

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PLANIFICACIÓN Y CONTROL EN LA CONSTRUCCIÓN DE
LA NUEVA PLANTA DE ACEROS AREQUIPA EN PISCO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**ELABORADO POR
GUILLERMO FARFÁN TORRES**

**ASESOR
Ing. JOSÉ ANTONIO SALGADO CANAL**

LIMA - PERÚ

AÑO 2022

© 2022, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados.

“El autor autoriza a la UNI a reproducir el trabajo de suficiencia profesional en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

Farfán Torres, Guillermo

gfarfant@uni.pe

993068670

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mi madre Tomasa Fernandina Torres Arbieto, a mi padre Guillermo Edmundo Farfán Bravo, a mis hermanos María Luisa, Willy y Carlos, por su apoyo constante no sólo en la elaboración del presente trabajo sino en la obtención de todos mis logros hasta la fecha. Adicionalmente, el agradecimiento a los ingenieros José Salgado, Juan Carlos Ubillus y Juan Guillermo Rios por su apoyo constante en la revisión y tiempo brindado para la mejora continua del presente trabajo de suficiencia profesional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
PRÓLOGO	6
LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	16
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Generalidades	17
1.2. Descripción del problema del trabajo de suficiencia profesional	27
1.3. Objetivos del estudio	29
1.3.1. Objetivo general	29
1.3.2. Objetivos específicos.....	29
1.4. Antecedentes investigativos	29
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	32
2.1. Marco teórico.....	32
2.1.1. Sistema del último planificador	32
2.1.2. Control de la unidad de producción	34
2.1.3. Control del flujo de trabajo	35
2.1.4. Programa maestro	37
2.1.5. Planificación intermedia	37
2.2. Marco conceptual	39
2.2.1. Programación	39
2.2.2. Herramientas de programación	40
2.2.3. Lookahead de producción.....	41
2.2.4. Análisis de confiabilidad	42
2.2.5. PPC (Porcentaje de plan completado)	42
2.2.6. Identificación de las causas de no cumplimiento	43
2.2.7. Control de la productividad	46
2.2.8. Informe de productividad (IP).....	46
2.2.9. Informe de productividad (IP) de mano de obra	47
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	48
3.1. Información preliminar del proyecto	48
3.1.1. Información del contratista de obras civiles	49
3.1.2. Ubicación del proyecto	49

3.1.3.	Alcance del proyecto	52
3.1.4.	Plazo de ejecución	53
3.1.5.	Contraprestación y precios del contrato.....	53
3.1.6.	El proceso del acero.....	53
3.1.7.	Componentes del proyecto.....	57
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN INTERMEDIA		62
4.1.	ALCANCE DEL CAPÍTULO	62
4.2.	DESARROLLO	62
4.2.1.	Generalidades	62
4.2.2.	Verificación del avance real del frente	64
4.2.3.	Definición del proceso constructivo para la generación de actividades del 3WLA	65
4.2.4.	Generación de actividades para el 3WLA	66
4.2.5.	Desarrollo del 3 WLA de la semana 04.....	67
CAPÍTULO V: EXPOSICIÓN DEL PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO Y DE LA IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO		70
4.3.	ALCANCE DEL CAPÍTULO	70
4.4.	DESARROLLO	70
4.4.1.	Generalidades	70
4.4.2.	Desarrollo del PPC e identificación de las causas de no cumplimiento 73	
4.4.3.	Resumen del PPC para el frente del FTP	75
CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DEL CONTROL DE PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO		77
5.1.	ALCANCE DEL CAPÍTULO	77
5.2.	DESARROLLO	77
5.2.1.	Estructura de control.....	77
5.2.2.	Avances reales	79
5.2.3.	Metrados totales	80
5.2.4.	Consumo de horas hombre (HH).....	81
5.2.5.	Ratios meta	82
5.3.	INFORME DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA.....	83
CONCLUSIONES.....		88
RECOMENDACIONES.....		91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		93
ANEXOS.....		95
ANEXO A: 3 week lookahead.....		95

ANEXO B: Plan semanal y análisis de confiabilidad	102
ANEXO C: Control semanal de productividad	109
ANEXO D: Resumen de partidas de control IP de MO	118
ANEXO E: Fotos de proyecto	143

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional trata sobre la planificación y control en la construcción de las obras civiles de la nueva planta de Aceros Arequipa, ubicada en el departamento de Ica, provincia de Pisco.

