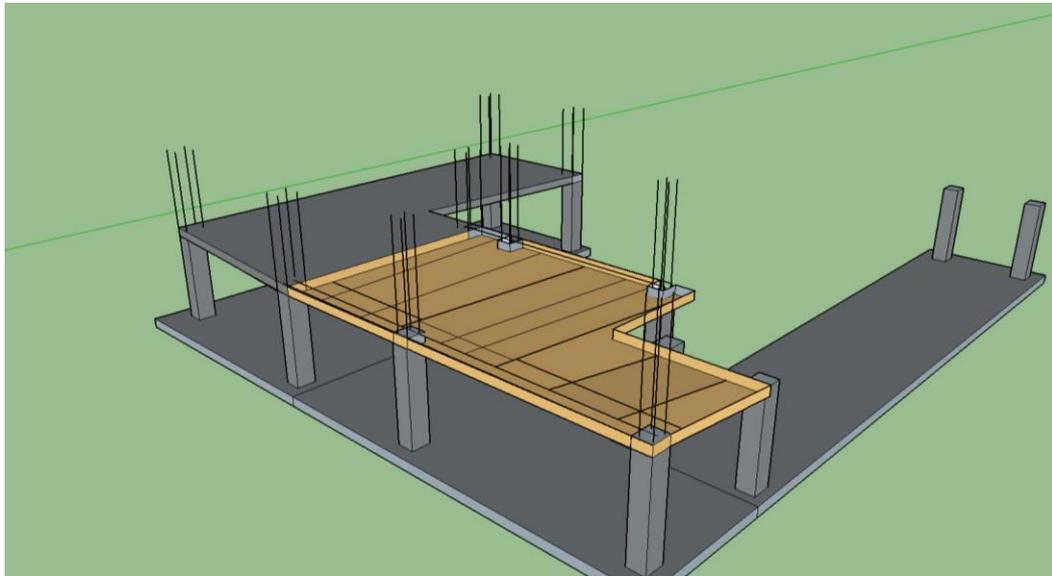


Figura 55 Estructura al finalizar el día 02 del tren de trabajo del nivel 2
Fuente: Elaboración propia

- Día 3:
 - Se inició la habilitación del acero de elementos verticales en el Sector 1 – Nivel 2.
 - Se realizó el encofrado y vaciado de los elementos verticales del Sector 3 – Nivel 1.
 - Se realizó la habilitación del acero de vigas del Sector 1 – Nivel 2 además es el piso del Sector 1 – Nivel 3.
 - Se realizó el encofrado y habilitación de acero, IIEE e IISS de los elementos horizontales del Sector 3 – Nivel 1, además es el piso del Sector 3 – Nivel 2.

- Se realizó el vaciado de concreto de la losa de piso del Sector 2 – Nivel 2, además es el techo del Sector 2 – Nivel 1.

En la figura 56 se puede observar la estructura al finalizar el día.

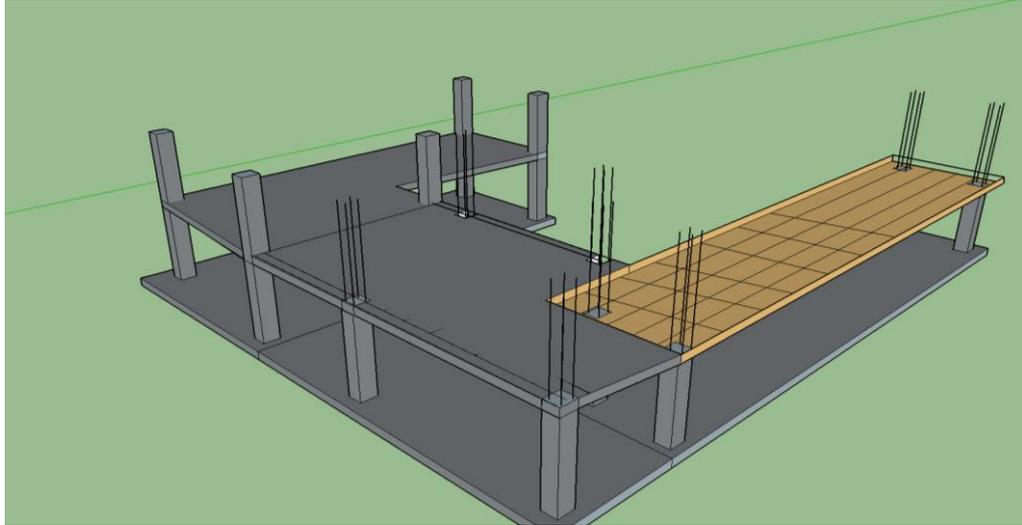


Figura 56 Estructura al finalizar el día 03 del tren de trabajo del nivel 2
Fuente: Elaboración propia

- Día 4:
 - Se inició la habilitación del acero de elementos verticales en el Sector 1 – Nivel 3.
 - Se realizó el encofrado y vaciado de los elementos verticales del Sector 2 – Nivel 2.
 - Se realizó la habilitación del acero de vigas del Sector 2 – Nivel 2, además es el piso del Sector 2 – Nivel 3.
 - Se realizó el encofrado, habilitación de acero, IIEE e IISS de los elementos horizontales del techo del Sector 1 – Nivel 2, además es el piso del Sector 1 – Nivel 3.
 - Se realizó el vaciado de concreto de la losa de piso del Sector 3 – Nivel 2, además es el techo del Sector 3 – Nivel 1.

En la figura 57 se puede observar la estructura al finalizar el día.

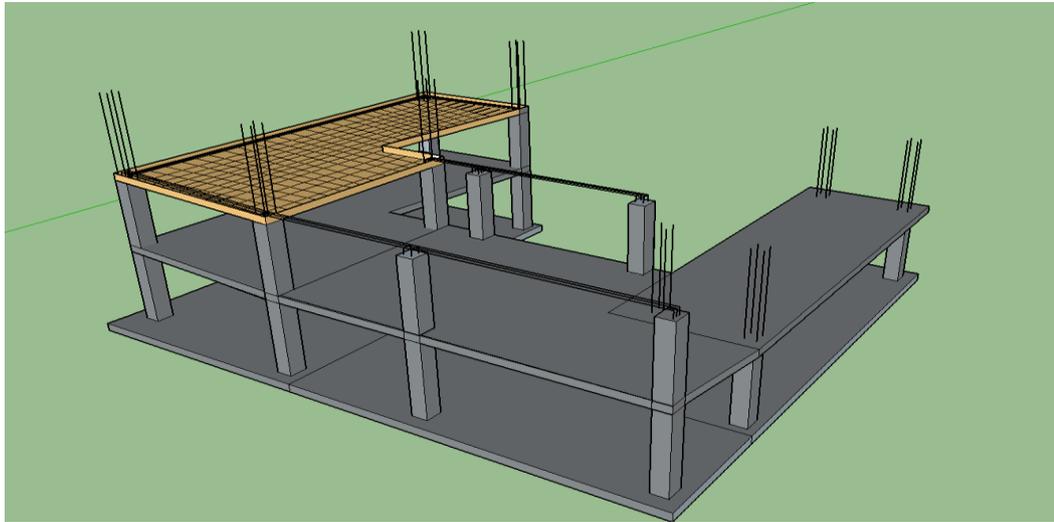


Figura 57 Estructura al finalizar el día 04 del tren de trabajo del nivel 2
Fuente: Elaboración propia

- Día 5:
 - Se inició la habilitación del acero de elementos verticales en el Sector 2 – Nivel 3.
 - Se realizó el encofrado y vaciado de los elementos verticales del Sector 3 – Nivel 2.
 - Se realizó la habilitación del acero de vigas del Sector 3 – Nivel 2, además es el piso del Sector 3 – Nivel 2.
 - Se realizó el encofrado, habilitación de acero, IIEE e IISS de los elementos horizontales del techo del Sector 2 – Nivel 2, además es el piso del Sector 2 – Nivel 3.
 - Se realizó el vaciado de concreto de la losa de techo del Sector 1 – Nivel 2, además es el piso del Sector 1 – Nivel 3.

En la figura 58 se puede observar la estructura al finalizar el día.

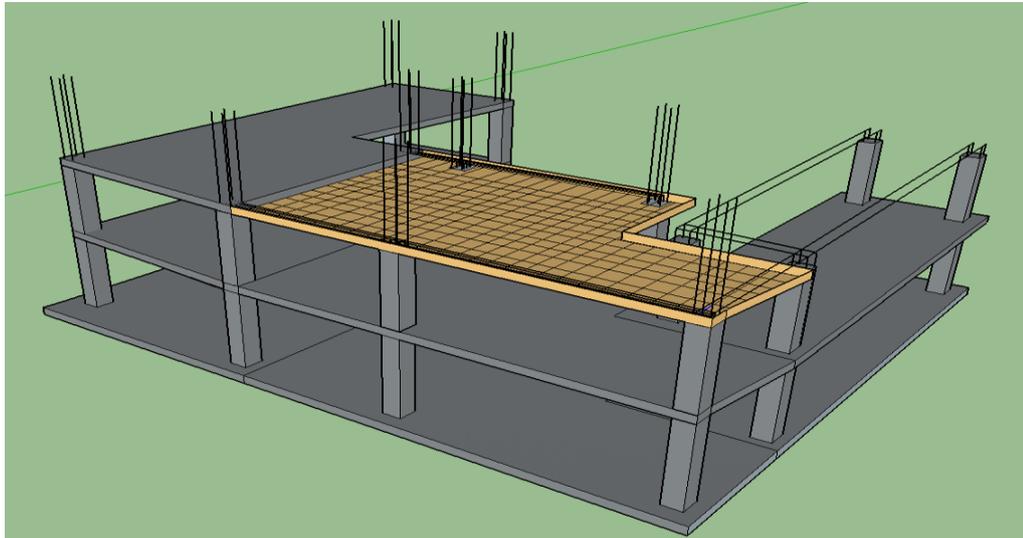


Figura 58 Estructura al finalizar el día 05 del tren de trabajo del nivel 2
Fuente: Elaboración propia

- Día 6:
 - Se inició la habilitación del acero de elementos verticales en el Sector 3 – Nivel 3.
 - Se realizó el encofrado y vaciado de los elementos verticales del Sector 1 – Nivel 3.
 - Se realizó la habilitación del acero de vigas del Sector 1 – Nivel 3.
 - Se realizó el encofrado, habilitación de acero, IIEE e IISS de los elementos horizontales del techo del Sector 3 – Nivel 2, además es el piso del Sector 3 – Nivel 3.
 - Se realizó el vaciado de concreto de la losa de techo del Sector 2 – Nivel 2, además es el piso del Sector 1 – Nivel 3.

En la figura 59 se puede observar la estructura al finalizar el día.

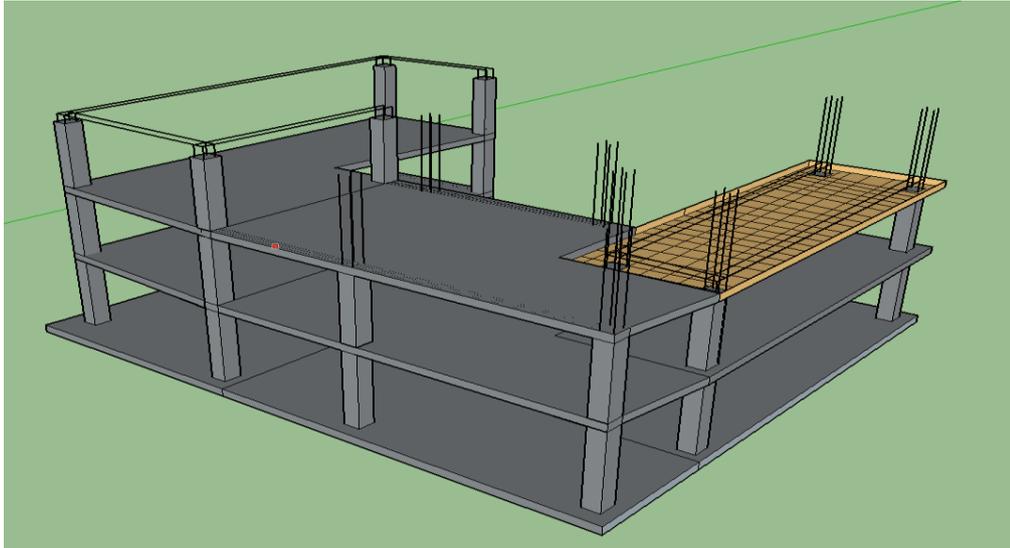


Figura 59 Estructura al finalizar el día 06 del tren de trabajo del nivel 2
Fuente: Elaboración propia

- Día 7:
 - Se realizó el encofrado y vaciado de los elementos verticales del Sector 2 – Nivel 3.
 - Luego se realizó la habilitación del acero de vigas del Sector 1 – Nivel 3.
 - Se realizó el encofrado de fondos de viga, costados de viga y fondo de losa del techo del Sector 1 – Nivel 3.
 - Se realizó el vaciado de concreto de la losa de techo del Sector 3 – Nivel 2, además es el piso del Sector 3 – Nivel 3

En la figura 60 se puede observar la estructura al finalizar el día.

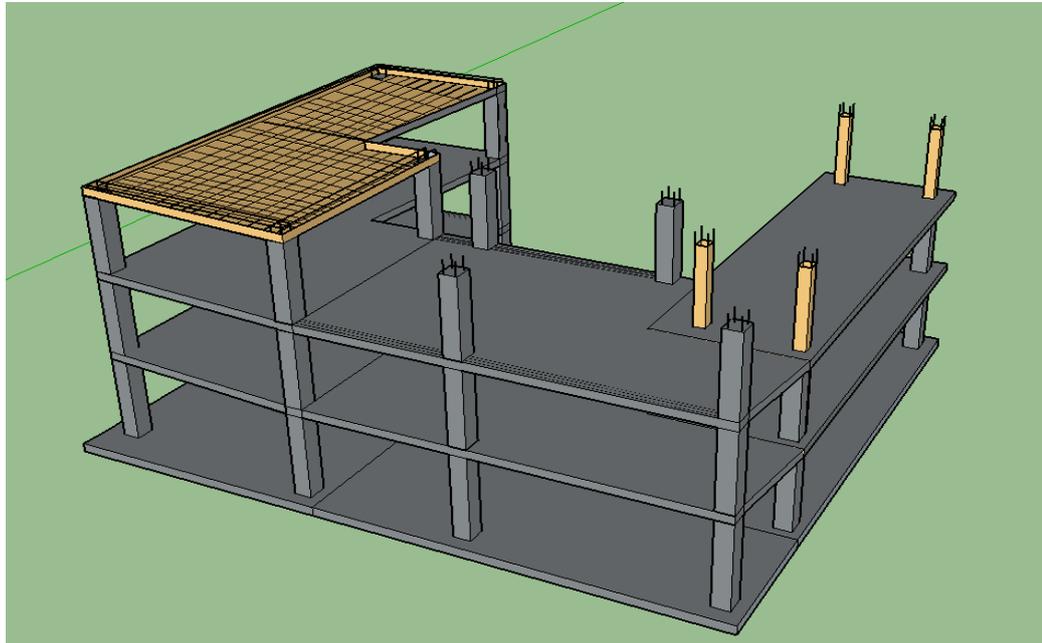


Figura 60 Estructura al finalizar el día 06 del tren de trabajo del nivel 2
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con lo explicado anteriormente, se terminó con el vaciado de todos los elementos verticales y horizontales nivel 2 en 5 días aproximadamente, además de realizarse trabajos de encofrado y habilitación de acero paralelamente en el nivel 1 y nivel 3, pues los trenes de trabajo deben seguir con sus actividades sin interrupción. Por lo tanto, se continuó con la misma secuencia para los pisos superiores y se cumplió con lo programado en el Look Ahead.

Al cumplir con lo planteado en el Look Ahead Ejecutado (sectorización y trenes de trabajo), el vaciado del concreto con la torre de distribución hidráulica para los elementos estructurales horizontales y verticales durante la ejecución de la obra se terminó en 3 meses y 1 día (ver Anexo II).

Teniendo como inicio el vaciado del concreto del piso del nivel n°2 del sector 1 (techo del nivel n°1) el día jueves 04 de abril del 2019 (ver Figura 61) y el último vaciado del techo del nivel n°20 del sector 3 (piso del nivel n°21), realizada el viernes 05 de julio del 2019 (ver Figura 62).

MODO						
Semana del año	SEMANA 14					
Semana de ejecución	SEMANA 27					
LOOKAHEAD DE OBRA	L	M	M	J	V	S
	1-Abr	2-Abr	3-Abr	4-Abr	5-Abr	6-Abr
CONCRETO						
TECHOS						
ACERO EN VIGAS	S1 - 1	S1 - 1		S2 - 1		S3 - 1
ENCOFRADO FONDOS DE VIGA		S1 - 1	S1 - 1		S2 - 1	
ENCOFRADO FONDO DE LOSA Y COSTADOSVIGA		S1 - 1	S1 - 1		S2 - 1	
ACERO EN MALLAS Y REFUERZOS			S1 - 1		S2 - 1	
IIEE+IISS			S1 - 1		S2 - 1	
CONCRETO				S1 - 1		S2 - 1
DESENCOFRADO LOSA (3 niveles)						
DESENCOFRADO VIGAS (3 niveles)						

Figura 61 Inicio del vaciado del concreto del piso del Nivel n°2 – Sector 1 (techo del Nivel n°1)
Fuente: Look ahead ejecutado proyecto Modo

MODO					
Semana del año	SEMANA 27				
Semana de ejecución	SEMANA 40				
LOOKAHEAD DE OBRA	M	M	J	V	S
	2-Jul	3-Jul	4-Jul	5-Jul	6-Jul
CONCRETO					
TECHOS					
ACERO EN VIGAS	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21	S3 - 21
ENCOFRADO FONDOS DE VIGA	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21
ENCOFRADO FONDO DE LOSA Y COSTADOSVIGA	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21
ACERO EN MALLAS Y REFUERZOS	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21
IIEE+IISS	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21
CONCRETO	S3 - 19	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21
DESENCOFRADO LOSA (3 niveles)	S2 - 17	S3 - 17	S1 - 18	S2 - 18	
DESENCOFRADO VIGAS (3 niveles)	S2 - 17	S3 - 17	S1 - 18	S2 - 18	

Figura 62 Término del vaciado del concreto del techo del Nivel n°20 - Sector3 (piso del Nivel n°21)
Fuente: Look ahead ejecutado proyecto Modo

Finalmente, con el nuevo planteamiento de los sectores de la obra, se consiguió una adecuada secuencia de los trenes de trabajo y se redujo el tiempo del vaciado de concreto de 160 a 91 días, lo que representó un 43% de ahorro.

5.2. Flujos no contributivos

El procedimiento desarrollado en el ítem 4.3, se aplicó para todas las cartas balance elaboradas en la investigación (ver Anexo III), arrojando como resultados los flujos no contributivos que se generaron con el uso de torre de distribución hidráulica para cada sector de los diferentes niveles, tanto para elementos verticales como horizontales del proyecto.

5.2.1. Porcentaje de flujos no contributivos de elementos horizontales.

Tomando como referencia el nivel 13 para el sector 1, el nivel 11 para el sector 2 y el nivel 10 para el sector 3, se obtuvo como resultado un porcentaje de los flujos no contributivos como se muestra en la Figura 63, Figura 64 y Figura 65:

- Elementos Horizontales nivel 13 – sector 1.

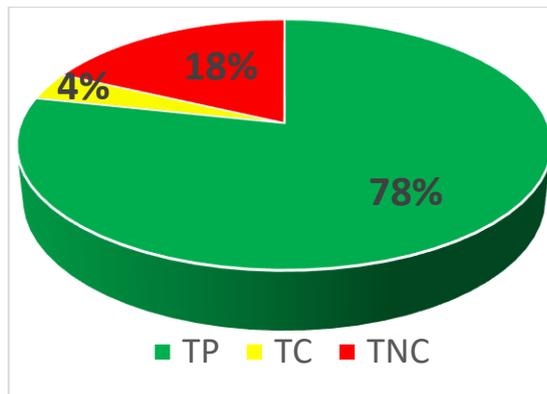


Figura 63 Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 1- Nivel n° 13
Fuente: Elaboración propia

- Elementos Horizontales nivel 11 – sector 2.

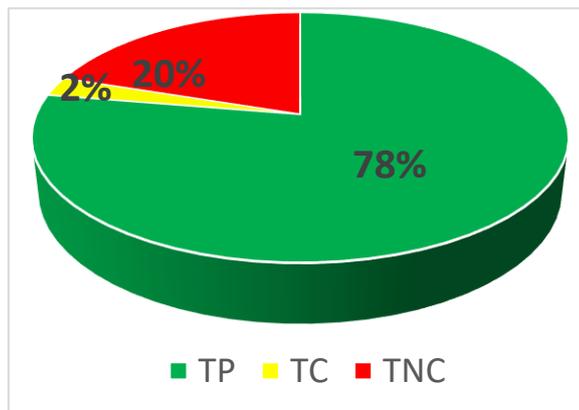


Figura 64 Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 2- Nivel n° 11
Fuente: Elaboración propia

- Elementos Horizontales nivel 10 – sector 3.

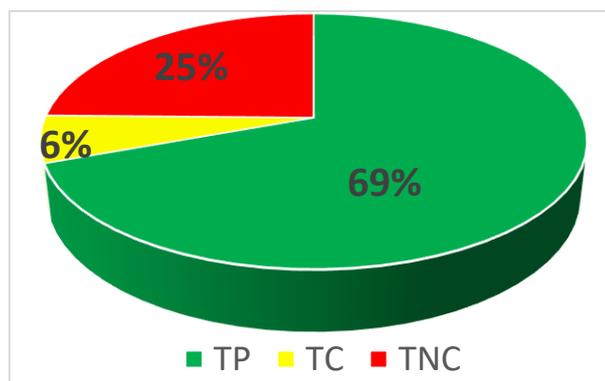


Figura 65 Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 3- Nivel n° 10
Fuente: Elaboración propia.