En los primeros capítulos, se describe a grandes rasgos el proyecto y los objetivos por alcanzar. Así como un consolidado de diferentes conceptos, opiniones, investigaciones de diferentes autores que han realizado trabajos relacionados con el tema de planificación y control de proyectos. Es en el tercer capítulo que se describe a detalle el proyecto, teniendo en cuenta, información del contratista, ubicación, alcance, plazo, costo y otros datos relevantes para situar al lector.

Luego, se presenta la aplicación de diferentes herramientas que se emplearon para planificar y controlar el avance del proyecto. Entre estas herramientas se encuentra la planificación intermedia con un horizonte de 3 semanas o comúnmente conocido como "Three Week Lookahead", también se expone el porcentaje del plan completado, así como la identificación de las causas de no cumplimiento y el control de la productividad.

Al ser un proyecto con una duración aproximada de 13 meses, abarcar toda la información relacionada con la planificación y control del proyecto no sería posible en tan sólo un documento, por tal razón el autor simplifica y presenta información consolidada de algunas semanas. Sin embargo, para los lectores que desean ahondar más en el tema, una mayor información al respecto se adjunta en los anexos.

Finalmente, se presenta las conclusiones y las recomendaciones, que fueron resultado de la experiencia obtenida por el autor al participar en el proyecto. Además, el autor precisa que esta información puede ser mejorada y desarrollada a más nivel por los interesados en el tema.

ABSTRACT

The present work of professional proficiency deals with the planning and control in the construction of the civil works of the new plant of "Aceros Arequipa", located in the department of Ica, province of Pisco.

In the first chapters, the project and the objectives to be achieved are described in broad strokes. As well as a consolidation of different concepts, opinions, investigations of different authors who have carried out works related to the subject of project planning and control. It is in the third chapter that the project is described in detail, taking into account contractor information, location, scope, term, cost and other relevant data to position the reader.

Then, the application of different tools that were used to plan and control the progress of the project is presented. Among these tools is the intermediate planning with a horizon of 3 weeks or commonly known as "Three Week Lookahead", the percentage of the completed plan is also exposed, as well as the identification of the causes of non-compliance and productivity control.

Being a project with an approximate duration of 13 months, covering all the information related to the planning and control of the project would not be possible in just one document, for this reason the author simplifies and presents consolidated information of a few weeks. However, for readers who wish to delve deeper into the subject, more information is attached in the annexes.

Finally, the conclusions and recommendations are presented, which were the result of the experience obtained by the author when participating in the project. In addition, the author specifies that this information can be improved and developed at a higher level by those interested in the subject.

PRÓLOGO

El egresado presenta en este trabajo de suficiencia profesional la planificación y control de un proyecto muy importante para el país, ya que su construcción representa un avance nacional en la fabricación de palanquillas (materia prima para la fabricación de diferentes productos como acero corrugado, perfiles, etc.), y de esta forma evitar la dependencia de productos importados. Fortaleciendo así el crecimiento nacional en temas de comercio exterior y tecnología.

Asimismo, la nueva planta de Aceros Arequipa marca un hito a nivel nacional en temas de responsabilidad ambiental, al invertir en el tratamiento de humos, con su nueva planta de tratamiento de humos y en el tratamiento de aguas con su nueva planta de tratamiento de aguas.

En el Perú existe dos grandes fabricantes y comercializadores de acero que son reconocidos no sólo en latinoamérica sino mundialmente, estos son la Corporación Aceros Arequipa y la empresa Siderperú, donde el mayor fabricante y líder del mercado nacional es la corporación Aceros Arequipa con un 70% del mercado.

También, en el presente documento se expone herramientas de planificación y control de proyectos, las cuales son utilizadas en el sector construcción y que todo ingeniero debe manejar.

Para finalizar, el presente trabajo permitirá a los lectores e ingenieros aplicar el contenido de este en sus futuros proyectos.

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1: Causas de no cumplimiento del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	71
Tabla N°2: Hitos fin de entrega de ingeniería. Fuente: Elaboración propia.	72
Tabla N°3: Listado de frentes del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	78
Tabla N°4: Listado de partidas de control del proyecto. Fuente: Elaboración propia.	78
Tabla N°5: Base de datos de avance de la partida de control 103. Fuente: Elaboración propia.	79
Tabla N°6: Información del IP de mano de obra semana 12. Fuente: Elaboración propia.	80
Tabla N°7: Información del IP de mano de obra semana 12. Fuente: Elaboración propia.	80
Tabla N°8: Información del IP de mano de obra semana 12. Fuente: Elaboración propia.	81
Tabla N°9: Base de datos de horas hombre de la partida de control 103. Fuente: Elaboración propia.	82
Tabla N°10: Ratios meta de las partidas de control. Fuente: Elaboración propia.	82
Tabla N°11: Información del IP de mano de obra semana 12. Fuente: Elaboración propia.	84
Tabla N°12: Información del IP de mano de obra semana 12. Fuente: Elaboración propia.	85
Tabla N°13: Cuadro resumen de partida de control 103 entre las semanas 04 y 12. Fuente: Elaboración propia.	87
Tabla N°14: Control de productividad de la Semana 04. Fuente: Elaboración propia.	109
Tabla N°15: Control de productividad de la Semana 05. Fuente: Elaboración propia.	110
Tabla N°16: Control de productividad de la Semana 06. Fuente: Elaboración propia.	111
Tabla N°17: Control de productividad de la Semana 07. Fuente: Elaboración propia.	112

Tabla N°18: Control de productividad de la Semana 08. Fuente: Elaboración propia.	113
Tabla N°19: Control de productividad de la Semana 09. Fuente: Elaboración propia.	114
Tabla N°20: Control de productividad de la Semana 10. Fuente: Elaboración propia.	115
Tabla N°21: Control de productividad de la Semana 11. Fuente: Elaboración propia.	116
Tabla N°22: Control de productividad de la Semana 12. Fuente: Elaboración propia.	117
Tabla N°23: Resumen de partida de control 100 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	118
Tabla N°24: Resumen de partida de control 103 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	119
Tabla N°25: Resumen de partida de control 201 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	120
Tabla N°26: Resumen de partida de control 202 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	121
Tabla N°27: Resumen de partida de control 203 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	122
Tabla N°28: Resumen de partida de control 204 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	123
Tabla N°29: Resumen de partida de control 205 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	124
Tabla N°30: Resumen de partida de control 206 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	125
Tabla N°31: Resumen de partida de control 207 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	126
Tabla N°32: Resumen de partida de control 210 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	127
Tabla N°33: Resumen de partida de control 211 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	128
Tabla N°34: Resumen de partida de control 212 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	129

Tabla N°35: Resumen de partida de control 213 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	130
Tabla N°36: Resumen de partida de control 217 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	131
Tabla N°37: Resumen de partida de control 218 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	132
Tabla N°38: Resumen de partida de control 219 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	133
Tabla N°39: Resumen de partida de control 220 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	134
Tabla N°40: Resumen de partida de control 222 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	135
Tabla N°41: Resumen de partida de control 223 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	136
Tabla N°42: Resumen de partida de control 301 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	137
Tabla N°43: Resumen de partida de control 601 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	138
Tabla N°44: Resumen de partida de control 701 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	139
Tabla N°45: Resumen de partida de control 801 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	140
Tabla N°46: Resumen de partida de control 224 desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	141
Tabla N°47: Resumen de otras partidas desde la semana 04 hasta la semana 12. Fuente: Elaboración propia.....	142