Con los gráficos anteriores, el porcentaje promedio para los flujos no contributivos de elementos horizontales resultó como se muestra en la Figura 66:

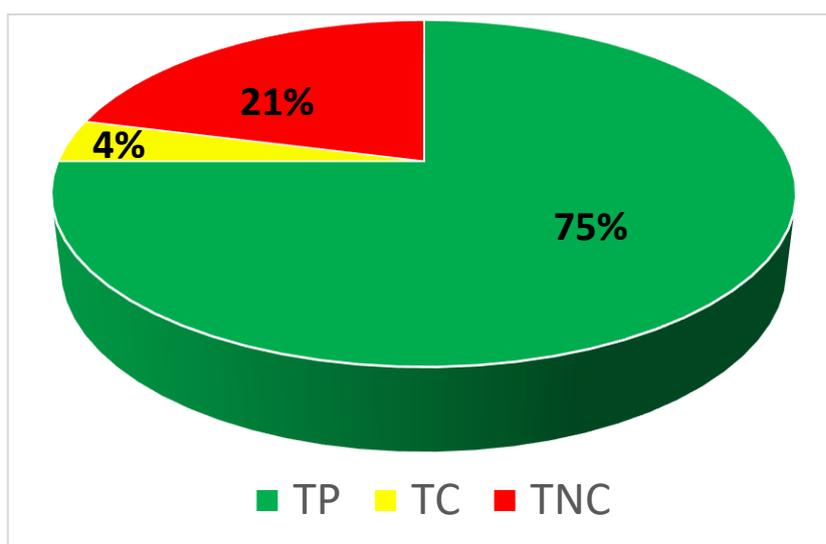


Figura 66 Porcentajes promedio de flujos no contributivos de elementos horizontales
Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Porcentaje de flujos no contributivos de elementos verticales.

Tomando como referencia el nivel 20 para el sector 1, el nivel 14 para el sector 2 y el nivel 15 para el sector 3, se obtuvo como resultado un porcentaje promedio de los flujos no contributivos como se muestra en la Figura 67, Figura 68 y Figura 69:

- Elementos Verticales nivel 20 – sector 1.

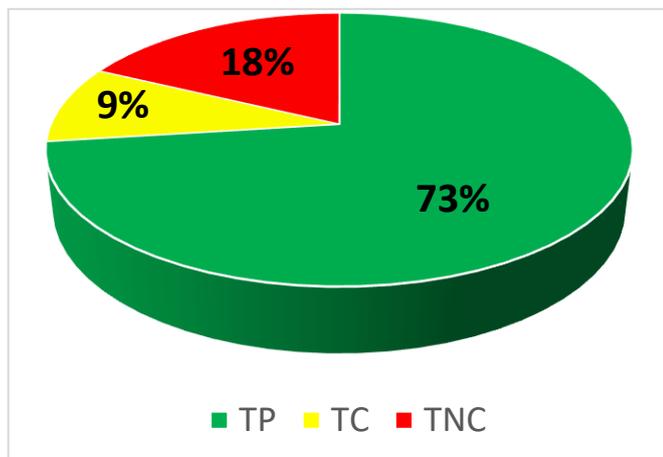


Figura 67 Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 1- Nivel n° 20
Fuente: Elaboración propia

- Elementos Verticales nivel 14 – sector 2

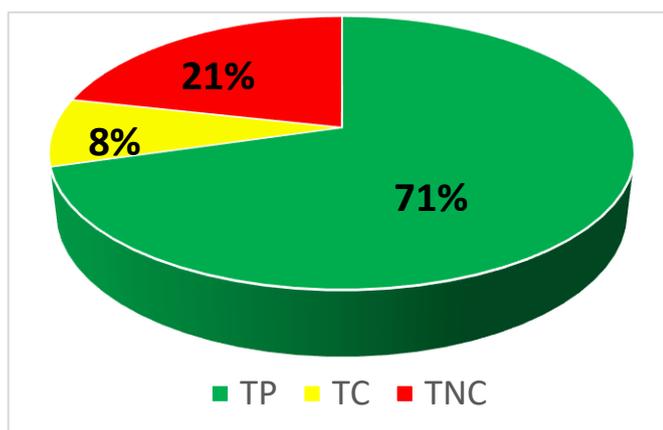


Figura 68 Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 2- Nivel n° 14
Fuente: Elaboración propia

- Elementos Verticales nivel 15 – sector 3

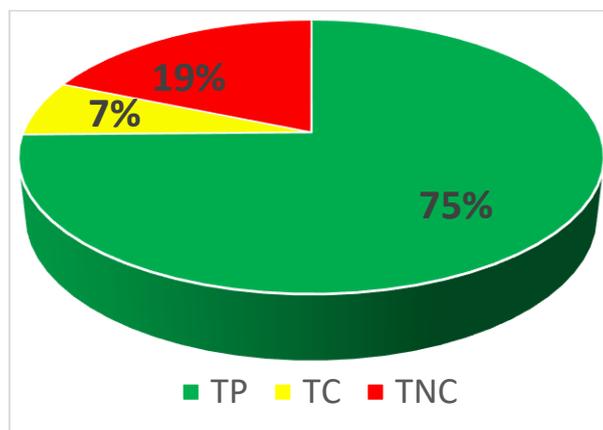


Figura 69 Porcentajes de los tipos de trabajo del sector 3- Nivel n° 15
Fuente: Elaboración propia

Con los gráficos anteriores, el porcentaje promedio para los flujos no contributivos de elementos verticales resultó como se muestra en la Figura 70:

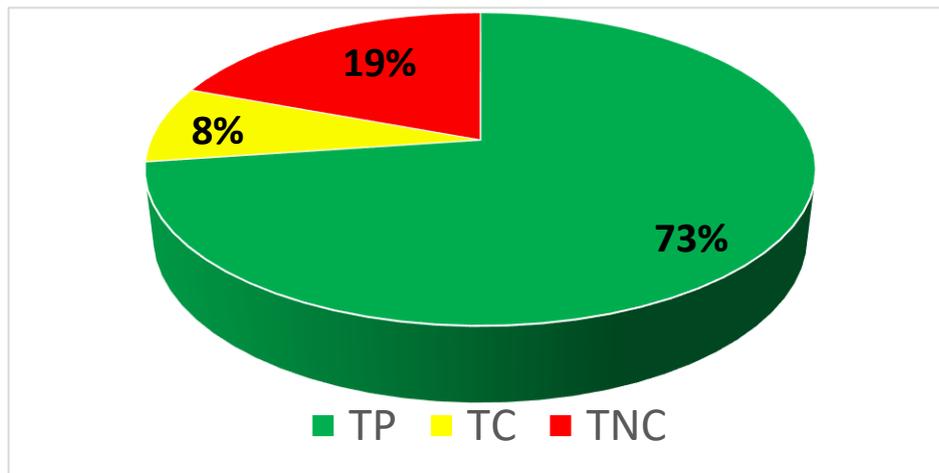


Figura 70 Porcentajes promedio de flujos no contributivos de elementos verticales
Fuente: Elaboración propia

5.2.3. Comparación de flujos no contributivos.

Luego de haber obtenido los promedios de flujos no contributivos mostrado en el ítem 5.2.1. y 5.2.2. se realizó una comparación de los porcentajes de flujos no contributivos del proyecto *Modo Student Residence* con el proyecto *Cerezos de Surco* desarrollado en la tesis “Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares”, donde se evaluó el desempeño a través de las cartas balances del vaciado de concreto en elementos verticales y horizontales, utilizando un sistema de bombeo convencional de bomba pluma hasta el nivel n° 10 y luego bomba estacionaria tipo TK (pp.63-83).

5.2.3.1. Comparación de flujos no contributivos para elementos horizontales.

Como se muestra en la Figura 66, el porcentaje de flujos no contributivos del proyecto *Modo* es de 21% a comparación de los 39.84% que representan los flujos del proyecto *Cerezos de Surco* (ver Figura 71).

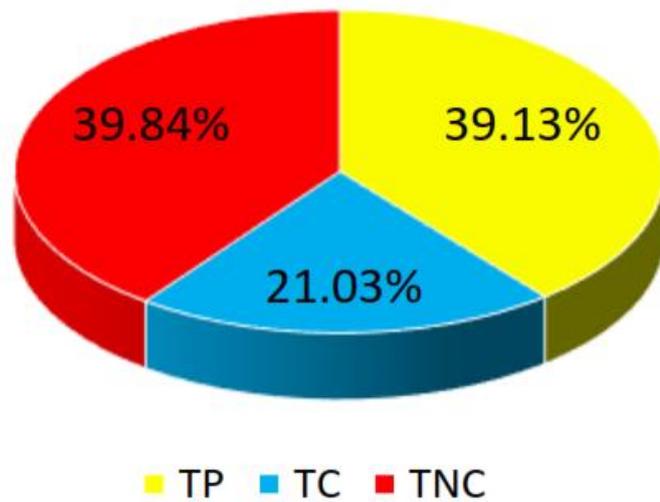


Figura 71 Porcentajes de flujos no contributorios de elementos horizontales del proyecto Cerezos de Surco
Fuente: Castillo y Flores (2016)

5.2.3.2. *Comparación de flujos no contributorios para elementos verticales.*

Como se muestra en la Figura 70, el porcentaje de flujos no contributorios del proyecto Modo es de 19% a comparación de los 38.37% que representan los flujos del proyecto Cerezos de Surco (ver Figura 72).

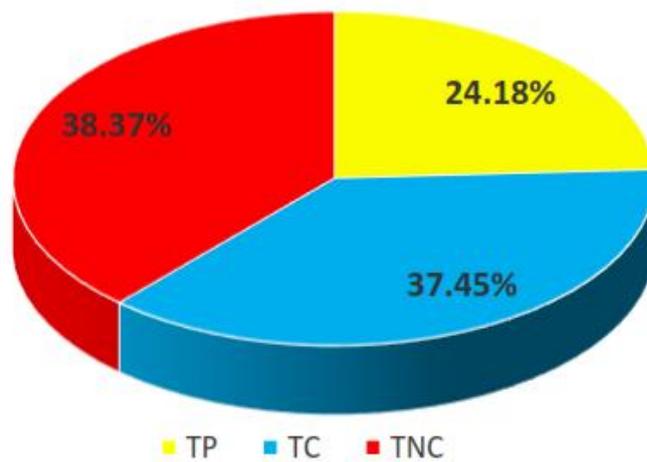


Figura 72 Porcentajes de flujos no contributorios de elementos verticales del proyecto Cerezos de Surco
Fuente: Castillo y Flores (2016)

5.2.4. Comparación de rendimientos.

En el ítem 4.3. se mostraron los valores de los rendimientos para el vaciado de concreto de elementos verticales y horizontales, además se obtuvo un rendimiento promedio para cada tipo de elemento. Estos rendimientos se muestran en las Tabla 62 y Tabla 63.

Tabla 62
Rendimiento del vaciado de concreto para elementos horizontales

Nivel	Sector	Rendimientos (m³/día)	Rendimiento Promedio (m³/día)
16	1	208.00	
14	2	180.55	184.79
12	3	165.82	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63
Rendimiento del vaciado de concreto para elementos verticales

Nivel	Sector	Rendimientos (m³/día)	Rendimiento Promedio (m³/día)
19	1	123.87	
11	2	120.00	127.96
20	3	140.00	

Fuente: Elaboración propia

Se compararon los rendimientos finales del proyecto *Modo Student Residence* con los rendimientos obtenidos en el proyecto Cerezos de Surco, donde se observó una diferencia de más del 50% en el vaciado de un metro cúbico del concreto en un día laboral, con respecto a la cantidad arrojada con el sistema que usa la torre de distribución hidráulica contra un sistema convencional, como se muestra en la Tabla 64:

Tabla 64
Comparación de rendimientos del proyecto Modo Student Residence y Cerezos de Surco

Tipo	Modo Student Residence (m3/día)	Cerezos de Surco (m3/día)
Horizontales	184.79	80
Verticales	127.96	55

Fuente: Elaboración propia

5.3. Recursos involucrados

En el ítem 4.4 se realizó un análisis de los recursos involucrados utilizando la torre de distribución hidráulica. Siendo necesario para consolidar el desarrollo antes mencionado, un ejemplo donde se aplicó el mismo análisis de recursos a un proyecto de características similares a las de *Modo Student Residence*, llamado “Marina”, pero que utilizó el sistema de bombeo convencional de bomba pluma en los 10 primeros pisos y en el resto de pisos se utilizó bomba estacionaria más tuberías montantes metálicas, para comparar los resultados, este proceso se explica a continuación:

5.3.1. Tiempo de vaciado.

El tiempo de vaciado del concreto se determinó mediante el cronograma de obra del proyecto Marina, considerando solo entre el nivel n° 2 y nivel n° 20 (ver Tabla 65).

Tabla 65
Duración del vaciado para los elementos estructurales horizontales y verticales

Fecha de inicio de vaciado 2do nivel	02/06/2016	
Fecha de término de vaciado 20vo nivel	10/01/2017	
TIEMPO TOTAL	7 meses y 8 día	(7.27 meses)

Fuente: Proyecto Marina

El tiempo del vaciado de concreto hidráulico entre los niveles antes mencionados fue de 7 meses y 8 días.

5.3.2. Metrado total de concreto de los elementos estructurales.

La cantidad de metros cúbicos de concreto que se vaciaron desde el nivel n°02 hasta el nivel n°20, se determinó mediante la información proporcionada por la oficina técnica de la obra, como se muestra a continuación en la Tabla 66:

Tabla 66

Metrado total del proyecto Marina del nivel n°2 al nivel n°20

RESUMEN CANTIDAD M3 POR PISO							
Nivel	Placas	Columnas	Col. confi.	Vigas	Losa maciza	Escalera	Subtotal
2	69.90	4.60	2.80	15.50	98.00	1.09	191.89
3	69.90	4.60	2.80	15.50	98.00	1.09	191.89
4	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
5	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
6	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
7	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
8	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
9	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
10	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
11	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
12	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
13	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
14	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
15	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
16	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
17	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
18	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
19	70.30	3.50	3.80	14.30	102.00	2.18	196.08
20	69.60	3.50	3.50	10.40	51.00	2.18	140.18
TOTAL							3.661.31

Fuente: Proyecto Marina

Finalmente se obtuvo un metrado total de 3661.31 m³ de concreto hidráulico, los cuales fueron bombeados mediante el sistema de bombo convencional de bomba pluma más bomba estacionaria con tuberías montantes metálicas.

5.3.3. Costo del servicio de bombeo del concreto con el sistema de bombeo tradicional.

Para el costo del servicio del sistema de bombeo del concreto hidráulico, se consideró los costos de todos los recursos involucrados en el sistema, arrojando los resultados presentados en la Tabla 67:

Tabla 67

Costo total en el sistema tradicional para el vaciado del concreto hidráulico

COSTOS DIRECTOS		
	Cantidad	Unidades
Meses de ejecución del Piso n°2 - Piso n° 20	7.27	meses
Metrado	3661.31	m3
Precio de servicio de bomba concretera (costo por m3)	31.00	nuevos soles
Costo de la bomba concretera (por 7.27 meses)	113500.548	nuevo soles
Costo del combustible de la bomba estacionaria(por 7.27 meses)	23950.13	nuevo soles
COSTO DE SERVICIO DE BOMBEO	137450.68	nuevo soles
SISTEMA DE BOMBEO TRADICIONAL	137450.68	nuevos soles

Fuente: Elaboración Propia

5.3.4. Costo de las horas hombre.

Para calcular el costo de las cuadrillas utilizadas para la partida del vaciado de concreto hidráulico, se realizó un análisis de costos unitarios solo para la mano de obra utilizada. Este análisis fue realizado para los elementos estructurales verticales y horizontales, con los resultados obtenidos se determinó el costo que representó la mano de obra para cada uno de los niveles, finalmente el costo total desde el nivel 02 hasta el nivel 20 asciende a un valor de S/ 71,621.95 nuevos soles, como se muestra en la Tabla 68:

Tabla 68

Costo total de la cuadrilla utilizada para el vaciado del concreto hidráulico en el Proyecto Marina

Costo de la mano de obra Marina						
Nivel	losa maciza	vigas	columnas	placas	escaleras	subtotal
2	1.481.56	234.33	189.75	1.792.40	16.48	3.714.53
3	1.481.56	234.33	189.75	1.792.40	16.48	3.714.53
4	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
5	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
6	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
7	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
8	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
9	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
10	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
11	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
12	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
13	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
14	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
15	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
16	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
17	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
18	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
19	1.542.04	216.19	187.19	1.802.66	32.96	3.781.03
20	1.542.04	157.23	179.50	1.784.71	32.96	3.696.43
					TOTAL	71.621.95

Fuente: Elaboración Propia

Una vez analizados todos los recursos involucrados para la partida del vaciado de concreto hidráulico con el sistema de bombeo tradicional, se realizó el análisis para determinar el costo de un m³ de concreto colocado, mediante la siguiente fórmula:

$$1\text{m}^3 = \frac{\text{Costo del sistema de bombeo tradicional} + \text{Costo de las Horas Hombre}}{\text{Metrado Total}}$$

Donde:

$$1\text{m}^3 \text{ de concreto} = \frac{[137,450.68 + 71,621.95] \text{ nuevos soles}}{3661.31\text{m}^3}$$

Finalmente, se obtuvo el costo para 1 m³ de concreto colocado:

$$1\text{m}^3 \text{ de concreto} = 57.10 \frac{\text{nuevos soles}}{\text{m}^3}$$

Con este resultado podemos observar un ahorro del 36% entre el precio del metro cúbico del Proyecto *Modo Student Residence* de 36.38 nuevos soles, con el precio por metro cúbico del Proyecto Marina de 57.10 nuevos soles.

5.3.5. Ahorro del costo directo en el presupuesto total del proyecto *Modo Student Residence*.

El presupuesto inicial del costo directo que involucró solo el vaciado del concreto de la edificación multifamiliar, se muestra en la Tabla 69:

Tabla 69

Presupuesto inicial del costo directo del vaciado de concreto con el sistema convencional

COSTO DIRECTO DEL VACIADO DE CONCRETO		
PLACAS		
F´C=350	S/	113.789.02
F´C=280	S/	103.958.60
F´C=210	S/	196.741.91
COLUMNAS		
F´C=350	S/	12.545.83
F´C=280	S/	11.794.95
F´C=210	S/	22.456.37
LOSAS MACIZAS		
F´C=210	S/	552.820.57
VIGAS		
F´C=210	S/	157.982.16
ESCALERAS		
F´C=210	S/	39.695.54
TOTAL	S/	1.211.784.95

Fuente: *Modo Student Residence*

Para calcular el ahorro que se produjo al cambiar el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica, se sacó el 36% a 1.211.784.95 nuevos soles y arrojó un resultado de 439.832.85 nuevos soles.

Finalmente, el presupuesto total de *Modo Student Residence* fue de 19.914.382.67 nuevos soles y al dividirla con el ahorro que se produjo en el vaciado de concreto de 439.832.85 nuevos soles, se calculó una optimización del 2% en el presupuesto total del edificio multifamiliar.

CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6.1. Resultados de la investigación

Se muestra en la Tabla 70 los resultados de la comparación del tiempo del cronograma de obra entre el sistema de bombeo convencional y el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica:

Tabla 70
Resultados del cronograma de obra

Cronograma de obra		
	Tiempo	Unidades
Sistema de bombeo convencional	160	días
Sistema de bombeo con TDH	91	días

Fuente: Elaboración propia

Para presentar el efecto que causan los flujos no contributorios en los rendimientos del vaciado de concreto de los elementos estructurales verticales y horizontales de cada sector de la obra, se realizó la Tabla 71:

Tabla 71
Resultados de los flujos no contributorios

Flujos no contributorios				
	Rendimiento			Unidades
	Sector 1	Sector 2	Sector3	
Elementos Horizontales	208.55	180.55	165.82	m3/día
Elementos Verticales	123.87	120.00	140.00	m3/día

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Tabla 72 se muestran los resultados del análisis de costos de los recursos involucrados en el vaciado de concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica:

Tabla 72
Resultados de los recursos involucrados

Recursos Involucrados		
	Costos	Unidades
m3/día concreto colocado	36.38	nuevos soles
ahorro con el uso de la TDH	446033.7	nuevos soles

Fuente: Elaboración propia

6.2. Análisis e interpretación de los resultados

6.2.1. Análisis e interpretación del cronograma de obra.

- En el ítem 4.2 se detalló el desarrollo del análisis de cronograma, en el ítem 5.1 se aplicó la nueva sectorización donde se realizaron los trenes de trabajo a través de la metodología del *Look Ahead* y se verificó como la incorporación de la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo redujo considerablemente el tiempo del vaciado de concreto hidráulico en el edificio *Modo Student Residence*.
- En la Tabla 70, se muestra como idea inicial utilizar un sistema tradicional de bomba pluma hasta el décimo piso y luego reemplazarla por tuberías montantes con bomba fija estacionaria hasta los pisos siguientes, la cual planteaba una fecha de duración para la actividad de 5.33 meses o 160 días. Esto debido a que el rendimiento y capacidad del sistema convencional planteado, permitía realizar trenes de trabajo con 4 sectores según el volumen de concreto hidráulico requerido.
- Sin embargo, al necesitar una reducción del tiempo para terminar la obra, se utilizó la torre de distribución hidráulica, ya que es una solución integral orientada a la productividad. Tal como se muestra en la Tabla 70, se produjo una disminución del tiempo en el vaciado del concreto hidráulico a 3.03 meses o 91 días. Esto gracias a que el sistema con la TDH minimiza los tiempos de armado y desarmado de tuberías en 98% y reduce los desperdicios del concreto en 90%; lo que permitió una reestructuración en el cronograma de obra y con ayuda del *Look Ahead* se planteó una secuencia más rápida en los trenes de trabajo disminuyendo de 4 a 3 sectores y con ello aumentó la productividad.
- El sistema de bombeo que utiliza la torre de distribución hidráulica aumentó la productividad de la obra *Modo Student Residence*, pues redujo el vaciado del concreto hidráulico de los elementos estructurales horizontales y verticales de 160 días a 91 días, lo que representa un ahorro de tiempo del 43% con respecto a lo planteado inicialmente, pues se observó un avance del vaciado de concreto de dos pisos o niveles en 10 días aproximadamente.

6.2.2. Análisis e interpretación de los flujos no contributorios.

- La Tabla 16, muestra la cantidad de minutos y el porcentaje que representó cada trabajador en las actividades para el vaciado de concreto de los elementos horizontales del sector 1. Se logró analizar con ayuda de las cartas balances, que todos los obreros obtuvieron mayor incidencia en los trabajos productivos, con un porcentaje promedio del 75%, un promedio del 10% para trabajos contributorios y 22% de trabajos no contributorios. En consecuencia, se obtuvo un alto porcentaje de actividades productivas con un 76% contra un 20% de las actividades que no contribuyeron a generar la productividad requerida en la partida, como se observó en la Figura 35 y Figura 63. Con lo anterior se logró identificar los flujos no contributorios que afectaban el rendimiento de la actividad (ver Figura 36) siendo “el cambio de mixer” el de mayor porcentaje. Sin embargo, debido al uso de la torre de distribución hidráulica estos flujos negativos no representaron gran problema, ya que el vaciado del concreto se logró en un tiempo óptimo, debido a que la velocidad de la máquina no dio lugar a tiempos muertos, logrando cuantificar un rendimiento de 208.55 m³/día (ver Tabla 18), el cual está por encima de cualquier rendimiento que utilice un sistema de bombeo convencional.
- Para los elementos horizontales del sector 2, los trabajadores que desempeñaron las actividades del vaciado de concreto tuvieron un alto nivel de productividad, por encima del 70% (ver Tabla 23). Logrando que este sector tenga un porcentaje promedio de 76% para trabajos productivos, 5% en trabajos no contributorios y 20% en trabajos no contributorios (ver Figura 38 y Figura 64) y debido al bajo impacto de los flujos no contributorios, se logró tener un rendimiento alto de 180.55 m³/día (ver Tabla 25). De igual manera, para el vaciado de los elementos horizontales del sector 3, los obreros obtuvieron un 76% de productividad (ver Tabla 30), consiguiendo una superioridad en los trabajos productivos con 73%, 7% de trabajos no contributorios y 21% de trabajos no contributorios (ver Figura 41 y Figura 65). Sin embargo, a diferencia de los otros dos sectores, el flujo no contributorio fue la “espera”, debido a la presencia de la escalera, ya que por lo pequeño de la zona no necesitaba la participación de varios obreros (ver Figura 42), pero esto no representó problema pues arrojó un rendimiento alto de 165.82 m³/día (ver Tabla 32), ya que todos los vaciados de los elementos horizontales del sector 1, 2 y 3 se dieron en tiempos muy óptimos para tales volúmenes.

- La Tabla 37, muestra la cantidad de minutos y el porcentaje que representó cada trabajador en las actividades para el vaciado de concreto de los elementos verticales del sector 1. Lo mismo se muestra en la Tabla 44 para los elementos verticales del sector 2 y en la Tabla 51 para los elementos verticales del sector 3, se logró analizar que todos los obreros obtuvieron mayor incidencia en los trabajos productivos, con un porcentaje promedio del 72%, un promedio del 8% para trabajos contributivos y 20% de trabajos no contributivos. En consecuencia, se obtuvo un alto porcentaje de actividades productivas para los 3 sectores como se ven en la Figura 44, Figura 47, Figura 50 con un promedio de 70%, un promedio de 8% para trabajos no contributivos y un promedio de 22% de las actividades que no contribuyeron a generar la productividad requerida en los sectores. Con lo anterior, se logró identificar los flujos no contributivos que afectaban el rendimiento de la actividad (Figura 45, Figura 48 y Figura 51) siendo la “espera” y “cambio de mixer” los que más contribuyeron al porcentaje de actividades que no suman. Sin embargo, debido al uso de la torre de distribución hidráulica estos flujos negativos no representaron gran problema, ya que el vaciado del concreto se logró en un tiempo óptimo, consiguiendo rendimientos de 123.87 m³/día (ver Tabla 39) para las placas y columnas del sector 1, de 120.00 m³/día (ver Tabla 46) para las placas y columnas del sector 2 y de 140 m³/día (ver Tabla 53) para las placas del sector 3, los cuales están por encima de cualquier rendimiento que utilice una sistema de bombeo convencional.
- Se observó que el uso de la torre de distribución hidráulica genera mayores porcentajes de trabajos productivos, por encima del 70% en comparación con el 40% de un sistema convencional desarrollado en la tesis “Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares” como se muestran los resultados en la Figura 71 y Figura 72. Logrando que los flujos no contributivos sean menores, con un promedio de 20% contra los casi 40% de los otros sistemas (ver Figura 71 y ver Figura 72) y con esto se logró alcanzar rendimientos superiores a los 120 m³/día en promedio, superando al sistema de bombeo tradicional que llega como máximo a 80 m³/día, como se ve en la Tabla 64.

6.2.3. Análisis e interpretación de los recursos involucrados.

- La cuantificación de los recursos involucrados que se muestra en el ítem 4.4 tuvo como finalidad demostrar que utilizar la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo, optimizó los costos para el vaciado de concreto de los elementos verticales y horizontales mencionados anteriormente; para ello, se comparó con un proyecto de características y metrado similar llamado “Marina” (ver Tabla 66). Como se relata en el ítem 4.4.1 el proceso del vaciado de concreto para Modo tuvo una duración de 3 meses y 1 día, mientras se observó en el ítem 5.3.1 que el proyecto Marina tuvo una duración de 7 meses y 8 días, esta diferencia de tiempo afecta el costo del servicio de bombeo y a otros recursos involucrados en ambos sistemas.
- Se calcularon los costos de las horas hombre para las cuadrillas del proyecto Modo explicados en el ítem 4.4.5, arrojando un valor total de 27,431.79 nuevos soles y para el proyecto Marina se obtuvo un valor de 71,621.95 nuevos soles (ver Tabla 68). Esto nos indica que el costo del análisis unitario de las horas hombre para el proyecto Modo es menor, debido a que se utiliza menos cantidad de personal obrero con el uso de la torre de distribución hidráulica.
- Luego de haber realizado el análisis de costos, se obtuvo que en el proyecto Modo el costo del sistema de bombeo con el uso de la TDH asciende a un valor de 113,565.08 nuevos soles y el valor para un metro cúbico de bombeo de 36.38 nuevos soles, como se desarrolla en el ítem 4.4., este valor se comparó con el costo del proyecto Marina en donde se realizó un análisis de costos similar, obteniendo un valor para el sistema de bombeo convencional de 137,450.68 nuevos soles y el precio para metro cúbico de concreto hidráulico colocado fue de 57.10 soles tal como se desarrolla en el ítem 5.3.
- Mediante la comparación de ambos costos se obtuvo un porcentaje de ahorro del 36% a favor del proyecto Modo, como se muestra en el ítem 5.3.5. Este porcentaje se entiende como la diferencia que existe entre los valores por metro cúbico de ambos proyectos con sus respectivos sistemas de bombeo.
- Se realizó un presupuesto para el proyecto Modo con el uso de un sistema de bombeo convencional, donde se calcularon los costos para cada tipo de elemento estructural desde el nivel 2 hasta el nivel 20 de la superestructura. Estos montos se muestran en la Tabla 69, con un valor de 1,211,784.95 nuevos soles, el cual representa solo una parte del costo directo total de la partida del concreto hidráulico

de la obra. Luego se determinó el ahorro que se tuvo en esta partida, debido a la utilización de la torre de distribución hidráulica, como se muestra a continuación:

$$\text{Ahorro con la TDH} = S/ 1,211,784.95 \times 36\%$$

$$\text{Ahorro con la TDH} = S/ 439,832.85 \text{ Nuevos soles}$$

- Una vez obtenido el valor del ahorro que representa el uso de la TDH, se cuantificó el porcentaje de ahorro con respecto al costo directo total del presupuesto asignado para todo el proyecto *Modo Student Residence*, el cual asciende a un valor de S/ 19,914,382.67 nuevos soles. El porcentaje de ahorro del costo directo total del proyecto como se explica en el ítem 5.3.5., fue del 2%, lo cual indica que existió una optimización en los costos al utilizar la torre de distribución hidráulica en la partida del vaciado del concreto hidráulico.

6.3. Contrastación de hipótesis

a) De acuerdo a la hipótesis específica 1:

Analizando el cronograma de obra con el sistema *Look Ahead* se logra la disminución del tiempo del vaciado de concreto hidráulico en la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura.

Tal como se desarrolla en el ítem 4.2., se aplica en el ítem 5.1., se observan los resultados en la Tabla 70 y todo ello analizado en el ítem 6.2.1., se demuestra que el utilizar la torre de distribución hidráulica en el sistema de bombeo reduce el tiempo del cronograma de obra de 160 a 91 días, con ayuda de la planificación *Look Ahead*. Por lo tanto, la hipótesis es válida.

b) De acuerdo a la hipótesis específica 2:

Analizando los flujos no contributorios con las cartas balance se cuantifica el rendimiento de la partida en el vaciado de concreto hidráulico durante la ejecución de edificios multifamiliares de altura.

Tal como se desarrolla en el ítem 4.3., se aplica en el ítem 5.2, se observan los resultados en la Tabla 62 para elementos horizontales y en Tabla 63 los resultados de los elementos verticales, los cuales son analizados en el ítem 6.2.2, queda demostrado que al utilizar la torre de distribución hidráulica los flujos no contributorios analizados con las cartas balances, representa un porcentaje mínimo de 20% en las actividades de vaciado del concreto contra un 74% de trabajos productivos, esto ayudará a cuantificar los elevados rendimientos que se generan como consecuencia de la rapidez de este sistema de bombeo. Dando lugar a rendimientos por encima de los 120 m³/día, en los elementos

verticales y horizontales de los 3 sectores (ver Tabla 71). Por lo tanto, la hipótesis es válida.

c) De acuerdo a la hipótesis específica 3:

Analizando los recursos involucrados en el vaciado del concreto hidráulico con el análisis de costos se optimiza los costos en las edificaciones multifamiliares de altura.

Tal como se desarrolla en el ítem 4.4, se aplica en el ítem 5.3, se observan los resultados en el Tabla 72 y todo ello es analizado en el ítem 6.2.3, queda demostrado que al utilizar la torre de distribución hidráulica se optimizan los costos, pues analizando los recursos involucrados para este sistema de bombeo se obtienen un valor de 36.38 nuevos soles por metro cúbico, mientras que el análisis de los recursos involucrados en un sistema de bombeo tradicional arroja 57.10 nuevos soles por metro cúbico, con ayuda del análisis de costos. Además, se ahorró un total de 439,832.85 nuevos soles en la partida del vaciado de concreto para la obra *Modo Student Residence*. Por lo tanto, la hipótesis es válida.

d) De acuerdo a la hipótesis general:

Al utilizar el sistema de bombeo del concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica se aumentará la productividad en edificaciones de altura en Lima Metropolitana.

Tal como se analizó en las 3 hipótesis específicas, queda demostrado que al utilizar la torre de distribución hidráulica se incrementa la productividad, debido a que reduce el tiempo de vaciado en el cronograma de obra, disminuye el porcentaje de flujos no contributorios aumentando el rendimiento y optimiza los costos de los recursos involucrados en este sistema de bombeo, todo ello gracias a las herramientas del *Lean Construction*. Por lo tanto, la hipótesis general es válida.

DISCUSIONES

Se investiga sobre el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica por ser una solución integral orientada a la productividad para las edificaciones multifamiliares de altura, pero que no es muy utilizada en nuestro país debido a la poca información acerca de los beneficios que otorga utilizar este sistema en el vaciado del concreto hidráulico. Para nuestro proyecto *Modo Student Residence* se inició la investigación a entre el nivel 2 y el nivel 20, pues es desde ese nivel que se empieza a utilizar la maquinaria debido al cambio del cliente de terminar la obra en menor plazo del pensado inicialmente. Es por ello que no se escoge otros sistemas de bombeo tradicionales, como la bomba pluma, debido a su limitación con respecto a su alcance no mayor a los 10 pisos; ni tampoco la bomba estacionaria con tuberías montantes metálicas, pues su montaje y desmontaje alarga considerablemente el periodo de vaciado del concreto. Entonces se elige a la torre de distribución hidráulica pues permite una reducción en el tiempo del cronograma, aumenta considerablemente el rendimiento de la partida y optimiza los costos con respecto a los otros sistemas.

Los resultados obtenidos por Castillo y Flores (2016), presentan una estructura multifamiliar en donde se considera la carta balance como herramienta para optimizar la mano de obra en todas las partidas de una edificación. Sin embargo, solo tomamos los resultados de las partidas del vaciado de concreto, las cuales se realizaron con un sistema de bomba plumas hasta el décimo nivel más bomba estacionaria con tuberías metálicas. En donde se observan flujos no contributorios de 39% menores a 80 metro cúbico por día tanto para elementos verticales como horizontales y rendimientos. Comparándolos con los resultados del sistema que usa la torre de distribución hidráulica, se señala que este sistema genera mayor productividad que el sistema convencional, pues sus flujos con contributorios se encuentran por debajo del 18% y sus rendimientos por encima de los 120 metros cúbicos por día.

Con respecto a obtenido por Bueno (2015), señala que el sistema *Last Planner* es una herramienta eficaz para identificar la causas que generan los no cumplimientos del cronograma inicial. En esta investigación se utiliza el sistema *Look Ahead* para tomar medidas preventivas haciendo que no se generen sobrecostos ni sobretiempos, en este caso, los autores determinan una propuesta de implementación para proyectos en ejecución, donde utilizan el sistema *Last Planner* para mejorar la rentabilidad de la

empresa, demostrando tanto para esta tesis como para la nuestra que esta herramienta ayuda a incrementar la productividad.

Con respecto a los resultados obtenidos por Tagle, Paredes e Ibérico (2014), señalan que al utilizar las herramientas de nivel general de actividades y carta balance elevan el nivel del planeamiento de la obra y mejora el nivel de productividad del casco estructural del proyecto Nuevo Hospital de Lima Este, ubicado en Ate Vitarte. Los autores lograron incrementar la productividad de un 23% a 34.70% con ayuda estas herramientas, pues ayudaron a detectar los flujos no contributorios para tomar acciones correctivas en las partidas afectadas. Entonces, al igual que en nuestra investigación las cartas balances fueron de gran ayuda para identificar los trabajos que no generan productividad y plantear soluciones para que al usar la torre de distribución hidráulica los rendimientos salgan incluso mayores a los obtenido en nuestra tesis.

El utilizar el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica arroja resultados muy favorables en tiempo, rendimiento y costos en nuestro edificio multifamiliar de 20 pisos. Esta investigación sirve de ejemplo para que otras constructoras se interesen en aplicar a sus proyectos nuevas tecnologías para incrementar su productividad, siempre y cuando haya un análisis previo de beneficios y desventajas, ya que cada proyecto tiene características diferentes. Un punto importante es recalcar que el sistema con la torre de distribución hidráulica genera un alto nivel de productividad solo para obras de más de diez pisos.

Además, es importante destacar que el alto rendimiento que produce este sistema de bombeo se ve reflejado en la reducción del tiempo del cronograma, pues se termina el vaciado del concreto de dos niveles o pisos de los elementos estructurales horizontales y verticales en semana y media aproximadamente, lo que marca un precedente en el rubro de la construcción. De igual forma, se presentan resultados muy por encima del promedio en los rendimientos registrados con los sistemas convencionales, pues la velocidad de la torre de distribución hidráulica evita los tiempos muertos, logrando que los trabajadores tengan una secuencia de actividades productivas.

Sin embargo, muchas empresas piensan que este sistema de bombeo aumenta los gastos del proyecto, pero como se muestra en esta investigación, es falso, pues este sistema no solo optimiza los costos directos sino también los indirectos, debido a la que utiliza los recursos necesarios para el vaciado de concreto en menos tiempo que los sistemas convencionales. Lo que hace a este sistema de bombeo la mejor alternativa para edificaciones multifamiliares de altura en Lima Metropolitana.

CONCLUSIONES

1. Se logró analizar el cronograma de obra con el *Look Ahead* para realizar un nuevo planteamiento, lo que permitió reducir el tiempo de 160 días utilizando un sistema de bombeo convencional, a 91 días utilizando el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica. Permitiendo un ahorro de tiempo del 43% en el vaciado del concreto hidráulico de los elementos horizontales y verticales del proyecto *Modo Student Residence*. Esta disminución se produjo por el alto rendimiento de la máquina, ya que optimizó y ordenó los trenes de trabajo, logrando reducir de 4 a 3 sectores el procedimiento del vaciado. Además, el uso de la torre de distribución hidráulica reduce los desperdicios del concreto en un 90% y minimiza los tiempos de armado y desarmado de tuberías en un 98%.
2. Se logró analizar los flujos no contributivos, con las cartas balance, que afectaban a la partida del vaciado de concreto utilizando el sistema de bombeo con la torre de distribución hidráulica. Arrojando resultados favorables con un porcentaje promedio de 17% para elementos horizontales y de 19% para elementos verticales, en comparación con el alto porcentaje de 75% en promedio para los trabajos productivos, esto como consecuencia de la rapidez de la torre de distribución hidráulica, lo que permitió cuantificar altos rendimientos en los elementos horizontales y verticales, tales como: 208.55 m³/día, 180.55 m³/día, 165.82 m³/día, 123.87 m³/día, 120.00 m³/día y 140 m³/día para los sectores 1,2,3 respectivamente. Siendo el principal factor para que se haya terminado con el vaciado del concreto de dos pisos o niveles en semana y media aproximadamente.
3. Se analizaron los recursos involucrados en el sistema de bombeo con el uso de torre de distribución hidráulica mediante el análisis de costos, y se verificó la optimización de los costos. En consecuencia, se obtuvo un precio de 36.38 nuevos soles por metro cúbico con la torre de distribución hidráulica y se comparó con un sistema de bombeo convencional (bomba pluma más bomba estacionaria) arrojando un precio de 57.10 nuevos soles por metro cúbico, dando lugar a una optimización del 36% que simboliza 439,832.85 nuevos soles de ahorro en el costo del vaciado del concreto y a su vez, representa un porcentaje de ahorro del 2% con respecto al presupuesto inicial para el proyecto *Modo Student Residence*. Además, se generó indirectamente un ahorro de 299 840.02 nuevos soles en los costos indirectos del proyecto *Modo Student Residence* cuando se redujo el tiempo del vaciado del concreto hidráulico.

4. Se determinó con la filosofía *Lean Construction*, que el sistema de bombeo que usa la torre de distribución hidráulica para realizar el vaciado del concreto hidráulico en el proyecto *Modo Student Residence*, aumentó la productividad en la obra; pues redujo el tiempo en el cronograma de obra de 160 a 91 días, redujo los porcentajes de flujos no contributorios aumentando el rendimiento de la partida del vaciado de concreto con más de 120 m³ al día y optimizó los costos debido a la participación de adecuados recursos involucrados que arrojaron un precio de 36.38 nuevos soles por metro cúbico.

RECOMENDACIONES

1. En los proyectos multifamiliares de similares características a las de *Modo Student Residence*, se recomienda hacer uso de la torre de distribución hidráulica como maquinaria para complementar el sistema de bombeo del concreto hidráulico, ya que reduce tiempo y costos, incrementa el rendimiento y con ello, aumenta la productividad en las edificaciones multifamiliares de altura.
2. La aplicación del sistema de bombeo con el uso de la torre de distribución hidráulica, debe ir de la mano con una adecuada sectorización que permita generar una óptima secuencia en los trenes de trabajo, pues sin un adecuado planteamiento el sistema será obsoleto. Además, se recomienda una adecuada planificación en el ingreso y cambio de mixer para generar una educada eficiencia en la partida del vaciado de concreto, logrando una disminución en los flujos no contributorios y aumentando el rendimiento del proyecto.
3. Se recomienda desde el punto de vista académico que las universidades implementen cursos a sus mallas curriculares, donde se enseñen a utilizar nuevos equipos y nuevas técnicas que generen una visión del mundo de la ingeniería actual, ayudando a tener las herramientas adecuadas para competir en la vida profesional.
4. Tomar como punto de partida la presente investigación si se quiere realizar nuevos estudios sobre la productividad de sistema de bombeo que integra la torre de distribución hidráulica, ya que solo se señalan los beneficios que genera en la partida del vaciado de concreto, mas no en las partidas de encofrado y habilitación de acero, siendo esta tesis una guía para aplicarla en estudios futuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, C. (2013). *Implementación del sistema del último planificador para la optimización de la programación en la construcción de viviendas masivas en el proyecto nueva fuerabambas* (Tesis de Pregrado). Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Alarcón, L. y Martínez, L. (1989). Programa de Mejoramiento de la Productividad. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 1-2. Obtenido de Ingeniería de Construcción.
- Arcudia, C. y González, J. (2002). *Nuevo enfoque para el estudio de la productividad en la construcción masiva de vivienda* (Tesis de Posgrado). Mexico: Universidad de Yucatán.
- Arzabal, M. (2019). ¿Qué es el tiempo? Obtenido de VIX: https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/6736/5-teorias-para-creer-que-vivimos-en-un-multiverso?utm_source=next_article
- Bazán, A. (2016). *SlideShare*. Obtenido de Vivienda Multifamiliar: <https://pt.slideshare.net/AnaELisaS/vivienda-multifamiliar-definicion-y-tipologia>
- Botero, L. y Álvarez, M. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda de la Universidad de EAFIT. *Universidad de Colombia*, 4.
- Bueno, A. (2014). *Propuesta de mejora para disminuir el número de no cumplimientos de actividades programadas en proyectos de edificaciones basado en Last Planner System* (Tesis de Pregrado). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Buleje, K. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía lean construction* (Tesis de Pregrado). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Castillo, C. y Flores, M. (2016). *Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares* (Tesis de Pregrado). Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Cerdas, B. (2010). *Productividad de la mano de obra*. Obtenido de Científicas: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/3503/4923>
- Constanza, A. (2017). *Implementación del sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: En las comunas de Las Condes y San Miguel*. (Tesis de Posgrado) Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello.
- Coral, M. (2015). *Proceso de fabricación, colocación y curado del concreto* (Tesis de Pregrado). Ancash: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.