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1: Socios activos de Alacero. Fuente: America Latina en cifras (2019)	17
Figura N°2: Producción de Acero por empresas peruanas. Fuente: MINCETUR (2018)	18
Figura N°3: Presentación Corporativa. Fuente: Aceros Arequipa, (2019)	19
Figura N°4: Perfiles ángulos estructurales. Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)	20
Figura N°5: Perfiles ángulos estructurales de calidad dual. Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)	21
Figura N°6: Perfiles platinas. Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)	21
Figura N°7: Perfiles platinas. Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)	22
Figura N°8: Perfiles Cuadrados. Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)	22
Figura N°9: Perfiles Tees. Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)	23
Figura N°10: Perfiles Canales U. Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)	24
Figura N°11: El sistema último planificador. Fuente: Vicencio (2015).	32
Figura N°12: Nivel de planificación respecto al porcentaje del plan completado. Fuente: Vicencio (2015).	35
Figura N°13: Jerarquías o niveles de planificación. Fuente: Vicencio (2015).	37
Figura N°14: Relación entre el planeamiento y la programación. Fuente: Manual de gestión de proyectos de GyM (2008).	40
Figura N°15: Relación entre cronograma y Lookahead de producción. Fuente: Elaboración propia.	41
Figura N°16: Tabla del porcentaje de plan completado (PPC) semanal y acumulado. Fuente: Manual de gestión de proyectos de GyM (2008).	43
Figura N°17: Ejemplo de cuadro de datos de las causas de no cumplimiento. Fuente: Manual de gestión de proyectos de GyM (2008).	46
Figura N°18: Primera Colada. Fuente: Revista Energiminas, (2021)	49
Figura N°19: Ubicación del proyecto. Fuente: Google Map.	50
Figura N°20: Área de influencia del proyecto. Fuente: Google Map.	51

Figura N°21: Límite de batería entre la antigua planta y la nueva planta. Fuente: Elaboración propia.....	51
Figura N°22: Interferencias encontradas durante la excavación. Fuente: Elaboración propia.....	52
Figura N°23: Parque de chatarra. Fuente: Elaboración propia.....	54
Figura N°24: Parque de chatarra. Fuente: Elaboración propia.....	54
Figura N°25: Chatarra importada. Fuente: Elaboración propia.....	55
Figura N°26: Proceso de fundición en el horno de arco eléctrico. Fuente: Aceros Arequipa, (2016).....	56
Figura N°27: Horno de cuchara para realizar el afino. Fuente: Aceros Arequipa, (2016).....	56
Figura N°28: Pase del acero líquido a la colada continua. Fuente: Aceros Arequipa, (2016).....	57
Figura N°29: Nuevo horno eléctrico de 120 t. Fuente: Elaboración propia.....	58
Figura N°30: Nuevo horno LF de 120 t. Fuente: Elaboración propia.....	58
Figura N°31: Planta de tratamiento de humos. Fuente: Elaboración propia.....	59
Figura N°32: Nueva bahía de chatarra. Fuente: Elaboración propia.....	59
Figura N°33: Nave de acería. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura N°34: Nuevo almacén de palanquillas. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura N°35: Nueva colada continua con 6 líneas de producción. Fuente: Elaboración propia.....	61
Figura N°36: Fotografía de agosto del 2019 del frente FTP (Planta de tratamiento de humos). Fuente: Elaboración propia.....	63
Figura N° 37: Fotografía de setiembre del 2020 del frente FTP (Planta de tratamiento de humos). Fuente: Elaboración propia.....	63
Figura N°38: Fotografía del 18/01/19 de la losa del filtro de cartuchos. Fuente: Elaboración propia.....	64
Figura N°39: Fotografía del 18/01/19 de la chimenea. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura N°40: Aberturas laterales para colocación de insertos metálicos. Fuente: Elaboración propia.....	65
Figura N°41: Modelo 3d de la chimenea y los ventiladores. Fuente: Elaboración propia.....	66
Figura N°42: Extracto del 3WLA de la semana 04. Fuente: Elaboración propia.....	68