- Donadi, L. (2018). Bombas de concreto: Diferencia entre estacionarias y telescópicas. *360 en concreto*, 55.
- Exchange, P. (1980). *Diseño sistemático de proyectos*. Estados Unidos: Fourth Edition.
- Ghio, V. (2001). *Productividad en Obras de Construcción*. Lima: Fondo Editorial.
- Gutiérrez, L. (2003). Concreto Hidráulico. *Tecnología del Concreto*, 1.
- Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos* (Tesis de Pregrado). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Manene, L. (2012). Gestión del Tiempo. Obtenido de Luis Miguel Manene: <http://www.luismiguelmanene.com/2012/03/07/el-tiempo-de-los-dirigentes-sugestion-y-administracion/>
- Martinez, L. (2011). *Propuesta de metodología para la implementación de la filosofía Lean en proyectos de construcción* (Tesis de Posgrado). Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- OBS. (2019). Gestión de empresas globales. Obtenido de OBS Business School: https://www.obs-edu.com/int/global-mba-online?c=I90436M3025&gclid=Cj0KCQjwi7DtBRCLARIsAGCJWBp6hlE1RcHRpQHQP7vqTUto71PmJkFc8WowDEyecai_txV7NmlSP0aAkgzEALw_wcB
- Paredes, J. y Tagle, A. (2014). *Sistema de mejoramiento de la productividad en el casco estructural de la obra: Nuevo hospital de Lima Este - Ate Vitarte* (Tesis de Pregrado). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- PMBOK. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Obtenido de Project Management Institute: https://www.edu.xunta.gal/content/libros_pmbok_guide5th_spanish
- Pons, F. (2014). Introducción a Lean Construction. *Fundación Laboral de la Construcción*, 37.
- Progressa. (2015). Lean Construction: La mejora continua en el sector de la construcción. *Progressa Lean*, 1-2.
- Putzmeister. (2011). *Sistema de tuberías de transporte*. Obtenido de Putzmeister: http://www.putzmeister.es/pm_spain/data/catalogo_sistema_tuberias.pdf

- Putzmeister, A. (2001). *Maquinaria potente con aplicaciones personalizadas para una máxima eficiencia*. Obtenido de Putzmeister: <https://www.putzmeister.com/es/productos/-/product-category/view/52557/type1/hormig%C3%B3n/sistemas-de-hormigonado>
- Quispe, R. (2017). *Aplicación de Lean Construction para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación* (Tesis de Posgrado). Huancavelica: Universidad César Vallejo.
- Reyes, C. (2016). *Estudio para determinar la factibilidad de introducción de la filosofía Lean Construction en la etapa de planificación y diseño de proyectos, en cuenca Loja* (Tesis de Pregrado). Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Rios, E. y Zavaleta, A. (2015). *Estudio de productividad enfocado a la mano de obra para un proyecto de edificio multifamiliar, en Miraflores* (Tesis de Pregrado). Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Serpell, A. (1986). Productividad en la construcción. *Ingeniería de Construcción*, 1.
- Silva, O. (2017). *Colocación de concreto*. Obtenido de 360 en concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/colocacion-de-concreto-con-equipo-de-bombeo>
- Silva, J. (2017). Colocación de concreto con equipo de bombeo. *AEM Innovación y Solución bombeo de concreto*, 1-6.
- Unicon. (2019). Servicio de bombeo. *Unicon Bombas*, 3.
- ZACH. (2015). *Servicio de bombeo de concreto*. Obtenido de ZACH: <https://www.bombaszach.com/>

ANEXOS

ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA “SISTEMA DE BOMBEO DEL CONCRETO HIDRÁULICO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES DE ALTURA EN LIMA METROPOLITANA, AÑO-2019”

PROBLEMAS PRINCIPAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTE	INDICADORES	ÍNDICES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>¿Cómo el sistema de bombeo del concreto hidráulico mejora la productividad en edificaciones multifamiliares de altura en Lima Metropolitana?</p>	<p>Determinar que el sistema de bombeo del concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica aumenta la productividad en edificaciones de altura en Lima Metropolitana, aplicando la filosofía de <i>Lean Construction</i>.</p>	<p>Al utilizar el sistema de bombeo del concreto hidráulico con la torre de distribución hidráulica se aumenta la productividad en edificaciones de altura en Lima Metropolitana.</p>	<p>Sistema de bombeo</p>	<p>Cronograma de obra</p> <p>Flujos no contributivos</p> <p>Recursos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Línea base del cronograma • Cronograma del proyecto • Datos del cronograma • Registros de atrasos o paralizaciones de obras • Datos sobre los flujos no contributivos. • Datos sobre los flujos contributivos • Datos sobre los trabajos productivos • Datos de recursos económicos utilizados. • Datos de recursos humanos involucrados. • Datos de recursos materiales utilizados. 	<p>Método: <i>Deductivo</i>, pues se partió de un amplio marco conceptual a un concepto particular del bombeo del vaciado del concreto.</p> <p>Orientación: <i>Aplicada</i>, ya que se investigó un problema detectado en el vaciado de concreto para mejorar la productividad de la obra.</p> <p>Enfoque: <i>Cuantitativo</i>, pues se calcularon las variaciones de los índices del vaciado de concreto que influye en la productividad de la obra.</p>
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICAS	DEPENDIENTE			
<p>1. ¿Cómo se logra la reducción del tiempo del vaciado de concreto en el cronograma de obra durante la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura?</p>	<p>1. Analizar el cronograma de obra para lograr la reducción del tiempo en el vaciado de concreto durante la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura, utilizando la herramienta de <i>look ahead</i>.</p>	<p>1. Analizando el cronograma de obra con el sistema <i>look ahead</i> se logra la disminución del tiempo del vaciado de concreto hidráulico en la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura.</p>	<p>Productividad</p>	<p>Tiempo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Variaciones del tiempo por nivel para elementos verticales • Variaciones del tiempo por nivel para elementos horizontales • Variaciones de tiempo por sectores de vaciado. 	<p>Fuente de recolección de datos: <i>Retrolectiva</i>, ya que se utilizaron formatos existentes y validados.</p> <p>Tipo: <i>Descriptivo</i>, ya que planteó la problemática de la productividad en el proceso constructivo de un proyecto familiar y se describieron los procesos involucrados en el vaciado de concreto hidráulico.</p>
<p>2. ¿Cómo los flujos no contributivos influyen en el rendimiento de la partida del vaciado de concreto durante la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura?</p>	<p>2. Analizar los flujos no contributivos para cuantificar el rendimiento en la partida del vaciado de concreto en la construcción de las edificaciones multifamiliares de altura, utilizando la herramienta de cartas balance.</p>	<p>2. Analizando los flujos no contributivos con las cartas balance se cuantifica el rendimiento de la partida en el vaciado de concreto hidráulico durante la ejecución de edificios multifamiliares de altura.</p>	<p>Productividad</p>	<p>Rendimiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Datos de la medición de la estructura de producción, procesos y productos resultantes de las partidas del vaciado de concreto. • Datos de la evaluación de la estructura de producción, procesos y productos resultantes de las partidas del vaciado de concreto. 	<p>Nivel: <i>Descriptivo</i>, pues se describió e identificó el nuevo sistema del vaciado de concreto, limitándonos a calcular e interpretar las variables.</p>
<p>3. ¿Cómo los recursos involucrados en el vaciado de concreto afectan los costos de las edificaciones multifamiliares de altura?</p>	<p>3. Analizar los recursos involucrados en el vaciado de concreto para optimizar los costos en la ejecución de las edificaciones multifamiliares de altura, utilizando el análisis de costos.</p>	<p>3. Analizando los recursos involucrados en el vaciado de concreto con el análisis de costos se optimiza los costos en las edificaciones multifamiliares de altura.</p>	<p>Productividad</p>	<p>Costos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Variaciones de costos unitarios por n° de niveles • Variaciones de precios unitarios de la TDH vs Método tradicional • Requisitos del financiamiento de proyecto • Variaciones de costos unitarios para los elementos vaciados con la TDH y Método tradicional 	<p>Diseño: <i>No experimental</i>, porque se observó la realidad sin manipular los datos, tomándolos y analizándolos.</p> <p>Transversal, pues los datos fueron recolectados mediante formatos y observados en un solo momento.</p>

Fuente: Elaboración propia

ANEXO II: LOOK AHEAD EJECUTADO DEL PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE

MODO	ABRIL																				
Semana del año	NA 14			SEMANA 15						SEMANA 16						SEMANA 17					
Semana de ejecución	NA 27			SEMANA 28						SEMANA 29						SEMANA 30					
LOOKAHEAD DE OBRA	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	04-Abr	05-Abr	06-Abr	08-Abr	09-Abr	10-Abr	11-Abr	12-Abr	13-Abr	15-Abr	16-Abr	17-Abr	18-Abr	19-Abr	20-Abr	22-Abr	23-Abr	24-Abr	25-Abr	26-Abr	27-Abr
RETIRO DE APUNTALAMIENTO EN VIGAS (21)																					
ESTRUCTURA SUPERESTRUCTURAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
COLUMNAS Y PLACAS																					
ACERO	S1-2	S2-2		S3-2	S3-2	S1-3	S2-3	S3-3		S1-4	S2-4	S3-4				S1-5	S2-5	S3-5	S1-6	S2-6	
IIIEE+IISS	S1-2	S2-2		S3-2	S3-2	S1-3	S2-3	S3-3		S1-4	S2-4	S3-4				S1-5	S2-5	S3-5	S1-6	S2-6	
ENCOFRADO	S3-1	S3-1	S3-1	S1-2	S2-2	S3-2	S3-2	S1-3		S2-3	S3-3	S1-4			S1-4	S2-4	S3-4	S1-5	S2-5	S3-5	
CONCRETO		S3-1	S3-1		S1-2	S2-2	S3-2	S1-3	S1-3	S2-3	S3-3	S1-4			S1-4	S2-4	S3-4	S1-5	S2-5	S3-5	
CONCRETO																					
TECHOS																					
ACERO EN VIGAS	S2-1		S3-1	S1-2	S1-2	S2-2	S3-2	S1-3	S1-3	S2-3	S3-3	S1-4				S2-4	S3-4	S1-5	S2-5	S3-5	
ENCOFRADO FONDOS DE VIGA		S2-1		S3-1	S1-2	S1-2	S2-2	S3-2	S1-3	S1-3	S2-3	S3-3				S1-4	S2-4	S3-4	S1-5	S2-5	
ENCOFRADO FONDO DE LOSA Y COSTADOSVIGA		S2-1		S3-1	S1-2	S1-2	S2-2	S3-2	S1-3	S1-3	S2-3	S3-3				S1-4	S2-4	S3-4	S1-5	S2-5	
ACERO EN MALLAS Y REFUERZOS		S2-1		S3-1		S1-2	S2-2	S3-2		S1-3	S2-3	S3-3				S1-4	S2-4	S3-4	S1-5	S2-5	
IIIEE+IISS		S2-1		S3-1		S1-2	S2-2	S3-2		S1-3	S2-3	S3-3				S1-4	S2-4	S3-4	S1-5	S2-5	
CONCRETO	S1-1		S2-1		S3-1		S1-2	S2-2	S3-2		S1-3	S2-3			S3-3		S1-4	S2-4	S3-4	S1-5	
DEENCOFRADO LOSA (3 niveles)												S1-1			S1-1	S2-1	S3-1	S1-2	S2-2	S3-2	
DEENCOFRADO VIGAS (3 niveles)												S1-1			S1-1	S2-1	S3-1	S1-2	S2-2	S3-2	
RETIRO DE APUNTALAMIENTO																		S1-1	S2-1	S3-1	
Instalación de Malla Anticaídas											S1-2	S2-2				S3-2	S3-2				
													Malla Anticaída Tipo 'I'								

Fuente: Modo Student Residence

MODO	MAYO																		
Semana del año	SEMANA 18						SEMANA 19						SEMANA 20						
Semana de ejecución	SEMANA 31						SEMANA 32						SEMANA 33						
LOOKAHEAD DE OBRA	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L
	29-Abr	30-Abr	01-May	02-May	03-May	04-May	06-May	07-May	08-May	09-May	10-May	11-May	13-May	14-May	15-May	16-May	17-May	18-May	20-May
ESTRUCTURA SUPERESTRUCTURAS	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
COLUMNAS Y PLACAS																			
ACERO	S3 - 6	S1 - 7		S2 - 7	S3 - 7		S1 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9		S3 - 9	S1 - 10	S2 - 10	S3 - 10	S1 - 11		S2 - 11
IIEE+IISS	S3 - 6	S1 - 7		S2 - 7	S3 - 7		S1 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9		S3 - 9	S1 - 10	S2 - 10	S3 - 10	S1 - 11		S2 - 11
ENCOFRADO	S1 - 6	S2 - 6		S3 - 6	S1 - 7	S2 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10	S2 - 10		S3 - 10
CONCRETO	S1 - 6	S2 - 6		S3 - 6	S1 - 7	S2 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10	S2 - 10		S3 - 10
CONCRETO																			
TECHOS							No Se vacio las placas completas, por llegada tardia de mixer												
ACERO EN VIGAS	S1 - 6	S2 - 6		S3 - 6	S1 - 7	S1 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8	S2 - 8	S3 - 8		S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10	S2 - 10		S3 - 10
ENCOFRADO FONDOS DE VIGA	S3 - 5	S1 - 6		S2 - 6	S3 - 6	S1 - 7	S1 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8	S2 - 8		S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10		S2 - 10
ENCOFRADO FONDO DE LOSA Y COSTADOSVIGA	S3 - 5	S1 - 6		S2 - 6	S3 - 6	S1 - 7	S1 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8	S2 - 8		S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10		S2 - 10
ACERO EN MALLAS Y REFUERZOS	S3 - 5	S1 - 6		S2 - 6	S3 - 6		S1 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8	S2 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10		S2 - 10
IIEE+IISS	S3 - 5	S1 - 6		S2 - 6	S3 - 6		S1 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8	S2 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10		S2 - 10
CONCRETO	S2 - 5	S3 - 5		S1 - 6	S2 - 6	S3 - 6		S1 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8		S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9		S1 - 10
DESENCOFRADO LOSA (3 niveles)	S1 - 3	S2 - 3		S3 - 3	S1 - 4		S2 - 4	S3 - 4	S1 - 5	S2 - 5	S3 - 5		S1 - 6	S2 - 6	S3 - 6	S1 - 7	S2 - 7		S3 - 7
DESENCOFRADO VIGAS (3 niveles)	S1 - 3	S2 - 3		S3 - 3	S1 - 4		S2 - 4	S3 - 4	S1 - 5	S2 - 5	S3 - 5		S1 - 6	S2 - 6	S3 - 6	S1 - 7	S2 - 7		S3 - 7
RETIRO DE APUNTALAMIENTO	S1 - 2	S2 - 2		S3 - 2	S1 - 3		S2 - 3	S3 - 3	S1 - 4	S2 - 4	S3 - 4		S1 - 5	S2 - 5	S3 - 5	S1 - 6	S2 - 6		S3 - 6
Instalación de Malla Anticaidas										S1 - 7	S1 - 7	S2 - 7	S2 - 7	S3 - 7					
										Malla Anticaida Tipo "Orca" (Cubre 7 ² -8 ² -9 ²)									

Fuente: Modo Student Residence

MODO																		
Semana del año	SEMANA 21					SEMANA 22					SEMANA 23							
Semana de ejecución	SEMANA 34					SEMANA 35					SEMANA 36							
LOOKAHEAD DE OBRA	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L
	21-May	22-May	23-May	24-May	25-May	27-May	28-May	29-May	30-May	31-May	01-Jun	03-Jun	04-Jun	05-Jun	06-Jun	07-Jun	08-Jun	10-Jun
ESTRUCTURA SUPERESTRUCTURAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
COLUMNAS Y PLACAS																		
ACERO	S3 - 11	S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12		S1 - 13	S2 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14		S3 - 14		S1 - 15	S2 - 15	S3 - 15		S1 - 16
IIIE+IISS	S3 - 11	S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12		S1 - 13	S2 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14		S3 - 14		S1 - 15	S2 - 15	S3 - 15		S1 - 16
ENCOFRADO	S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11	S1 - 12		S2 - 12	S3 - 12	S1 - 13	S2 - 13	S3 - 13		S1 - 14		S2 - 14	S3 - 14	S1 - 15		S2 - 15
CONCRETO	S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11	S1 - 12		S2 - 12	S3 - 12	S1 - 13	S2 - 13	S3 - 13		S1 - 14		S2 - 14	S3 - 14	S1 - 15		S2 - 15
CONCRETO								S1 - 13										
TECHOS																		
ACERO EN VIGAS	S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11	S1 - 12		S2 - 12	S3 - 12	S1 - 13		S2 - 13	S3 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14	S3 - 14	S1 - 15		S2 - 15
ENCOFRADO FONDOS DE VIGA	S3 - 10	S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11		S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12	S1 - 13	S1 - 13	S2 - 13	S2 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14	S3 - 14		S1 - 15
ENCOFRADO FONDO DE LOSA Y COSTADOSVIGA	S3 - 10	S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11		S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12	S1 - 13	S1 - 13	S2 - 13	S2 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14	S3 - 14		S1 - 15
ACERO EN MALLAS Y REFUERZOS	S3 - 10	S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11		S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12		S1 - 13		S2 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14	S3 - 14		S1 - 15
IIIE+IISS	S3 - 10	S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11		S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12		S1 - 13		S2 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14	S3 - 14		S1 - 15
CONCRETO	S2 - 10	S3 - 10	S1 - 11	S2 - 11		S3 - 11	S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12		S1 - 13		S2 - 13	S3 - 13	S1 - 14	S2 - 14	S3 - 14	
DESENCOFRADO LOSA (3 niveles)	S1 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9		S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10	S2 - 10	S3 - 10			S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11	S1 - 12		S2 - 12
DESENCOFRADO VIGAS (3 niveles)	S1 - 8	S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9		S2 - 9	S3 - 9	S1 - 10	S2 - 10	S3 - 10			S1 - 11	S2 - 11	S3 - 11	S1 - 12		S2 - 12
RETIRO DE APUNTALAMIENTO	S1 - 7	S2 - 7	S3 - 7	S1 - 8		S2 - 8	S3 - 8	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9			S1 - 10	S2 - 10	S3 - 10	S1 - 11		S2 - 11
Instalación de Malla Anticaídas	S1 - 9	S1 - 9	S2 - 9	S3 - 9				S1 - 12	S1 - 12	S2 - 12	S3 - 12							
	Malla Anticaída Tipo "Orca" (Cubre 9 ^o -10 ^o -11 ^o)							Malla Anticaída Tipo "Orca" (Cubre 12 ^o -13 ^o -14 ^o)										

Fuente: Modo Student Residence

MODO	JUNIO																
Semana del año	SEMANA 24					SEMANA 25					SEMANA 26						
Semana de ejecución	SEMANA 37					SEMANA 38					SEMANA 39						
LOOKAHEAD DE OBRA	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S
	11-Jun	12-Jun	13-Jun	14-Jun	15-Jun	17-Jun	18-Jun	19-Jun	20-Jun	21-Jun	22-Jun	24-Jun	25-Jun	26-Jun	27-Jun	28-Jun	29-Jun
ESTRUCTURA SUPERESTRUCTURAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
COLUMNAS Y PLACAS																	
ACERO	S2-16	S3-16	S1-17	S2-17		S3-17	S1-18	S2-18	PARO SINDI	S3-18		S1-19	S2-19	S3-19	S1-20	S2-20	
IIIEE+IISS	S2-16	S3-16	S1-17	S2-17		S3-17	S1-18	S2-18	PARO SINDI	S3-18		S1-19	S2-19	S3-19	S1-20	S2-20	
ENCOFRADO	S3-15	S1-16	S2-16	S3-16		S1-17	S2-17	S3-17	PARO SINDI	S1-18		S2-18	S3-18	S1-19	S2-19	S3-19	
CONCRETO	S3-15	S1-16	S2-16	S3-16		S1-17	S2-17	S3-17	PARO SINDI	S1-18		S2-18	S3-18	S1-19	S2-19	S3-19	
CONCRETO									PARO SINDICAL								
TECHOS									PARO SINDICAL								
ACERO EN VIGAS	S3-15	S1-16	S2-16	S3-16		S1-17	S2-17	S3-17	PARO SINDI	S1-18		S2-18	S3-18	S1-19	S2-19	S3-19	
ENCOFRADO FONDOS DE VIGA	S2-15	S3-15	S1-16	S2-16		S3-16	S1-17	S2-17	PARO SINDI	S3-17		S1-18	S2-18	S3-18	S1-19	S2-19	
ENCOFRADO FONDO DE LOSA Y COSTADOSVIGA	S2-15	S3-15	S1-16	S2-16		S3-16	S1-17	S2-17	PARO SINDI	S3-17		S1-18	S2-18	S3-18	S1-19	S2-19	
ACERO EN MALLAS Y REFUERZOS	S2-15	S3-15	S1-16	S2-16		S3-16	S1-17	S2-17	PARO SINDI	S3-17		S1-18	S2-18	S3-18	S1-19	S2-19	
IIIEE+IISS	S2-15	S3-15	S1-16	S2-16		S3-16	S1-17	S2-17	PARO SINDI	S3-17		S1-18	S2-18	S3-18	S1-19	S2-19	
CONCRETO	S1-15	S2-15	S3-15	S1-16	S2-16		S3-16	S1-17	PARO SINDI	S2-17	S3-17		S1-18	S2-18	S3-18	S1-19	
DESENCOFRADO LOSA (3 niveles)	S3-12	S1-13	S2-13	S3-13		S1-14	S2-14	S3-14	PARO SINDI	S1-15		S2-15	S3-15	S1-16	S2-16	S3-16	
DESENCOFRADO VIGAS (3 niveles)	S3-12	S1-13	S2-13	S3-13		S1-14	S2-14	S3-14	PARO SINDI	S1-15		S2-15	S3-15	S1-16	S2-16	S3-16	
RETIRO DE APUNTALAMIENTO	S3-11	S1-12	S2-12	S3-12		S1-13	S2-13	S3-13	PARO SINDI	S1-14		S2-14	S3-14	S1-15	S2-15	S3-15	
Instalación de Malla Anticaidas						S1-15	S1-15	S2-15	PARO SINDI	S3-15							
						Malla Anticaida Tipo "Orca" (Cubre 15 ^o -16 ^o -17 ^o)											

Fuente: Modo Student Residence

MODO							
Semana del año			SEMANA 27				
Semana de ejecución			SEMANA 40				
LOOKAHEAD DE OBRA	V	S	L	M	M	J	V
	28-Jun	29-Jun	01-Jul	02-Jul	03-Jul	04-Jul	05-Jul
ESTRUCTURA SUPERESTRUCTURAS	X		X	X	X	X	X
COLUMNAS Y PLACAS							
ACERO	S2 - 20		S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21	S3 - 21	
IIIEE+IISS	S2 - 20		S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21	S3 - 21	
ENCOFRADO	S3 - 19		S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21
CONCRETO	S3 - 19		S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21
CONCRETO							
TECHOS							
ACERO EN VIGAS	S3 - 19		S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21	S2 - 21
ENCOFRADO FONDOS DE VIGA	S2 - 19		S3 - 19	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21
ENCOFRADO FONDO DE LOSA Y COSTADOSVIGA	S2 - 19		S3 - 19	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21
ACERO EN MALLAS Y REFUERZOS	S2 - 19		S3 - 19	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21
IIIEE+IISS	S2 - 19		S3 - 19	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20	S1 - 21
CONCRETO	S1 - 19		S2 - 19	S3 - 19	S1 - 20	S2 - 20	S3 - 20
DEENCOFRADO LOSA (3 niveles)	S3 - 16		S1 - 17	S2 - 17	S3 - 17	S1 - 18	S2 - 18
DEENCOFRADO VIGAS (3 niveles)	S3 - 16		S1 - 17	S2 - 17	S3 - 17	S1 - 18	S2 - 18
RETIRO DE APUNTALAMIENTO	S3 - 15		S1 - 16	S2 - 16	S3 - 16	S1 - 17	S2 - 17
Instalación de Malla Anticaidas				S1 - 18	S1 - 18	S2 - 18	S3 - 18
			Malla Anticaida Tipo "Orca" (Cubre 18 ^o -19 ^o -20 ^o)				

Fuente: Modo Student Residence

ANEXO III: CARTAS BALANCE DEL PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE

Carta balance N°1: Elementos horizontales Nivel 13 - Sector 1

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE					
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				
MUESTRA N° DE FORMATO	ACTIVIDAD	VACIADO DE LOSAS MACIZAS Y VIGAS			
	DESCRIPCION	SECTOR 1- PISO 13			
	FECHA	01/06/2019			
	HORA DE INICIO	11:20 am - 1:49 pm			
1	OP	M	E	E	E
2	OP	M	E	E	E
3	OP	M	E	E	E
4	OP	M	E	E	E
5	OP	M	V	E	E
6	OP	M	V	E	E
7	OP	M	V	E	E
8	OP	M	V	E	E
9	OP	M	V	E	E
10	OP	M	V	E	E
11	OP	M	V	E	E
12	OP	M	V	E	E
13	CM	CM	CM	R	R
14	CM	CM	CM	R	R
15	CM	CM	CM	R	R
16	CM	CM	CM	R	R
17	OP	M	V	E	E
18	OP	M	E	E	E
19	OP	M	V	E	E
20	OP	M	V	E	E
21	OP	M	V	E	E
22	OP	M	V	E	E
23	OP	M	V	E	E
24	OP	M	V	E	E
25	OP	M	V	E	E
26	OP	M	V	E	E
27	OP	M	V	E	E
28	OP	M	V	E	E
29	OP	M	V	E	E
30	OP	M	V	E	E
31	OP	M	V	E	E
32	CM	CM	CM	R	R
33	CM	CM	CM	R	R
34	CM	CM	CM	R	R
35	CM	CM	CM	R	R
36	OP	M	V	E	E
37	OP	M	V	E	E
38	OP	M	V	E	E
39	OP	M	V	E	E
40	OP	M	V	E	E
41	OP	M	V	E	E
42	OP	M	V	E	E
43	OP	M	V	E	E
44	OP	M	V	E	E
45	OP	M	V	E	E
46	OP	M	V	E	E
47	OP	M	V	E	E
48	OP	M	V	E	E
49	OP	M	V	E	E
50	OP	M	V	E	E
51	OP	M	V	E	E
52	OP	M	V	E	E
53	OP	M	V	E	E
54	E	E	E	E	E
55	CM	CM	CM	R	R
56	CM	CM	CM	R	R
57	CM	CM	CM	R	R
58	CM	CM	CM	R	R
59	CM	CM	CM	R	R
60	OP	M	V	E	E
61	OP	M	V	E	E
62	OP	M	V	E	E
63	OP	M	V	E	E
64	OP	M	V	E	E
65	OP	M	V	E	E
66	OP	M	V	E	E
67	OP	M	V	E	E
68	OP	M	V	E	E
69	OP	M	V	E	E
70	OP	M	V	E	E
71	CM	CM	CM	R	R
72	CM	CM	CM	R	R
73	CM	CM	CM	R	R
74	OP	M	V	E	E
75	OP	M	V	E	E
76	OP	M	V	E	E
77	OP	M	V	E	E
78	OP	M	V	E	E
79	OP	M	V	E	E
80	OP	E	E	E	E
81	OP	M	V	E	E
82	OP	M	V	E	E
83	OP	M	V	E	E
84	OP	M	V	E	E
85	OP	M	V	E	E
86	OP	M	V	E	E
87	OP	M	V	E	E
88	OP	M	V	E	E
89	OP	M	V	E	E
90	CM	CM	CM	R	R
91	CM	CM	CM	R	R
92	CM	CM	CM	R	R
93	OP	M	V	E	E
94	OP	M	V	E	E
95	OP	M	V	E	E
96	OP	M	V	E	E
97	OP	M	V	E	E
98	OP	M	V	E	E
99	OP	M	V	E	E
100	OP	M	V	E	E
101	OP	M	V	E	E
102	OP	M	V	E	E
103	OP	M	V	E	E
104	OP	M	V	E	E
105	OP	M	V	E	E
106	OP	M	V	E	E
107	OP	M	V	E	E
108	CM	CM	CM	R	R
109	CM	CM	CM	R	R
110	CM	CM	CM	R	R
111	CM	CM	CM	R	R
112	OP	M	V	E	E
113	OP	M	V	E	E
114	OP	M	V	E	E
115	OP	M	V	E	E
116	OP	M	V	E	E
117	OP	M	V	E	E
118	OP	M	V	E	E
119	OP	M	V	E	E
120	OP	M	V	E	E
121	OP	M	V	E	E
122	OP	M	V	E	E
123	OP	M	V	E	E
124	OP	M	V	E	E
125	OP	M	V	E	E
126	OP	M	V	E	E
127	OP	M	V	E	E
128	OP	M	V	E	E
129	OP	M	V	E	E
130	CM	CM	CM	R	R
131	CM	CM	CM	R	R
132	CM	CM	CM	R	R
133	CM	CM	CM	R	R
134	OP	M	V	E	E
135	OP	M	V	E	E
136	OP	M	V	E	E
137	OP	M	V	E	E
138	OP	M	V	E	E
139	OP	M	V	E	E
140	OP	M	V	E	E
141	OP	M	V	E	E
142	OP	M	V	E	E
143	OP	M	V	E	E
144	OP	M	V	E	E
145	OP	M	V	E	E
146	OP	M	V	E	E
147	OP	M	V	E	E
148	E	E	E	E	E
149	E	E	E	E	E

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°2: Elementos horizontales Nivel 15 - Sector 1

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE					
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				
MUESTRADOR	Rev. ACTIVIDAD: VACIADO DE LOSAS MÁCIZAS Y VIGAS				
N° DE FORMATO	DESCRIPCION: SECTOR 1-PISO 16				
	FECHA	11/06/2019			
	HORA DE INICIO	11:50 am - 2.23 pm			
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
1	OP	M	V	E	E
2	OP	M	V	E	E
3	OP	M	V	E	E
4	OP	M	V	E	E
5	OP	M	V	E	E
6	OP	M	MV	E	E
7	OP	M	V	E	E
8	OP	M	V	E	E
9	OP	M	V	E	E
10	CM	CM	CM	CM	CM
11	CM	CM	CM	CM	CM
12	CM	CM	CM	CM	CM
13	CM	CM	CM	CM	CM
14	OP	M	E	E	E
15	OP	M	E	E	E
16	OP	M	E	E	E
17	OP	M	E	E	E
18	OP	M	MV	R	R
19	OP	M	V	R	R
20	OP	M	MV	R	R
21	OP	M	V	R	R
22	OP	M	V	R	R
23	OP	M	V	R	R
24	OP	M	V	R	R
25	OP	M	V	R	R
26	OP	M	MV	R	R
27	OP	M	V	R	R
28	OP	M	MV	R	R
29	OP	M	V	R	R
30	CM	CM	V	R	R
31	CM	CM	V	R	R
32	CM	CM	V	R	R
33	CM	CM	CM	CM	CM
34	CM	CM	CM	CM	CM
35	CM	CM	CM	CM	CM
36	OP	M	MV	R	R
37	OP	M	V	R	R
38	OP	M	V	R	R
39	OP	M	V	R	R
40	OP	M	V	R	R
41	OP	M	V	R	R
42	OP	M	V	MV	R
43	OP	M	V	MV	R
44	OP	M	V	MV	R
45	OP	M	V	R	R
46	OP	M	V	R	R
47	OP	M	V	R	R
48	OP	M	V	R	R
49	OP	M	V	R	R
50	CM	CM	V	R	R
51	CM	CM	CM	CM	CM
52	CM	CM	CM	CM	CM
53	CM	CM	CM	CM	CM
54	CM	CM	CM	CM	CM
55	OP	M	E	R	R
56	OP	M	E	R	R
57	OP	M	MV	R	R
58	OP	M	V	R	R
59	OP	M	V	R	R
60	OP	M	V	R	R
61	OP	M	MV	R	R
62	OP	M	V	R	R
63	OP	M	V	R	R
64	OP	M	V	R	R
65	OP	M	V	R	R
66	OP	M	V	MV	R
67	OP	M	V	R	R
68	CM	CM	CM	CM	CM
69	CM	CM	CM	CM	CM
70	CM	CM	CM	CM	CM
71	OP	M	MV	R	R
72	OP	M	MV	R	R
73	OP	M	V	R	R
74	OP	M	V	R	R
75	OP	M	V	R	R
76	OP	M	V	MV	R
77	OP	M	V	MV	R
78	OP	M	V	MV	R
79	OP	M	V	MV	R
80	OP	M	V	MV	R
81	OP	M	V	MV	R
82	OP	M	V	R	R
83	OP	M	V	R	R
84	OP	M	V	R	R
85	OP	M	V	R	R
86	OP	M	V	R	R
87	CM	CM	V	R	R
88	CM	CM	CM	CM	CM
89	CM	CM	CM	CM	CM
90	CM	CM	CM	CM	CM
91	CM	CM	CM	CM	CM
92	CM	CM	CM	CM	CM
93	OP	M	V	R	R
94	OP	M	MV	R	R
95	OP	M	V	R	R
96	OP	M	V	R	R
97	OP	M	V	MV	R
98	OP	M	V	MV	R
99	OP	M	V	MV	R
100	OP	M	V	R	R
101	OP	M	V	R	R
102	OP	M	V	R	R
103	OP	M	V	R	R
104	OP	M	V	R	R
105	CM	CM	V	R	R
106	CM	CM	CM	R	R
107	CM	CM	CM	R	R
108	CM	CM	CM	R	R
109	OP	M	E	R	R
110	OP	M	E	R	R
111	OP	M	E	R	R
112	OP	M	MV	R	R
113	OP	M	V	R	R
114	OP	M	V	R	R
115	OP	M	V	R	R
116	OP	M	V	R	MV
117	OP	M	V	R	MV
118	OP	M	V	R	MV
119	OP	M	V	R	R
120	OP	M	V	R	R
121	OP	M	V	R	R
122	OP	M	V	R	R
123	CM	CM	V	R	R
124	CM	CM	CM	R	R
125	CM	CM	CM	R	R
126	CM	CM	CM	R	R
127	CM	CM	CM	R	R
128	CM	CM	CM	R	R
129	OP	M	E	R	R
130	OP	M	MV	R	R
131	OP	M	V	R	R
132	OP	M	V	R	R
133	OP	M	V	MV	R
134	OP	M	V	MV	R
135	OP	M	V	MV	R
136	OP	M	V	R	R
137	OP	M	V	R	R
138	OP	M	V	R	R
139	OP	M	V	R	R
140	OP	M	V	R	R

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA DE TDH	
R	REGLEADO	
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL	
V	VIBRADO	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORGO DE VIBRADORA	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°3: Elementos horizontales Nivel 20 - Sector 1

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						Rev.
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL					ACTIVIDAD
MUESTRADOR						DESCRIPCION
N° DE FORMATO						SECTOR 1-PISO 20
						FECHA
						01/06/2019
						HORA DE INICIO
						11:05 am - 1:32 pm
1	OP					TRABAJO PRODUCTIVO - TP OP OPERAR LA TDH M MOVER LA MANGUERA DE TDH R REGLADO VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL V VIBRADO
2	OP	E	E	E	E	
3	OP	M	E	E	E	
4	OP	M	E	E	E	
5	OP	M	V	AH	AH	
6	OP	M	V	AH	AH	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA AH ACARREO DE HERRAMIENTAS I INSTRUCCIONES
7	OP	M	V	AH	AH	
8	OP	M	V	AH	AH	
9	OP	M	V	R	R	
10	OP	M	V	R	R	
11	OP	M	V	R	R	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC VI VIAJE IMPRODUCTIVO N TIEMPO DE CICLO CM CAMBIO DE MIXER E ESPERA AV ATORO DE VIBRADORA
12	OP	I	MV	R	R	
13	OP	I	V	R	R	
14	OP	M	V	R	R	
15	OP	M	V	R	R	
16	OP	M	V	R	R	
17	OP	M	V	R	R	
18	CM	CM	CM	R	R	
19	CM	CM	CM	R	R	
20	CM	CM	CM	R	R	
21	OP	M	E	R	R	
22	OP	M	E	R	R	
23	OP	M	E	R	R	
24	OP	M	V	R	R	
25	OP	M	V	MV	R	
26	OP	M	V	MV	R	
27	OP	M	V	E	E	
28	OP	M	V	E	E	
29	OP	I	MV	R	R	
30	OP	I	V	R	R	
31	OP	I	V	R	R	
32	OP	M	V	R	R	
33	OP	M	V	R	R	
34	OP	M	V	R	R	
35	OP	M	MV	R	R	
36	OP	M	V	R	R	
37	CM	CM	V	R	R	
38	CM	CM	V	R	R	
39	CM	CM	CM	R	R	
40	CM	CM	CM	R	R	
41	OP	I	E	R	R	
42	OP	I	E	R	R	
43	OP	M	V	MV	R	
44	OP	M	V	MV	R	
45	OP	M	V	R	R	
46	OP	M	V	R	R	
47	OP	M	V	R	R	
48	OP	M	V	R	R	
49	OP	M	V	R	R	
50	OP	M	AV	MV	R	
51	OP	M	V	R	R	
52	OP	M	V	R	R	
53	OP	M	V	R	R	
54	OP	M	V	R	R	
55	OP	M	V	R	R	
56	CM	CM	CM	R	R	
57	CM	CM	CM	E	E	
58	CM	CM	CM	R	R	
59	CM	CM	CM	R	R	
60	CM	CM	MV	R	R	
61	OP	M	MV	R	R	
62	OP	M	MV	R	R	
63	OP	M	V	R	R	
64	OP	M	V	R	R	
65	OP	M	V	R	R	
66	OP	M	V	R	R	
67	OP	M	V	R	R	
68	OP	M	V	MV	R	
69	OP	M	V	MV	R	
70	OP	I	V	R	R	
71	OP	I	V	R	R	
72	OP	M	V	R	R	
73	OP	M	V	R	R	
74	OP	M	V	R	R	
75	OP	M	V	MV	R	
76	OP	M	V	R	R	
77	OP	I	V	R	R	
78	CM	CM	V	R	R	
79	CM	CM	CM	R	R	
80	CM	CM	CM	R	R	
81	CM	CM	CM	R	R	
82	OP	E	E	R	R	
83	OP	I	E	MV	R	
84	OP	I	V	MV	R	
85	OP	M	V	R	R	
86	OP	M	V	R	R	
87	OP	M	V	R	R	
88	OP	M	V	R	R	
89	OP	M	V	R	MV	
90	OP	M	V	R	R	
91	OP	M	V	R	R	
92	OP	M	V	R	R	
93	OP	M	V	R	R	
94	OP	M	V	R	R	
95	CM	CM	CM	E	E	
96	CM	CM	CM	R	R	
97	CM	CM	V	R	R	
98	OP	E	E	R	R	
99	OP	I	E	MV	R	
100	OP	M	V	R	R	
101	OP	M	V	R	R	
102	OP	M	V	R	R	
103	OP	M	V	R	R	
104	OP	I	MV	R	R	
105	OP	M	V	R	R	
106	OP	M	V	R	R	
107	OP	M	AV	R	R	
108	OP	M	V	R	MV	
109	OP	M	V	R	R	
110	OP	M	MV	R	R	
111	OP	M	V	R	R	
112	OP	M	V	R	R	
113	OP	M	V	R	R	
114	CM	CM	CM	R	R	
115	CM	CM	CM	R	R	
116	CM	CM	V	E	E	
117	CM	CM	V	E	E	
118	OP	M	MV	R	R	
119	OP	M	V	R	R	
120	OP	M	V	R	R	
121	OP	M	V	R	R	
122	OP	M	V	R	R	
123	OP	M	V	R	R	
124	OP	M	V	R	R	
125	OP	M	MV	R	R	
126	OP	M	V	E	R	
127	OP	M	V	R	R	
128	OP	M	V	E	R	
129	OP	M	V	E	R	
130	OP	M	V	R	R	
131	OP	M	V	R	R	
132	CM	CM	V	R	E	
133	CM	CM	MV	R	E	
134	CM	CM	MV	R	E	
135	OP	M	V	R	R	
136	OP	M	V	R	R	
137	OP	M	V	R	R	
138	OP	M	V	R	MV	
139	OP	M	V	R	R	
140	OP	M	V	R	R	
141	OP	M	V	R	R	
142	OP	M	MV	R	R	
143	OP	I	V	R	R	
144	OP	I	V	R	R	
145	OP	M	V	R	R	
146	OP	M	V	R	R	
147	OP	M	V	R	R	

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°4: Elementos verticales Nivel 20 - Sector 1

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				Rev.	
MUESTRADOR					ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES
N° DE FORMATO					DESCRIPCION	SECTOR 1 - PISO 20
					FECHA	01/07/2019
					DURACION	12:44 PM - 2:15 PM
1	M	E	E	E	OP	
2	M	VC	VC	E	OP	
3	M	VC	VC	E	OP	
4	M	VC	VC	MV	OP	
5	M	VC	VC	V	OP	
6	M	VC	VC	V	OP	
7	M	VC	VC	V	OP	
8	M	VC	VC	V	OP	
9	M	VC	VC	V	OP	
10	M	E	VC	MV	I	
11	M	E	VC	V	I	
12	M	VC	VC	V	OP	
13	M	VC	VC	V	OP	
14	M	VC	VC	V	OP	
15	M	VC	VC	V	OP	
16	M	VC	VC	V	OP	
17	M	VC	VC	V	OP	
18	I	CM	CM	V	CM	
19	I	CM	CM	V	CM	
20	CM	CM	CM	CM	CM	
21	CM	CM	CM	CM	CM	
22	I	VC	MV	V	OP	
23	I	VC	VC	V	OP	
24	M	VC	VC	V	OP	
25	M	VC	VC	V	OP	
26	I	VC	VC	V	OP	
27	I	VC	VC	V	OP	
28	I	VC	E	AV	E	
29	M	VC	E	AV	E	
30	M	VC	VC	V	OP	
31	M	VC	VC	V	OP	
32	M	E	VC	MV	OP	
33	M	E	VC	V	OP	
34	M	VC	VC	V	OP	
35	M	VC	VC	V	OP	
36	M	VC	MV	V	OP	
37	M	VC	VC	V	OP	
38	M	VC	VC	V	I	
39	M	VC	VC	V	OP	
40	M	VC	VC	V	OP	
41	M	VC	VC	MV	OP	
42	M	VC	VC	V	OP	
43	M	VC	VC	V	I	
44	CM	CM	CM	V	CM	
45	CM	CM	CM	V	CM	
46	CM	CM	CM	V	CM	
47	I	MV	VC	E	OP	
48	I	VC	VC	E	OP	
49	I	VC	VC	E	OP	
50	M	VC	VC	E	I	
51	M	VC	VC	MV	I	
52	M	VC	VC	V	OP	
53	M	VC	VC	V	OP	
54	M	VC	VC	V	OP	
55	M	VC	VC	MV	OP	
56	M	VC	VC	V	OP	
57	M	VC	VC	V	OP	
58	M	VC	VC	V	OP	
59	M	VC	VC	V	OP	
60	M	VC	VC	V	OP	
61	M	VC	VC	V	OP	
62	M	VC	VC	V	I	
63	M	VC	VC	V	I	
64	M	VC	VC	MV	I	
65	CM	VC	VC	V	OP	
66	CM	CM	CM	V	CM	
67	CM	CM	CM	CM	CM	
68	CM	CM	CM	CM	CM	
69	CM	CM	CM	CM	CM	
70	M	VC	VC	E	I	
71	M	VC	VC	MV	OP	
72	M	VC	VC	V	OP	
73	M	VC	VC	V	OP	
74	M	VC	VC	V	OP	
75	M	VC	VC	V	OP	
76	I	VC	VC	V	OP	
77	I	E	E	AV	OP	
78	I	E	E	AV	OP	
79	M	VC	VC	MV	OP	
80	M	VC	VC	V	OP	
81	M	VC	VC	V	OP	
82	M	VC	VC	V	OP	
83	M	VC	VC	V	OP	
84	M	VC	VC	V	OP	
85	M	VC	VC	V	OP	
86	M	VC	MV	V	OP	
87	M	VC	VC	V	OP	
88	I	VC	VC	E	OP	
89	I	VC	E	E	OP	
90	I	VC	E	E	I	
91	I	VC	E	E	I	
92						

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA	
R	REGLEADO	
V	VIBRADO	
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	
MOV	MOVER MATERIALES	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORO DE VIBRADORA	
HC	HABLANDO POR CELULAR	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°5: Elementos verticales Nivel 19 - Sector 1

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MOD0" - SAN MIGUEL				Rev.	
MUESTRADOR					ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES
N° DE FORMATO					DESCRIPCION	SECTOR 1 - PISO 19
					FECHA	26/06/2019
					DURACION	12:30 PM-2:09 PM
1	E	E	E	E	OP	
2	E	E	E	E	OP	
3	E	E	E	E	OP	
4	M	E	E	E	I	
5	M	E	E	MV	I	
6	M	E	E	V	I	
7	M	VC	VC	V	OP	
8	M	VC	VC	MV	OP	
9	M	VC	VC	V	OP	
10	M	VC	VC	V	OP	
11	M	VC	VC	V	OP	
12	M	VC	VC	V	OP	
13	M	VC	VC	V	E	
14	M	VC	VC	V	E	
15	M	VC	VC	V	OP	
16	M	VC	MV	V	OP	
17	M	VC	VC	V	OP	
18	CM	CM	CM	V	CM	
19	CM	CM	CM	V	I	
20	CM	CM	CM	CM	I	
21	CM	CM	CM	V	I	
22	M	VC	MV	V	E	
23	M	VC	VC	V	OP	
24	M	VC	VC	V	OP	
25	M	VC	VC	V	OP	
26	I	E	E	V	OP	
27	I	E	E	MV	OP	
28	M	VC	VC	V	OP	
29	M	VC	VC	V	OP	
30	M	VC	VC	V	OP	
31	M	VC	VC	V	OP	
32	M	VC	VC	V	OP	
33	M	VC	VC	E	OP	
34	M	VC	VC	E	OP	
35	M	VC	MV	V	I	
36	M	VC	MV	V	OP	
37	M	VC	VC	V	OP	
38	M	E	VC	V	OP	
39	M	E	VC	V	OP	
40	M	E	VC	MV	OP	
41	M	VC	VC	V	OP	
42	M	VC	VC	V	OP	
43	M	VC	VC	V	I	
44	CM	CM	CM	V	I	
45	CM	CM	CM	CM	I	
46	CM	CM	CM	CM	CM	
47	E	VC	MV	V	OP	
48	M	VC	MV	AV	OP	
49	M	VC	VC	AV	OP	
50	M	VC	VC	V	OP	
51	M	VC	VC	V	OP	
52	I	VC	VC	V	I	
53	I	VC	VC	V	I	
54	M	VC	MV	V	OP	
55	M	VC	VC	V	OP	
56	M	VC	VC	V	OP	
57	M	VC	VC	V	OP	
58	M	VC	VC	MV	OP	
59	M	VC	VC	MV	OP	
60	E	E	VC	E	I	
61	E	E	VC	E	OP	
62	M	VC	VC	MV	OP	
63	M	VC	VC	V	I	
64	M	VC	VC	V	OP	
65	M	VC	VC	V	OP	
66	M	VC	VC	V	OP	
67	M	VC	VC	V	OP	
68	M	VC	VC	V	OP	
69	M	VC	VC	V	OP	
70	M	VC	VC	V	OP	
71	M	VC	VC	MV	OP	
72	CM	CM	CM	V	OP	
73	CM	CM	CM	V	OP	
74	CM	CM	CM	CM	CM	
75	I	CM	CM	CM	CM	
76	I	CM	CM	CM	I	
77	M	VC	VC	E	I	
78	M	VC	VC	E	I	
79	M	VC	VC	MV	OP	
80	M	VC	VC	V	OP	
81	M	VC	VC	V	OP	
82	M	VC	VC	V	OP	
83	M	VC	VC	V	OP	
84	M	VC	VC	V	OP	
85	I	E	E	AV	OP	
86	M	VC	VC	V	OP	
87	M	VC	VC	V	OP	
88	M	VC	VC	V	OP	
89	M	VC	VC	V	I	
90	M	VC	VC	MV	I	
91	M	VC	VC	V	I	
92	M	VC	VC	V	I	
93	I	VC	VC	MV	I	
94	I	E	E	V	I	
95	I	E	E	V	I	
96	I	VC	VC	V	OP	
97	I	VC	VC	V	OP	
98	I	VC	VC	V	OP	
99	E	VC	VC	V	OP	
100						

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA	
R	REGLEADO	
V	VIBRADO	
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	
MOV	MOVER MATERIALES	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORO DE VIBRADORA	
HC	HABLANDO POR CELULAR	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°6: Elementos verticales Nivel 17 - Sector 1

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						Rev
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES
MUESTRADOR					DESCRIPCION	SECTOR 1 - PISO 17
N° DE FORMATO					FECHA	17/06/2019
					DURACION	10:30 AM - 11:59 AM
1	M	E	E	E	OP	TRABAJO PRODUCTIVO - TP OP OPERAR LA TDH M MOVER LA MANGUERA R REGLEADO V VIBRADO VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
2	M	E	E	E	OP	
3	I	VC	VC	E	OP	
4	I	VC	VC	MOV	OP	
5	M	VC	VC	MOV	OP	
6	M	VC	VC	MOV	OP	
7	M	VC	VC	MOV	OP	
8	M	VC	VC	V	OP	
9	M	VC	VC	V	I	
10	M	VC	VC	V	I	
11	M	VC	VC	V	OP	
12	M	AM	VC	V	OP	
13	M	AM	VC	V	OP	
14	M	E	E	V	OP	
15	M	E	E	V	OP	
16	M	VC	VC	V	OP	
17	M	VC	VC	V	OP	
18	M	VC	VC	V	OP	
19	CM	CM	CM	V	OP	
20	CM	CM	CM	CM	OP	
21	CM	CM	CM	CM	OP	
22	CM	CM	CM	CM	I	
23	M	VC	VC	V	I	
24	M	VC	VC	V	OP	
25	M	VC	VC	V	OP	
26	M	VC	VC	MOV	OP	
27	M	VC	MV	MOV	OP	
28	M	VC	MV	MOV	OP	
29	M	VC	MV	V	OP	
30	M	VC	VC	V	OP	
31	M	VC	VC	V	OP	
32	M	VC	VC	V	OP	
33	E	VC	VC	V	OP	
34	E	E	E	V	E	
35	I	E	E	V	E	
36	I	VC	VC	V	OP	
37	M	VC	VC	V	OP	
38	M	VC	VC	MOV	OP	
39	M	VC	VC	V	OP	
40	M	VC	VC	V	OP	
41	M	VC	VC	V	OP	
42	CM	CM	CM	V	OP	
43	CM	CM	CM	CM	I	
44	CM	CM	CM	CM	I	
45	CM	CM	CM	CM	I	
46	M	VC	VC	MOV	OP	
47	M	VC	VC	V	OP	
48	M	VC	VC	V	OP	
49	M	VC	VC	E	OP	
50	E	VC	VC	V	OP	
51	I	VC	VC	V	OP	
52	I	VC	VC	V	OP	
53	I	VC	VC	V	OP	
54	M	VC	VC	V	OP	
55	M	VC	VC	V	OP	
56	M	VC	VC	V	OP	
57	E	VC	MOV	AV	E	
58	I	VC	MOV	AV	E	
59	M	VC	VC	V	E	
60	M	VC	VC	V	OP	
61	I	VC	VC	V	OP	
62	I	VC	VC	V	OP	
63	M	VC	VC	MOV	OP	
64	M	VC	E	MOV	OP	
65	M	VC	VC	V	OP	
66	M	VC	VC	V	OP	
67	M	VC	VC	V	OP	
68	M	VC	VC	V	E	
69	CM	VC	CM	V	E	
70	CM	CM	CM	V	E	
71	CM	CM	CM	CM	I	
72	CM	CM	CM	CM	I	
73	I	VC	VC	E	I	
74	M	VC	VC	E	I	
75	M	VC	VC	MOV	I	
76	M	VC	VC	V	OP	
77	M	VC	VC	V	OP	
78	M	VC	VC	MOV	OP	
79	M	VC	VC	MOV	OP	
80	M	VC	VC	V	OP	
81	M	VC	VC	V	OP	
82	E	VC	VC	V	OP	
83	E	VC	VC	AV	OP	
84	M	VC	VC	V	OP	
85	M	VC	VC	V	OP	
86	M	VC	VC	V	OP	
87	M	VC	VC	V	I	
88	I	VC	E	E	I	
89	I	VC	E	E	I	
90						

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA	
R	REGLEADO	
V	VIBRADO	
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	
MOV	MOVER MATERIALES	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORO DE VIBRADORA	
HC	HABLANDO POR CELULAR	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°8: Elementos horizontales Nivel 11 - Sector 2

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE					
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				Rev.
MUESTRADOR					ACTIVIDAD
N° DE FORMATO					VACIADO DE LOSA
					DESCRIPCION
					FECHA
					DURACION
					24/05/2019
					11.58 AM-13.37PM
					SECTOR 2 - PISO 11
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5
1	OP	M	V	E	E
2	OP	M	V	E	E
3	OP	M	V	E	E
4	OP	M	V	E	E
5	OP	M	V	E	E
6	OP	M	V	E	E
7	OP	M	V	E	E
8	OP	M	V	E	E
9	OP	M	V	E	E
10	CM	CM	CM	CM	CM
11	CM	CM	CM	CM	CM
12	OP	M	E	E	E
13	OP	M	E	E	E
14	OP	M	E	E	E
15	OP	M	E	E	E
16	OP	M	V	R	R
17	OP	M	V	R	R
18	OP	M	AV	R	R
19	OP	M	V	R	R
20	OP	M	V	R	R
21	OP	M	V	R	R
22	OP	M	V	R	R
23	OP	M	V	MV	R
24	OP	M	V	MV	R
25	OP	M	V	MV	R
26	OP	M	V	MV	R
27	OP	M	V	R	R
28	CM	CM	V	R	R
29	CM	CM	CM	R	R
30	CM	CM	CM	R	R
31	CM	CM	CM	R	R
32	OP	M	V	R	R
33	OP	M	V	R	R
34	OP	M	V	R	R
35	OP	M	V	R	R
36	OP	M	V	R	R
37	OP	M	V	R	R
38	OP	M	V	R	R
39	OP	M	V	R	R
40	OP	M	V	R	R
41	OP	M	V	R	R
42	OP	M	V	R	R
43	OP	M	V	R	R
44	OP	M	V	R	R
45	CM	CM	V	R	R
46	CM	CM	V	R	R
47	CM	CM	V	R	R
48	CM	CM	CM	CM	CM
49	CM	CM	CM	CM	CM
50	CM	CM	CM	CM	CM
51	OP	M	V	R	R
52	OP	M	V	R	R
53	OP	M	V	R	R
54	OP	M	V	R	R
55	OP	M	V	R	R
56	OP	M	V	R	R
57	OP	M	V	MV	R
58	OP	M	V	MV	R
59	OP	M	V	MV	R
60	OP	M	V	R	R
61	OP	M	V	R	R
62	OP	M	V	R	R
63	OP	M	V	R	R
64	OP	M	V	R	R
65	CM	CM	V	R	R
66	CM	CM	CM	CM	R
67	CM	CM	CM	CM	R
68	CM	CM	CM	CM	R
69	CM	CM	CM	R	R
70	OP	M	E	R	R
71	OP	M	E	R	R
72	OP	M	V	R	R
73	OP	M	V	R	R
74	OP	M	V	R	R
75	OP	M	V	R	R
76	OP	M	V	MV	R
77	OP	M	V	MV	R
78	OP	M	V	MV	R
79	OP	M	V	R	R
80	OP	M	V	R	R
81	OP	M	V	R	R
82	OP	M	V	R	R
83	CM	CM	CM	CM	R
84	CM	CM	CM	CM	R
85	CM	CM	CM	CM	R
86	OP	M	V	R	R
87	OP	M	V	R	R
88	OP	M	V	R	R
89	OP	M	V	R	R
90	OP	M	V	R	R
91	OP	M	V	R	R
92	OP	M	V	R	R
93	OP	M	V	R	R
94	OP	M	V	R	R
95	OP	M	V	R	MV
96	OP	M	V	R	MV
97	OP	M	V	R	MV
98	OP	M	V	R	R
99	OP	M	V	R	R

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA	
R	REGLEADO	
V	VIBRADO	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORO DE VIBRADORA	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°9: Elementos horizontales Nivel 14 - Sector 2

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				Rev.	VACIADO DE LOSA
MUESTRADOR					DESCRIPCION	SECTOR 2 - PISO 14
N° DE FORMATO					FECHA	07/06/2019
					DURACION	11.30 AM-13.14PM
1	I	M	E	E	E	
2	I	M	E	E	E	
3	OP	M	E	E	E	
4	OP	M	E	E	E	
5	OP	M	V	E	E	
6	OP	M	V	E	E	
7	OP	M	V	E	R	
8	OP	M	V	R	R	
9	OP	M	V	R	R	
10	OP	M	V	R	R	
11	OP	M	V	R	R	
12	OP	M	V	R	R	
13	OP	M	V	R	R	
14	OP	M	V	R	R	
15	OP	M	V	R	R	
16	CM	CM	R	R	R	
17	CM	CM	CM	R	R	
18	CM	CM	CM	CM	CM	
19	CM	CM	CM	CM	CM	
20	I	M	E	E	E	
21	I	M	MV	E	R	
22	OP	M	V	E	R	
23	OP	M	V	E	R	
24	OP	M	V	E	R	
25	OP	M	V	R	R	
26	OP	M	V	R	R	
27	OP	M	V	R	R	
28	OP	M	V	R	R	
29	OP	M	V	R	R	
30	OP	M	V	I	R	
31	OP	M	V	I	R	
32	OP	M	MV	R	R	
33	OP	M	MV	R	R	
34	I	M	MV	R	R	
35	I	M	V	R	R	
36	OP	M	V	R	R	
37	OP	M	V	R	R	
38	CM	CM	V	R	R	
39	CM	CM	V	R	R	
40	CM	CM	V	R	R	
41	CM	CM	CM	CM	R	
42	CM	CM	CM	CM	CM	
43	CM	CM	CM	R	CM	
44	I	M	MV	R	R	
45	I	M	V	R	R	
46	OP	M	V	R	R	
47	OP	M	V	R	R	
48	OP	M	V	R	R	
49	OP	M	V	R	R	
50	OP	M	V	R	R	
51	OP	M	V	R	R	
52	OP	M	V	MV	R	
53	OP	M	V	R	R	
54	OP	M	V	R	R	
55	OP	M	V	R	R	
56	OP	M	V	R	R	
57	OP	M	MV	R	R	
58	CM	CM	V	R	R	
59	CM	CM	CM	CM	CM	
60	CM	CM	CM	CM	CM	
61	CM	CM	CM	CM	CM	
62	CM	CM	CM	CM	CM	
63	I	M	E	R	R	
64	OP	M	E	R	R	
65	OP	I	MV	R	R	
66	OP	M	V	R	R	
67	OP	M	V	R	R	
68	OP	M	V	R	R	
69	OP	M	V	R	MV	
70	OP	M	V	R	MV	
71	OP	M	V	R	MV	
72	OP	M	V	R	R	
73	OP	M	V	R	R	
74	OP	M	V	R	R	
75	OP	M	V	MV	R	
76	I	M	V	R	R	
77	I	M	V	R	R	
78	CM	CM	CM	R	E	
79	CM	CM	CM	R	E	
80	CM	CM	E	R	E	
81	I	M	MV	R	R	
82	OP	M	MV	R	R	
83	OP	M	V	R	R	
84	OP	M	V	R	R	
85	OP	M	V	R	R	
86	OP	M	V	R	R	
87	OP	M	V	R	R	
88	OP	M	V	R	R	
89	OP	M	V	R	R	
90	OP	M	V	R	R	
91	OP	M	V	R	R	
92	OP	M	V	R	R	
93	OP	M	V	MV	R	
94	OP	M	V	MV	R	
95	CM	CM	CM	R	R	
96	CM	CM	CM	R	R	
97	CM	CM	E	R	R	
98	OP	I	MV	R	R	
99	OP	I	V	R	R	
100	OP	M	V	R	R	
101	OP	M	V	R	R	
102	OP	M	V	R	R	
103	OP	M	V	R	MV	
104	OP	M	V	R	MV	
105	OP	M	V	R	MV	
106	OP	M	V	R	MV	
107	OP	M	V	R	R	
108	OP	M	V	R	R	
109	OP	M	E	E	R	
110	OP	M	E	E	R	
111	E	M	E	E	R	
112	E	M	E	E	R	

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA	
R	REGLEADO	
V	VIBRADO	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO- TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORO DE VIBRADORA	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°10: Elementos horizontales Nivel 19 - Sector 2

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL					Rev.
MUESTRADOR						ACTIVIDAD
N° DE FORMATO						VACIADO DE LOSA
						DESCRIPCION
						FECHA
						DURACION
						01/07/2019
						11.36AM-13.33PM
						SECTOR 2 - PISO 19
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5	
1	OP	E	MV	E	E	TRABAJO PRODUCTIVO - TP OP OPERAR LA TDH M MOVER LA MANGUERA R REGLEADO V VIBRADO
2	OP	M	MV	E	E	
3	OP	M	MV	E	E	
4	OP	M	V	E	E	
5	OP	M	V	E	E	
6	OP	M	V	E	E	
7	OP	M	V	E	E	
8	OP	M	V	E	E	
9	OP	M	V	E	E	
10	OP	M	V	R	R	
11	OP	M	V	R	R	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA AM ACARREO DE MATERIAL I INSTRUCCIONES
12	OP	M	V	R	R	
13	OP	M	V	R	R	
14	OP	M	V	R	R	
15	OP	M	V	R	R	
16	OP	M	V	R	R	
17	OP	M	V	R	R	
18	OP	M	V	R	R	
19	OP	M	V	R	R	
20	OP	M	V	R	R	
21	CM	CM	V	MV	R	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC VI VIAJE IMPRODUCTIVO N TIEMPO DE OCIO CM CAMBIO DE MIKER E ESPERA AV ATORO DE VIBRADORA
22	CM	CM	CM	R	R	
23	CM	CM	CM	R	R	
24	CM	CM	CM	R	R	
25	CM	CM	CM	R	R	
26	I	M	MV	E	E	
27	I	M	MV	E	E	
28	I	M	MV	R	R	
29	OP	M	V	R	R	
30	OP	M	V	R	R	
31	OP	M	V	R	R	Obreiro CARGO NOMBRES Y APELLIDOS 1 Operador de la TDH PALOMINO, ALEXANDER 2 Manipula Manguera de la TDH ROMERO, JESUS 3 Manipula la Vibradora GONZALES, ANTONIO 4 Reglea 1 DE LA CRUZ, GUILLERMO 5 Reglea 2 VALENZUELA, HUGO 6 Capataz VALENZUELA, EDWIN
32	OP	M	V	R	R	
33	OP	M	V	R	R	
34	OP	M	V	MV	R	
35	OP	M	V	R	R	
36	OP	M	V	R	R	
37	OP	M	V	R	R	
38	OP	M	V	R	R	
39	OP	M	V	R	R	
40	OP	M	MV	R	R	
41	OP	M	V	R	R	
42	OP	M	V	R	R	
43	OP	M	V	R	R	
44	OP	M	V	R	R	
45	CM	CM	V	R	R	
46	CM	CM	MV	R	R	
47	CM	CM	CM	R	R	
48	CM	CM	CM	R	R	
49	CM	CM	CM	R	R	
50	CM	CM	CM	R	R	
51	I	M	V	R	R	
52	I	M	V	R	R	
53	OP	M	V	R	R	
54	OP	M	V	R	R	
55	OP	M	V	R	R	
56	OP	M	V	E	R	
57	OP	M	V	MV	R	
58	OP	M	V	MV	R	
59	OP	M	V	R	R	
60	OP	M	V	R	R	
61	OP	M	V	R	R	
62	OP	M	V	R	R	
63	OP	M	V	R	R	
64	OP	M	V	R	R	
65	CM	CM	CM	R	R	
66	CM	CM	CM	R	R	
67	CM	CM	CM	R	R	
68	CM	CM	CM	R	R	
69	CM	CM	CM	E	E	
70	OP	I	E	E	E	
71	OP	I	E	R	R	
72	OP	I	V	R	R	
73	OP	M	V	R	R	
74	OP	M	V	R	R	
75	OP	M	V	R	R	
76	OP	M	V	MV	R	
77	OP	M	V	MV	R	
78	OP	M	V	MV	R	
79	OP	M	V	R	R	
80	OP	M	V	R	R	
81	OP	M	V	R	R	
82	OP	M	V	R	R	
83	CM	CM	CM	R	R	
84	CM	CM	CM	R	R	
85	CM	CM	CM	CM	R	
86	CM	CM	CM	CM	R	
87	CM	CM	CM	CM	CM	
88	OP	M	V	R	R	
89	OP	M	V	R	R	
90	OP	M	V	R	R	
91	OP	M	V	R	R	
92	OP	M	MV	R	R	
93	OP	M	V	R	R	
94	I	M	V	R	R	
95	I	M	V	R	R	
96	OP	M	V	R	R	
97	OP	M	V	R	R	
98	OP	M	V	R	R	
99	OP	M	V	R	R	
100	OP	M	V	R	R	
101	OP	M	V	R	R	
102	CM	CM	CM	CM	R	
103	CM	CM	CM	CM	R	
104	CM	CM	CM	CM	R	
105	CM	CM	MV	R	R	
106	OP	I	MV	R	R	
107	OP	M	V	R	R	
108	OP	M	V	R	R	
109	OP	M	V	R	R	
110	OP	M	V	R	R	
111	OP	M	V	MV	R	
112	OP	M	V	MV	R	
113	OP	M	V	MV	R	
114	OP	M	V	R	R	
115	OP	M	V	R	R	
116	I	M	V	R	R	
117	I	M	V	R	R	

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°11: Elementos verticales Nivel 11 - Sector 2

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
					Rev.	
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL			ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES	
MUESTRADOR				DESCRIPCION	SECTOR 2 - PISO 11	
N° DE FORMATO				FECHA	22/05/2019	
				DURACION	2.30 PM-3.54PM	
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5	
1	M	E	E	E	OP	TRABAJO PRODUCTIVO - TP
2	M	E	E	E	OP	OP OPERAR LA TDH
3	M	E	E	E	OP	M MOVER LA MANGUERA
4	M	E	E	E	OP	R REGLADO
5	M	VC	VC	V	OP	V VIBRADO
6	E	VC	VC	V	OP	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
7	E	VC	VC	V	OP	
8	M	VC	VC	V	OP	
9	E	VC	MOV	MOV	OP	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC
10	M	VC	MOV	MOV	OP	
11	M	VC	MOV	MOV	OP	MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA
12	M	VC	VC	V	OP	AM ACARREO DE MATERIAL
13	M	VC	VC	V	OP	I INSTRUCCIONES
14	M	VC	VC	V	OP	MOV MOVER HERRAMIENTAS
15	M	VC	VC	V	E	
16	M	VC	VC	V	E	
17	M	VC	VC	V	E	
18	M	VC	VC	V	E	
19	M	VC	VC	V	E	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC
20	E	VC	VC	V	OP	VI VIAJE IMPRODUCTIVO
21	E	VC	VC	V	OP	N TIEMPO DE OCIO
22	M	VC	VC	V	OP	CM CAMBIO DE MIXER
23	E	VC	MOV	MOV	OP	E ESPERA
24	M	VC	MOV	MOV	OP	AV ATORO DE VIBRADORA
25	E	E	E	HC	E	HC HABLANDO POR CELULAR
26	E	AM	HC	HC	E	
27	M	E	E	E	OP	
28	M	E	E	E	OP	
29	M	E	E	E	OP	
30	M	E	E	E	OP	
31	M	E	VC	V	OP	
32	M	VC	VC	V	E	
33	M	VC	VC	V	E	
34	M	VC	VC	V	E	
35	M	VC	VC	V	E	
36	M	VC	VC	V	OP	
37	M	VC	VC	V	OP	
38	M	VC	VC	V	OP	
39	M	VC	VC	V	OP	
40	M	VC	VC	V	OP	
41	E	VC	VC	V	OP	
42	M	VC	VC	V	OP	
43	E	VC	MOV	MOV	OP	
44	M	VC	MOV	MOV	OP	
45	E	E	E	HC	E	
46	E	AM	HC	HC	E	
47	M	E	VC	V	OP	
48	M	E	VC	V	OP	
49	M	E	VC	V	OP	
50	M	AM	VC	V	OP	
51	M	AM	VC	V	OP	
52	M	E	E	V	OP	
53	M	E	E	V	OP	
54	M	VC	E	E	OP	
55	M	VC	E	E	OP	
56	M	VC	VC	V	OP	
57	M	VC	VC	V	E	
58	M	VC	VC	V	E	
59	M	VC	MOV	V	E	
60	M	VC	MOV	MOV	E	
61	M	VC	VC	V	E	
62	E	VC	VC	V	OP	
63	E	VC	VC	V	OP	
64	M	VC	VC	V	OP	
65	E	E	E	E	OP	
66	E	E	E	E	OP	

Obreiro	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Manipula Manguera	ROMERO, JESUS
2	Vaciado de concreto	DE LA CRUZ, GUILLERMO
3	Vaciado de concreto	VALENZUELA, HUGO
4	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
5	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°12: Elementos verticales Nivel 18 - Sector 2

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MOD0" - SAN MIGUEL				Rev.	
MUESTRADOR					ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES
N° DE FORMATO					DESCRIPCION	SECTOR 2 - PISO 11
					FECHA	24/06/2019
					DURACION	2.10 PM-3.21PM
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5	
1	M	E	E	E	I	TRABAJO PRODUCTIVO - TP
2	M	E	E	E	I	OP OPERAR LA TDH
3	M	E	E	E	I	M MOVER LA MANGUERA
4	M	E	E	E	I	R REGLEADO
5	M	VC	VC	E	I	V VIBRADO
6	M	VC	VC	E	OP	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
7	M	VC	VC	MV	OP	
8	M	VC	VC	MV	OP	
9	M	VC	VC	V	OP	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC
10	M	VC	VC	V	OP	MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA
11	M	VC	VC	V	OP	AM ACARREO DE MATERIAL
12	M	VC	VC	V	OP	I INSTRUCCIONES
13	E	E	E	V	OP	MOV MOVER HERRAMIENTAS
14	M	VC	VC	V	OP	
15	E	VC	VC	MV	OP	
16	M	VC	VC	V	OP	
17	M	VC	VC	V	OP	
18	M	VC	VC	V	OP	
19	M	VC	VC	V	OP	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC
20	M	VC	VC	V	OP	VI VIAJE IMPRODUCTIVO
21	M	VC	VC	V	OP	N TIEMPO DE OCIO
22	M	E	E	V	OP	CM CAMBIO DE MIXER
23	M	E	E	MV	OP	E ESPERA
24	M	VC	VC	V	OP	AV ATORO DE VIBRADORA
25	M	VC	VC	V	OP	HC HABLANDO POR CELULAR
26	M	VC	VC	V	OP	
27	M	VC	VC	V	OP	
28	M	VC	VC	V	OP	
29	CM	CM	CM	CM	CM	
30	CM	CM	CM	CM	CM	
31	CM	CM	CM	CM	CM	
32	CM	CM	CM	CM	E	
33	I	AM	AM	E	OP	
34	I	VC	AM	E	OP	
35	I	VC	VC	MV	OP	
36	M	VC	VC	MV	OP	
37	M	VC	VC	V	OP	
38	M	AM	AM	V	OP	
39	M	AM	AM	V	OP	
40	M	AM	VC	V	OP	
41	M	VC	VC	V	OP	
42	M	VC	VC	V	OP	
43	M	VC	VC	V	OP	
44	E	VC	VC	V	OP	
45	M	VC	VC	V	OP	
46	M	VC	VC	V	OP	
47	M	VC	VC	V	OP	
48	M	VC	VC	V	OP	
49	M	VC	MV	V	OP	
50	M	VC	MV	V	OP	
51	CM	CM	CM	V	CM	
52	CM	CM	CM	V	CM	
53	CM	CM	CM	CM	CM	
54	CM	E	E	E	CM	
55	CM	AM	AM	E	CM	
56	M	AM	AM	MV	OP	
57	M	AM	AM	V	OP	
58	M	VC	VC	V	OP	
59	M	VC	VC	V	OP	
60	M	VC	VC	V	OP	
61	M	VC	VC	V	OP	
62	M	VC	VC	V	OP	
63	M	VC	VC	V	OP	
64	M	VC	VC	V	I	
65	M	VC	VC	V	I	
66	M	VC	VC	AV	I	
67	M	VC	VC	AV	I	
68	M	VC	VC	V	OP	
69	E	VC	VC	V	OP	
70	E	VC	VC	V	E	
71	E	E	VC	V	E	
72						

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°13: Elementos verticales Nivel 14 - Sector 2

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MOD0" - SAN MIGUEL			Rev.		
MUESTRADOR				ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES	
N° DE FORMATO				DESCRIPCION	SECTOR 2 - PISO 14	
				FECHA	05/06/2019	
				DURACION	2.45 PM-3.52PM	
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5	
1	I	VC	VC	V	OP	TRABAJO PRODUCTIVO - TP
2	I	VC	VC	V	OP	OP OPERAR LA TDH
3	M	VC	VC	V	OP	M MOVER LA MANGUERA
4	M	E	E	E	OP	R REGLEADO
5	M	E	E	E	OP	V VIBRADO
6	M	E	E	E	E	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
7	M	VC	VC	V	OP	
8	M	VC	VC	V	OP	
9	M	VC	VC	MV	OP	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC
10	E	VC	MOV	MV	OP	MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA
11	E	VC	MOV	MV	OP	AM ACARREO DE MATERIAL
12	M	VC	VC	V	OP	I INSTRUCCIONES
13	M	VC	VC	V	OP	MOV MOVER MATERIALES
14	M	VC	VC	V	OP	
15	M	VC	VC	V	E	
16	M	VC	VC	V	E	
17	M	VC	VC	V	E	
18	M	VC	VC	V	E	
19	M	VC	VC	V	E	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO-TNC
20	M	VC	VC	MV	OP	VI VIAJE IMPRODUCTIVO
21	M	VC	VC	V	OP	N TIEMPO DE OJO
22	M	VC	VC	V	OP	CM CAMBIO DE MIXER
23	M	VC	VC	V	OP	E ESPERA
24	M	VC	VC	V	OP	AV ATORO DE VIBRADORA
25	CM	CM	VC	MV	CM	HC HABLANDO POR CELULAR
26	CM	CM	VC	CM	CM	
27	CM	CM	VC	CM	CM	
28	CM	CM	CM	CM	CM	
29	M	E	E	MV	OP	
30	M	E	E	V	OP	
31	I	VC	VC	V	OP	
32	I	VC	VC	V	OP	
33	M	VC	VC	V	OP	
34	M	VC	VC	V	OP	
35	M	VC	VC	MV	OP	
36	M	VC	VC	V	E	
37	M	VC	VC	V	E	
38	M	VC	VC	V	OP	
39	M	VC	VC	V	OP	
40	M	VC	VC	V	OP	
41	M	VC	VC	V	OP	
42	M	VC	VC	V	OP	
43	M	E	MOV	MV	OP	
44	M	E	VC	MV	OP	
45	M	VC	AM	V	OP	
46	I	VC	AM	V	OP	
47	M	VC	VC	V	OP	
48	M	VC	VC	V	OP	
49	M	VC	VC	V	OP	
50	M	VC	E	V	OP	
51	CM	VC	E	V	CM	
52	CM	CM	CM	CM	CM	
53	CM	CM	CM	CM	CM	
54	CM	CM	CM	CM	CM	
55	M	VC	VC	MV	OP	
56	M	VC	VC	V	OP	
57	M	VC	VC	V	OP	
58	M	VC	VC	V	E	
59	M	VC	MOV	V	E	
60	M	VC	MOV	V	E	
61	I	VC	VC	MV	E	
62	E	VC	VC	V	OP	
63	E	VC	VC	V	OP	
64	M	VC	VC	V	OP	
65	I	E	E	V	OP	
66	I	E	E	V	OP	
67	I	E	E	V	OP	

Obreiro	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Manipula Manguera	ROMERO, JESUS
2	Vaciado de concreto	DE LA CRUZ, GUILLERMO
3	Vaciado de concreto	VALENZUELA, HUGO
4	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
5	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°14: Elementos horizontales Nivel 12 - Sector 3

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MOD0" - SAN MIGUEL				Rev.	
MUESTRADOR					ACTIVIDAD	
N° DE FORMATO					DESCRIPCION	
					SECTOR 3 - PISO 12	
					FECHA	
					30/05/2019	
					HORA DE INICIO	
					12:03p.m	
					HORA DE TERMINO	
					1.57p.m	
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5	
1	OP	E	E	E	E	TRABAJO PRODUCTIVO - TP
2	OP	E	E	E	E	OP OPERAR LA TDH
3	OP	E	E	E	E	M MOVER LA MANGUERA
4	OP	E	E	E	E	R REGLEADO
5	OP	M	V	P	R	P ACOMODA CONCRETO CON PALA
6	OP	M	V	P	R	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
7	OP	M	V	P	R	L LAMPEAR
8	I	M	V	P	R	V VIBRADO
9	I	M	V	E	E	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC
10	OP	M	V	E	E	MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA
11	OP	M	V	P	E	AM ACARRIO DE MATERIAL
12	OP	E	V	P	E	I INSTRUCCIONES
13	OP	E	V	P	R	MOV MOVER MATERIALES
14	OP	M	V	P	R	
15	OP	M	V	P	R	
16	I	M	V	P	R	
17	OP	M	V	P	R	
18	OP	M	V	P	R	
19	OP	M	V	P	R	
20	OP	M	V	P	MOV	
21	OP	M	V	MV	MOV	
22	OP	M	V	P	MOV	
23	OP	M	V	P	R	
24	OP	M	V	P	R	
25	OP	M	V	P	R	
26	OP	M	V	P	R	
27	CM	CM	CM	P	R	
28	CM	CM	CM	P	R	
29	CM	CM	CM	P	R	
30	OP	I	V	MV	R	
31	OP	I	V	P	R	
32	OP	M	V	P	R	
33	OP	M	V	P	R	
34	OP	M	V	P	R	
35	OP	M	V	P	R	
36	I	M	V	P	R	
37	I	M	V	E	R	
38	OP	M	MV	E	R	
39	OP	M	MV	E	R	
40	OP	M	MV	R	R	
41	OP	M	V	R	R	
42	OP	M	V	R	R	
43	OP	M	V	R	R	
44	OP	M	V	R	R	
45	OP	M	V	R	R	
46	OP	M	V	R	MOV	
47	OP	M	V	R	MOV	
48	CM	CM	V	R	MOV	
49	CM	CM	CM	R	MOV	
50	CM	CM	CM	R	MOV	
51	CM	CM	V	R	E	
52	OP	M	V	E	E	
53	OP	M	V	R	E	
54	OP	M	V	R	R	
55	OP	M	V	R	R	
56	OP	M	V	R	R	
57	OP	M	V	R	R	
58	OP	M	V	R	R	
59	OP	M	MV	R	R	
60	OP	M	MV	R	R	
61	OP	M	V	R	R	
62	OP	M	V	R	R	
63	OP	M	V	R	R	
64	OP	M	V	E	R	
65	I	M	V	R	R	
66	I	M	V	R	R	
67	OP	M	V	R	R	
68	OP	E	V	R	R	
69	OP	E	E	R	R	
70	CM	E	E	R	R	
71	CM	CM	CM	R	MOV	
72	CM	CM	CM	R	MOV	
73	CM	CM	CM	R	MOV	
74	I	M	V	R	E	
75	I	M	V	R	R	
76	OP	M	V	R	R	
77	OP	M	V	R	R	
78	OP	M	MV	R	R	
79	OP	M	MV	R	R	
80	OP	M	MV	R	R	
81	OP	M	V	R	R	
82	OP	M	V	R	R	
83	OP	M	V	R	R	
84	OP	M	V	R	R	
85	OP	M	V	R	R	
86	OP	M	V	E	E	
87	OP	M	V	E	R	
88	OP	M	V	R	R	
89	OP	M	V	R	R	
90	OP	M	MV	R	R	
91	OP	M	MV	R	R	
92	OP	M	MV	R	R	
93	CM	CM	E	P	R	
94	CM	CM	E	P	R	
95	CM	CM	V	P	R	
96	CM	CM	V	P	MOV	
97	OP	M	CM	P	MOV	
98	MV	OP	M	P	MOV	
99	OP	M	V	P	MOV	
100	OP	M	V	P	E	
101	OP	M	V	P	E	
102	OP	M	MV	R	R	
103	OP	M	MV	R	R	
104	I	M	V	R	R	
105	I	M	V	R	R	
106	I	M	V	R	R	
107	OP	M	V	R	R	
108	OP	M	V	R	R	
109	OP	M	V	R	R	
110	OP	M	V	R	R	
111	OP	M	E	E	R	
112	OP	M	E	E	R	
113	E	E	E	R	R	
114	OP	M	E	R	R	
115						

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°15: Elementos horizontales Nivel 10 - Sector 3

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MOD0" - SAN MIGUEL					Rev.
MUESTRADOR						ACTIVIDAD: VACIADO DE LOSAS MACIZAS, VIGAS Y ESCALERA
N° DE FORMATO						DESCRIPCION
						SECTOR 3 - PISO 10
						FECHA: 22/05/2019
						HORA DE INICIO: 12:18 p.m
						HORA DE TERMINO: 2:05 p.m
1	OP	N	N	N	N	TRABAJO PRODUCTIVO - TP OP OPERAR LA TDH M MOVER LA MANGUERA R REGLEADO P ACOMODA CONCRETO CON PALA VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL L LAMPEAR V VIBRADO
2	OP	N	N	N	N	
3	OP	VC	V	VC	VC	
4	OP	VC	V	P	M	
5	OP	VC	V	P	M	
6	OP	VC	V	P	M	
7	OP	VC	V	P	M	
8	OP	VC	V	P	M	
9	OP	N	N	N	N	
10	OP	N	N	AM	AM	
11	OP	N	N	N	N	
12	OP	VC	N	N	N	
13	OP	N	I	I	I	
14	OP	I	I	I	I	
15	OP	VC	V	VC	VC	
16	OP	VC	V	P	M	
17	OP	VC	V	P	M	
18	OP	VC	V	P	M	
19	OP	VC	V	P	M	
20	OP	VC	V	P	M	
21	OP	VC	V	P	M	
22	OP	VC	V	P	M	
23	OP	VC	V	P	R	
24	E	VC	V	N	R	
25	E	VC	V	E	R	
26	E	E	V	E	R	
27	E	E	V	R	R	
28	E	E	V	R	R	
29	E	E	E	R	R	
30	OP	E	E	R	R	
31	OP	E	E	R	R	
32	OP	VC	E	R	R	
33	OP	VC	V	R	R	
34	OP	VC	V	R	M	
35	OP	VC	V	L	M	
36	OP	VC	V	L	M	
37	E	VC	V	E	M	
38	E	VC	V	E	M	
39	OP	VC	V	E	M	
40	OP	I	MOV	L	MOV	
41	OP	VC	E	L	E	
42	OP	VC	MOV	L	MOV	
43	OP	VC	V	L	M	
44	OP	VC	V	L	E	
45	OP	E	MOV	L	MOV	
46	OP	E	E	L	E	
47	OP	E	E	L	E	
48	CM	CM	CM	L	CM	
49	CM	CM	CM	L	CM	
50	CM	CM	CM	L	R	
51	CM	CM	MOV	L	MOV	
52	OP	VC	V	E	MOV	
53	E	E	V	L	MOV	
54	OP	VC	E	R	E	
55	OP	VC	V	L	M	
56	OP	VC	V	L	E	
57	OP	E	MOV	L	MOV	
58	OP	E	V	L	E	
59	OP	E	E	L	E	
60	CM	CM	CM	L	CM	
61	CM	CM	CM	L	CM	
62	CM	CM	CM	L	R	
63	CM	CM	MOV	L	MOV	
64	OP	VC	V	E	MOV	
65	E	E	V	L	MOV	
66	OP	VC	E	R	E	
67	OP	VC	V	VC	VC	
68	OP	VC	V	P	M	
69	OP	VC	V	P	M	
70	OP	VC	V	P	M	
71	OP	VC	V	P	M	
72	OP	VC	V	P	M	
73	OP	VC	V	P	M	
74	OP	VC	V	P	M	
75	OP	VC	V	P	M	
76	OP	VC	V	R	R	
77	OP	VC	V	R	M	
78	OP	VC	V	L	M	
79	OP	VC	V	L	M	
80	OP	E	E	R	R	
81	OP	E	E	R	R	
82	OP	VC	E	R	R	
83	OP	VC	V	P	M	
84	OP	VC	V	P	M	
85	OP	VC	V	P	M	
86	OP	VC	V	P	M	
87	OP	VC	V	P	R	
88	OP	VC	V	R	R	
89	OP	VC	V	R	M	
90	OP	VC	V	L	M	
91	OP	VC	V	L	M	
92	OP	VC	V	L	M	
93	OP	VC	V	L	E	
94	OP	E	MOV	L	MOV	
95	OP	E	V	L	E	
96	OP	VC	V	P	M	
97	OP	VC	V	P	M	
98	OP	VC	V	P	M	
99	OP	VC	V	P	M	
100	OP	VC	V	P	M	
101	OP	VC	V	P	R	
102	OP	VC	V	R	R	
103	OP	VC	V	R	M	
104	OP	VC	V	L	M	
105	OP	VC	V	L	M	
106	OP	E	E	R	R	
107	OP	VC	E	L	M	

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°16: Elementos horizontales Nivel 11 - Sector 3

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				Rev.	ACTIVIDAD
MUESTRADOR						VACIADO DE LOS MACIZAS, VIGAS Y ESCALERA
N° DE FORMATO					FECHA	SECTOR 3 - PISO 11
					22/05/2019	
					HORA DE INICIO	12:36 PM
						HORA DE TERMINO
						14:28 PM
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5	
1	OP	M	V	E	E	TRABAJO PRODUCTIVO - TP
2	OP	M	V	E	E	OP OPERAR LA TDH
3	OP	M	V	E	E	M MOVER LA MANGUERA
4	OP	M	V	E	E	R REGLEADO
5	OP	M	V	E	E	P ACOMODA CONCRETO CON PALA
6	OP	M	V	E	E	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
7	OP	M	V	E	E	L LAMPEAR
8	OP	M	V	E	E	
9	OP	M	V	E	E	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC
10	OP	M	E	R	R	V VIBRADO
11	OP	M	E	R	R	MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA
12	OP	M	E	R	R	AM ACARRO DE MATERIAL
13	OP	M	E	R	R	I INSTRUCCIONES
14	OP	M	E	R	R	MOV MOVER MATERIALES
15	OP	M	V	R	R	
16	OP	M	V	R	R	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO - TNC
17	OP	M	V	R	R	VI VIAJE IMPRODUCTIVO
18	OP	M	V	R	R	N TIEMPO DE OCIO
19	OP	M	V	R	R	CM CAMBIO DE MIXER
20	CM	CM	CM	CM	CM	E ESPERA
21	CM	CM	CM	CM	CM	AV ATORO DE VIBRADORA
22	CM	CM	CM	CM	CM	
23	CM	CM	CM	CM	CM	
24	CM	CM	CM	CM	CM	
25	OP	M	V	E	E	
26	OP	M	V	E	E	
27	OP	M	V	E	E	
28	OP	M	V	E	E	
29	OP	M	V	E	E	
30	OP	M	V	E	E	
31	OP	M	V	E	E	
32	OP	M	V	E	E	
33	OP	M	V	E	E	
34	OP	M	V	E	E	
35	OP	M	V	E	E	
36	OP	M	V	E	E	
37	OP	M	V	E	E	
38	CM	CM	CM	CM	CM	
39	CM	CM	CM	CM	CM	
40	CM	CM	CM	CM	CM	
41	CM	CM	CM	CM	CM	
42	CM	CM	CM	CM	CM	
43	OP	M	V	E	E	
44	OP	M	V	E	E	
45	OP	M	V	E	E	
46	OP	M	V	E	E	
47	OP	M	V	E	E	
48	OP	M	V	E	E	
49	OP	M	V	E	E	
50	OP	M	V	E	E	
51	OP	M	V	E	E	
52	OP	M	E	R	R	
53	OP	M	E	R	R	
54	OP	M	E	R	R	
55	CM	CM	CM	CM	CM	
56	CM	CM	CM	CM	CM	
57	CM	CM	CM	CM	CM	
58	CM	CM	CM	CM	CM	
59	CM	CM	CM	CM	CM	
60	OP	M	V	E	E	
61	OP	M	V	E	E	
62	OP	M	V	E	E	
63	OP	M	V	E	E	
64	OP	M	V	E	E	
65	OP	M	V	E	E	
66	OP	M	V	E	E	
67	OP	M	E	R	R	
68	OP	M	E	R	R	
69	OP	M	E	R	R	
70	OP	M	E	R	R	
71	OP	M	V	R	R	
72	OP	M	V	R	R	
73	OP	M	V	R	R	
74	OP	M	V	R	R	
75	OP	M	V	R	R	
76	OP	M	V	R	R	
77	OP	M	E	R	R	
78	OP	M	E	R	R	
79	OP	M	V	R	R	
80	OP	M	V	R	R	
81	OP	M	V	R	R	
82	OP	M	V	R	R	
83	OP	M	V	R	R	
84	OP	M	V	R	R	
85	OP	M	V	R	R	
86	OP	M	V	R	R	
87	OP	M	V	R	R	
88	OP	M	V	R	R	
89	OP	M	V	R	R	
90	OP	M	V	R	R	
91	OP	M	E	R	R	
92	OP	M	V	R	R	
93	OP	M	V	R	R	
94	OP	M	V	R	R	
95	OP	M	V	R	R	
96	OP	M	V	R	R	
97	OP	M	V	R	R	
98	OP	M	V	R	R	
99	OP	M	V	R	R	
100	OP	M	V	R	R	
101	OP	M	V	R	R	
102	OP	M	V	R	R	
103	OP	M	V	R	R	
104	OP	M	V	E	E	
105	OP	M	V	E	E	
106	OP	M	V	E	E	
107	E	E	V	R	R	
108	E	E	V	R	R	
109	OP	M	V	R	R	
110	OP	M	V	R	R	
111	OP	M	V	R	R	
112	OP	M	V	R	R	
113	OP	M	V	R	R	
114	OP	M	V	R	R	

Obre	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°17: Elementos horizontales Nivel 15 - Sector 3

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MOD0" - SAN MIGUEL					Rev.
MUESTRADOR						ACTIVIDAD VACIADO DE LOSAS MACIZAS, VIGAS Y ESCALERA
N° DE FORMATO						DESCRIPCION
						SECTOR 3 - PISO 15
						FECHA
						13/06/2019
						HORA DE INICIO
						11.54 p.m
						HORA DE TERMINO
						1.39 p.m
1	OP	E	E	E	E	
2	OP	M	E	E	E	
3	OP	M	E	P	E	
4	OP	M	E	P	E	
5	OP	M	MV	P	E	
6	OP	E	MV	P	R	
7	OP	M	V	P	R	
8	OP	M	V	P	R	
9	OP	M	V	P	R	
10	OP	M	V	P	R	
11	OP	M	V	P	R	
12	I	M	E	P	R	
13	OP	M	E	P	R	
14	OP	M	MV	MV	R	
15	OP	M	V	MV	R	
16	OP	M	V	P	R	
17	OP	M	V	P	R	
18	OP	M	V	P	R	
19	OP	M	V	P	R	
20	OP	M	V	P	R	
21	OP	M	V	MV	R	
22	I	M	V	R	R	
23	CM	CM	V	R	R	
24	CM	CM	CM	R	R	
25	CM	CM	CM	R	R	
26	CM	CM	CM	R	R	
27	I	M	MV	R	R	
28	I	M	V	R	R	
29	OP	M	V	R	R	
30	OP	M	V	R	R	
31	OP	M	V	R	R	
32	OP	M	V	R	R	
33	OP	M	V	MV	R	
34	OP	M	V	R	R	
35	OP	M	V	R	R	
36	OP	M	V	R	R	
37	OP	M	V	R	R	
38	OP	M	V	R	R	
39	OP	M	V	R	R	
40	OP	M	MV	R	R	
41	OP	M	V	R	R	
42	OP	M	V	R	R	
43	OP	M	V	E	E	
44	OP	M	V	E	E	
45	CM	CM	CM	R	R	
46	CM	CM	CM	R	R	
47	CM	CM	CM	R	R	
48	CM	CM	CM	R	R	
49	I	M	E	R	R	
50	I	M	E	R	R	
51	OP	M	E	R	R	
52	OP	M	MV	R	R	
53	OP	M	V	R	R	
54	OP	M	V	R	R	
55	OP	M	V	R	R	
56	OP	M	V	R	R	
57	OP	M	V	R	R	
58	OP	M	V	R	R	
59	OP	M	V	R	R	
60	OP	M	V	R	R	
61	OP	M	V	R	E	
62	OP	M	V	R	R	
63	OP	M	V	E	R	
64	I	M	V	E	E	
65	I	E	MV	R	R	
66	I	M	V	R	R	
67	OP	M	V	R	R	
68	OP	M	V	P	R	
69	OP	M	V	P	R	
70	OP	M	V	P	R	
71	OP	M	V	P	R	
72	CM	E	E	P	R	
73	CM	CM	CM	P	R	
74	CM	CM	CM	P	R	
75	CM	CM	CM	P	R	
76	I	M	MV	P	E	
77	OP	M	V	P	R	
78	OP	M	V	R	R	
79	OP	M	V	R	R	
80	OP	M	V	R	R	
81	OP	M	V	E	E	
82	OP	M	MV	E	E	
83	OP	M	V	P	R	
84	OP	M	V	P	R	
85	OP	M	V	P	R	
86	OP	M	V	P	R	
87	OP	M	V	P	R	
88	CM	CM	CM	P	R	
89	CM	CM	CM	P	R	
90	CM	CM	CM	P	R	
91	CM	CM	CM	P	R	
92	OP	M	E	P	MOV	
93	OP	M	V	P	MOV	
94	OP	M	V	P	MOV	
95	OP	M	V	P	E	
96	OP	M	V	P	E	
97	OP	M	MV	R	R	
98	OP	M	V	R	R	
99	OP	M	V	R	R	
100	OP	M	V	R	R	
101	OP	E	V	R	R	
102	OP	E	V	R	R	
103	I	M	V	R	R	
104	I	M	E	R	R	
105	I	M	E	R	R	
106						

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA	
R	REGLEADO	
P	ACOMODA CONCRETO CON PALA	
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL	
L	LAMPEAR	
V	VIBRADO	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	
MOV	MOVER MATERIALES	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO- TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORO DE VIBRADORA	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera de la TDH	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°18: Elementos verticales Nivel 15 - Sector 3

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				Rev.	
MUESTRADOR					ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES
N° DE FORMATO					DESCRIPCION	SECTOR 3 - PISO 15
					FECHA	11/06/2019
					DURACION	2.50 PM-4.06PM
	11.50-2.23					
Tiempo (min)	Obre1	Obre2	Obre3	Obre4	Obre5	
1	E	E	E	E	OP	TRABAJO PRODUCTIVO - TP
2	E	E	E	E	OP	OP OPERAR LA TDH
3	M	E	VC	E	OP	M MOVER LA MANGUERA
4	M	VC	VC	E	OP	R REGLADO
5	M	VC	VC	E	OP	V VIBRADO
6	M	VC	VC	MV	OP	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
7	M	VC	VC	V	I	TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC
8	M	VC	VC	V	I	
9	M	VC	VC	V	OP	MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA
10	M	VC	VC	V	OP	AM ACARREO DE MATERIAL
11	M	VC	VC	V	OP	I INSTRUCCIONES
12	M	VC	VC	V	OP	MOV MOVER HERRAMIENTAS
13	I	E	E	V	OP	
14	M	VC	VC	V	OP	
15	M	VC	VC	V	OP	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO- TNC
16	M	VC	VC	V	OP	VI VIAJE IMPRODUCTIVO
17	M	VC	VC	V	OP	N TIEMPO DE OCIO
18	M	VC	VC	V	OP	CM CAMBIO DE MIXER
19	M	VC	VC	MV	I	E ESPERA
20	I	VC	VC	V	I	AV ATORO DE VIBRADORA
21	M	VC	VC	V	OP	HC HABLANDO POR CELULAR
22	M	VC	VC	V	OP	
23	M	VC	VC	V	OP	
24	M	VC	E	V	OP	
25	CM	CM	CM	V	CM	
26	CM	CM	CM	CM	CM	
27	CM	CM	CM	CM	CM	
28	CM	CM	CM	CM	CM	
29	M	E	E	E	I	
30	M	VC	VC	E	I	
31	M	VC	VC	MV	OP	
32	M	VC	VC	V	OP	
33	M	VC	VC	V	OP	
34	M	VC	VC	V	OP	
35	M	VC	VC	V	OP	
36	M	VC	VC	V	OP	
37	I	VC	VC	V	OP	
38	I	VC	VC	V	OP	
39	M	VC	VC	V	OP	
40	M	VC	VC	V	OP	
41	M	VC	VC	MV	OP	
42	M	VC	VC	V	OP	
43	M	VC	VC	V	OP	
44	M	VC	VC	V	OP	
45	M	VC	VC	V	OP	
46	M	VC	VC	V	OP	
47	M	VC	VC	V	OP	
48	M	VC	VC	V	I	
49	CM	CM	CM	V	I	
50	CM	CM	CM	V	I	
51	CM	CM	CM	CM	OP	
52	CM	CM	CM	CM	OP	
53	CM	CM	CM	CM	OP	
54	M	VC	VC	E	OP	
55	M	VC	VC	E	OP	
56	M	VC	VC	MV	OP	
57	M	VC	VC	V	OP	
58	M	VC	VC	V	OP	
59	M	VC	VC	V	OP	
60	M	VC	VC	V	OP	
61	M	VC	VC	MV	I	
62	M	VC	VC	V	OP	
63	M	VC	VC	V	OP	
64	M	VC	VC	V	OP	
65	I	VC	E	AV	OP	
66	I	E	E	AV	OP	
67	M	VC	VC	V	OP	
68	M	VC	VC	V	OP	
69	M	VC	VC	V	I	
70	M	VC	VC	MV	I	
71	M	VC	VC	V	OP	
72	M	VC	VC	V	OP	
73	E	VC	VC	V	OP	
74	E	VC	VC	V	OP	
75	E	VC	VC	V	E	
76	E	E	E	V	E	
77						

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°19: Elementos verticales Nivel 20 - Sector 3

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MOD0" - SAN MIGUEL			Rev.		
MUESTRADOR				ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES	
N° DE FORMATO				DESCRIPCION	SECTOR 3 - PISO 20	
				FECHA	03/07/2019	
				DURACION	2.58PM-4.05PM	
1	E	E	E	E	OP	OP OPERAR LA TDH
2	E	E	E	E	OP	M MOVER LA MANGUERA
3	E	E	E	MV	OP	R REGLEADO
4	M	E	VC	MV	OP	V VIBRADO
5	M	E	VC	V	I	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
6	M	E	VC	V	I	
7	M	VC	VC	V	OP	
8	M	VC	VC	V	OP	
9	M	VC	VC	V	OP	
10	M	VC	VC	V	OP	
11	M	VC	VC	V	OP	
12	M	VC	VC	V	OP	MV MOVER MOTOR DE VIBRADORA
13	M	VC	VC	MV	I	AM ACARREO DE MATERIAL
14	M	VC	VC	V	OP	I INSTRUCCIONES
15	I	VC	VC	V	OP	MOV MOVER HERRAMIENTAS
16	I	VC	VC	V	OP	
17	I	VC	VC	V	OP	
18	M	VC	VC	V	I	
19	M	VC	VC	V	OP	
20	M	VC	VC	V	OP	
21	M	VC	VC	V	OP	
22	CM	VC	VC	MV	CM	VI VIAJE IMPRODUCTIVO
23	CM	CM	CM	V	CM	N TIEMPO DE OCIO
24	CM	CM	CM	CM	CM	CM CAMBIO DE MIXER
25	CM	CM	CM	CM	CM	E ESPERA
26	CM	CM	CM	CM	OP	AV ATORO DE VIBRADORA
27	I	E	E	MV	OP	HC HABLANDO POR CELULAR
28	I	E	VC	V	OP	
29	M	VC	VC	V	OP	
30	M	VC	VC	V	OP	
31	M	VC	VC	V	OP	
32	M	VC	VC	V	OP	
33	M	VC	VC	V	OP	
34	M	VC	VC	E	OP	
35	M	VC	VC	V	OP	
36	M	VC	VC	V	OP	
37	M	VC	VC	V	OP	
38	M	VC	VC	MV	I	
39	M	VC	VC	V	I	
40	M	VC	VC	V	I	
41	M	VC	VC	V	OP	
42	M	VC	VC	V	OP	
43	M	VC	VC	V	OP	
44	M	VC	VC	V	OP	
45	CM	CM	CM	V	CM	
46	CM	CM	CM	V	CM	
47	CM	CM	CM	CM	CM	
48	CM	CM	CM	CM	CM	
49	CM	CM	CM	MV	OP	
50	I	E	VC	V	OP	
51	M	VC	VC	V	I	
52	M	VC	VC	V	I	
53	M	VC	VC	V	OP	
54	M	VC	VC	V	OP	
55	M	VC	VC	V	OP	
56	M	VC	VC	V	OP	
57	M	VC	VC	V	OP	
58	M	VC	VC	E	OP	
59	M	VC	VC	AV	OP	
60	M	VC	VC	MV	I	
61	M	VC	VC	V	OP	
62	M	VC	VC	V	OP	
63	I	VC	VC	V	OP	
64	I	VC	VC	V	OP	
65	I	VC	E	V	OP	
66	I	E	E	MV	I	
67	E	E	E	V	E	
68						

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

Carta balance N°20: Elementos verticales Nivel 17 - Sector 3

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO	STUDENT RESIDENT "MODO" - SAN MIGUEL				Rev.	
MUESTRADOR					ACTIVIDAD	VACIADO DE ELEMENTOS VERTICALES
N° DE FORMATO					DESCRIPCION	SECTOR 3 - PISO 17
					FECHA	19/06/2019
					DURACION	2.48 PM-4.00PM
1	M	E	E	E	I	
2	M	E	E	E	I	OP OPERAR LA TDH
3	M	VC	E	E	OP	M MOVER LA MANGUERA
4	M	VC	E	MV	OP	R REGLEADO
5	M	VC	VC	MV	OP	V VIBRADO
6	M	VC	VC	V	OP	VC VACIADO DE CONCRETO MANUAL
7	M	VC	VC	V	OP	
8	M	VC	VC	V	OP	
9	M	VC	VC	V	OP	
10	M	VC	VC	V	OP	
11	M	VC	VC	V	OP	
12	E	AM	VC	V	I	
13	E	AM	AM	V	I	
14	E	AM	AM	V	OP	
15	M	VC	VC	V	OP	
16	M	VC	VC	V	OP	
17	M	VC	VC	MV	OP	
18	M	VC	VC	V	OP	
19	M	VC	VC	V	OP	
20	M	VC	VC	V	OP	
21	M	VC	VC	V	OP	
22	CM	CM	CM	V	CM	
23	CM	CM	CM	V	CM	
24	CM	CM	CM	MV	CM	
25	CM	CM	CM	CM	CM	
26	CM	CM	CM	CM	CM	
27	CM	CM	CM	CM	CM	
28	M	E	E	CM	CM	
29	M	E	E	E	OP	
30	M	E	E	MV	OP	
31	M	VC	VC	MV	OP	
32	M	VC	VC	MV	OP	
33	M	VC	VC	V	OP	
34	M	VC	VC	V	OP	
35	M	VC	VC	V	OP	
36	M	VC	VC	V	OP	
37	M	VC	VC	V	OP	
38	M	AM	VC	V	OP	
39	M	AM	VC	V	OP	
40	M	AM	VC	V	OP	
41	M	VC	VC	V	OP	
42	M	VC	VC	AV	OP	
43	M	VC	VC	MV	OP	
44	M	VC	VC	V	OP	
45	M	VC	VC	V	OP	
46	CM	CM	CM	V	CM	
47	CM	CM	CM	V	CM	
48	CM	CM	CM	CM	CM	
49	CM	CM	CM	CM	CM	
50	CM	CM	CM	CM	CM	
51	M	VC	VC	E	I	
52	M	VC	VC	MV	I	
53	M	VC	VC	MV	OP	
54	M	VC	VC	V	OP	
55	M	VC	VC	V	OP	
56	M	VC	VC	V	OP	
57	M	VC	VC	V	OP	
58	M	VC	VC	V	OP	
59	M	VC	VC	V	OP	
60	M	VC	VC	V	OP	
61	M	VC	VC	V	OP	
62	M	VC	VC	MV	OP	
63	M	VC	VC	V	OP	
64	M	E	VC	V	OP	
65	M	E	VC	V	OP	
66	I	E	VC	V	OP	
67	M	VC	VC	V	OP	
68	M	VC	VC	V	OP	
69	M	VC	VC	V	I	
70	M	VC	VC	V	I	
71	M	VC	VC	V	I	
72	E	VC	E	V	E	
73						

TRABAJO PRODUCTIVO - TP		
OP	OPERAR LA TDH	
M	MOVER LA MANGUERA	
R	REGLEADO	
V	VIBRADO	
VC	VACIADO DE CONCRETO MANUAL	

TRABAJO CONTRIBUTIVO - TC		
MV	MOVER MOTOR DE VIBRADORA	
AM	ACARREO DE MATERIAL	
I	INSTRUCCIONES	
MOV	MOVER HERRAMIENTAS	

TRABAJO NO CONTRIBUTIVO- TNC		
VI	VIAJE IMPRODUCTIVO	
N	TIEMPO DE OCIO	
CM	CAMBIO DE MIXER	
E	ESPERA	
AV	ATORO DE VIBRADORA	
HC	HABLANDO POR CELULAR	

Obrero	CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS
1	Operador de la TDH	PALOMINO, ALEXANDER
2	Manipula Manguera	ROMERO, JESUS
3	Manipula la Vibradora	GONZALES, ANTONIO
4	Reglea 1	DE LA CRUZ, GUILLERMO
5	Reglea 2	VALENZUELA, HUGO
6	Capataz	VALENZUELA, EDWIN

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV: PANEL FOTOGRÁFICO PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE

Fotografía N° 1: Instalación de las tuberías iniciales del sistema de bombeo con la TDH



Fuente: Modo Student Residence

Fotografía N° 2: Preparación de la lechada en la bomba estacionaria



Fuente: Modo Student Residence

Fotografía N ° 3: Torre de distribución hidráulica preparándose para el vaciado del concreto



Fuente: Modo Student Residence

Fotografía N ° 4: Torre de distribución hidráulica preparándose para el vaciado del concreto



Fuente: Modo Student Residence

Fotografía N ° 5: La torre de distribución hidráulica vaciando el concreto



Fuente: Modo Student Residence

Fotografía N ° 6: Modo Student Residence en ejecución – av. Universitaria



Fuente: Modo Student Residence

Fotografía N ° 6: Modo Student Residence en ejecución – av. Tulipanes



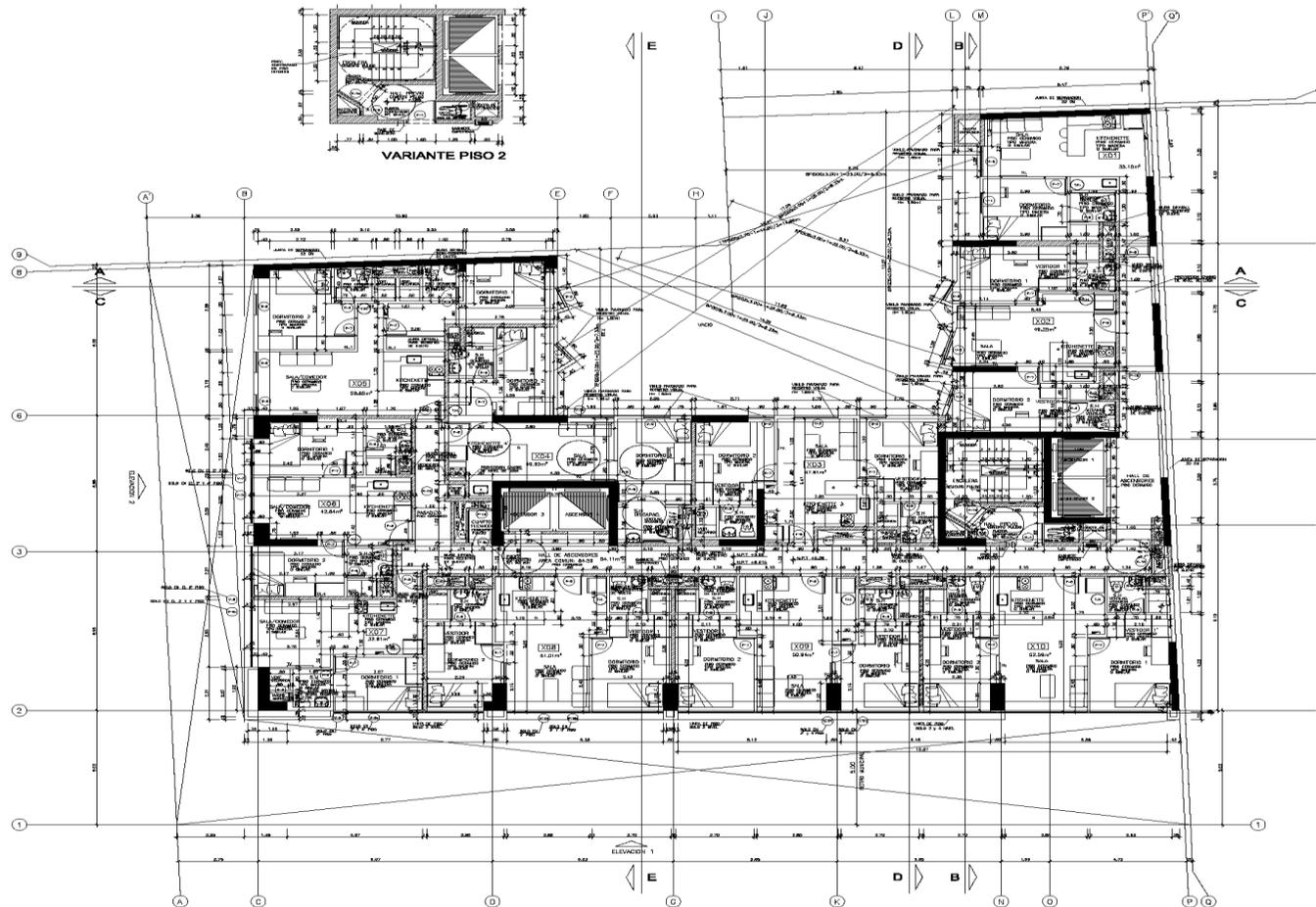
Fuente: Modo Student Residence

Fotografía N ° 6: Modo Student Residence en etapa de acabamos – av. Tulipanes

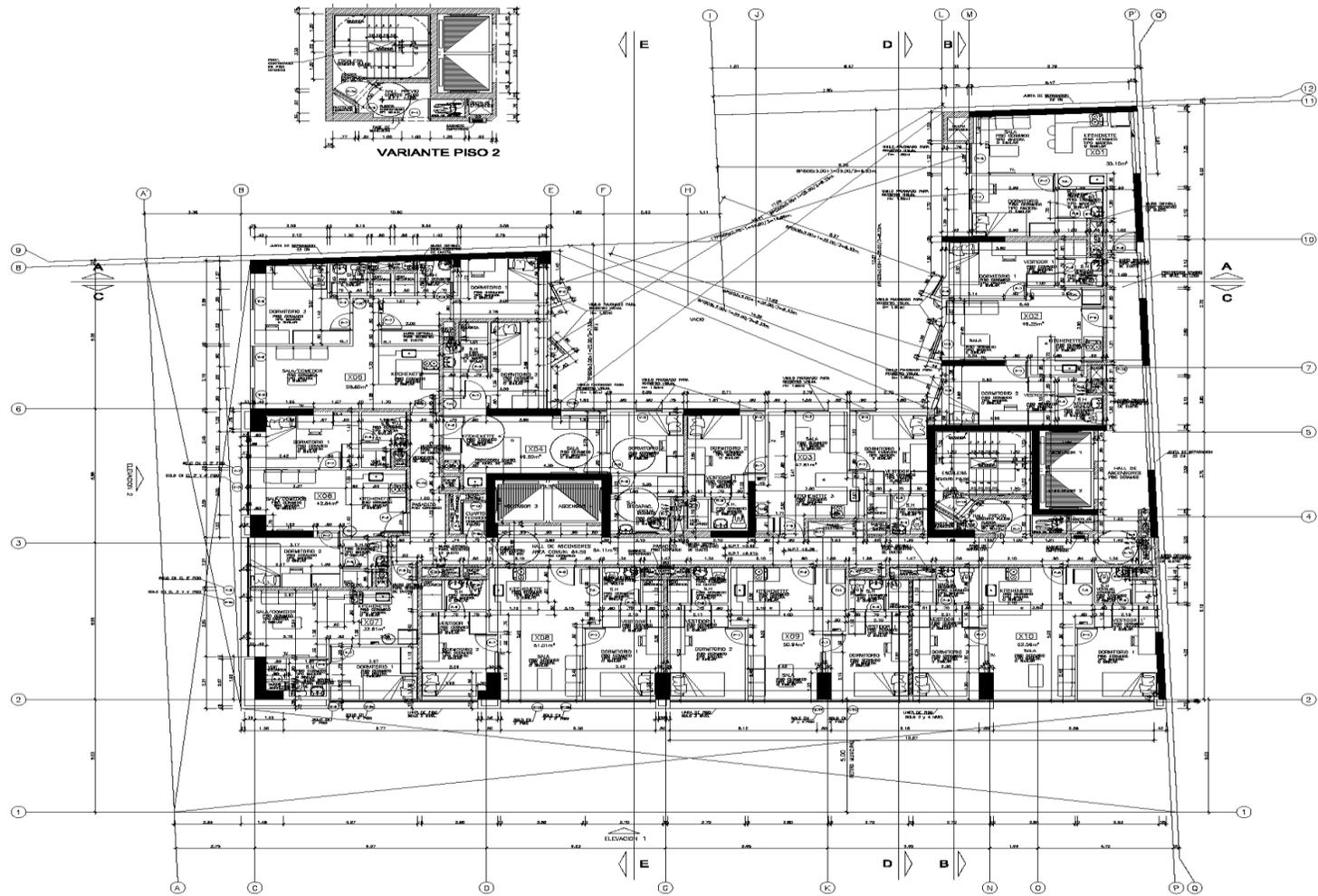


Fuente: Modo Student Residence

ANEXO V: PLANOS DEL PROYECTO MODO STUDENT RESIDENCE



Plano de Arquitectura – Planta 2-18



Plano de Arquitectura – AZOTEA