Figura N°43: 3WLA de la semana 04. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura N°44: Detalle de actividades del PPC de la semana 10. Fuente: Elaboración propia.....	73
Figura N°45: Detalle del plan semanal de la semana 10 del 3WLA. Fuente: Elaboración propia.....	74
Figura N°46: Detalle de actividades del PPC de la semana 10. Fuente: Elaboración propia.....	75
Figura N°47: Resumen del PPC para el frente del FTP. Fuente: Elaboración propia.	75
Figura N°48: Gráfico resumen del PPC para el frente del FTP. Fuente: Elaboración propia.	76
Figura N°49: Detalle de cálculo de horas hombre ganadas o perdidas en el proyecto. Fuente: Elaboración propia.	84
Figura N°50: Cuadro resumen de horas hombre ganadas y perdidas del proyecto entre las semanas 04 y 12. Fuente: Elaboración propia.....	87
Figura N°51: Cuadro resumen de horas hombre ganadas y perdidas y ratios de la partida 103 entre las semanas 04 y 12. Fuente: Elaboración propia.	87
Figura N°52: 3WLA Semana 04 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia. ...	95
Figura N°53: 3WLA Semana 05 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia. ...	96
Figura N°54: 3WLA Semana 06 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia. ...	97
Figura N°55: 3WLA Semana 07 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia. ...	98
Figura N°56: 3WLA Semana 08 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia. ...	99
Figura N°57: 3WLA Semana 09 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia. .	100
Figura N°58: 3WLA Semana 10 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia. .	101
Figura N°59: PPC de la semana 04 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia.	102
Figura N°60: PPC de la semana 05 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia.	103
Figura N°61: PPC de la semana 06 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia.	104
Figura N°62: PPC de la semana 07 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia.	105
Figura N°63: PPC de la semana 08 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia.	106

Figura N°64: PPC de la semana 09 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia.	107
Figura N°65: PPC de la semana 10 del frente FTP. Fuente: Elaboración propia.	108
Figura N°66: Pilotera BAUER BG24H y armaduras de pilotes. Fecha: 02/10/2018 Fuente: Elaboración propia.....	143
Figura N°67: Colocación de armadura en sitio. Fecha: 03/10/2018 Fuente: Elaboración propia.....	143
Figura N°68: Vaciado de zapata del edificio de acería. Fecha: 09/01/2019. Fuente: Elaboración propia.....	144
Figura N°69: Horno y carro del EAF. Fecha: 02/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	144
Figura N°70: Horno y carro del EAF. Fecha: 10/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	145
Figura N°71: Edificio eléctrico EAF. Fecha: 05/03/2020. Fuente: Elaboración propia.	145
Figura N°72: Horno y carro del LF. Fecha: 04/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	146
Figura N°73: Edificio eléctrico LF. Fecha: 05/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	146
Figura N°74 Edificio eléctrico LF. Fecha: 04/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	147
Figura N°75: Edificio eléctrico LF. Fecha: 21/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	147
Figura N°76: Torre de cucharas del CCM y edificio del CCM. Fecha: 18/07/2019. Fuente: Elaboración propia.....	148
Figura N°77: Torre de cucharas del CCM, edificio del CCM y edificio eléctrico del CCM. Fecha: 05/12/2019. Fuente: Elaboración propia.....	148
Figura N°78: CCM área 1 y área 2. Fecha: 15/10/2019. Fuente: Elaboración propia.	149
Figura N°79: CCM área 3 y 4. Fecha: 24/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	150
Figura N°80: Edificio CCM. Fecha: 05/11/2019. Fuente: Elaboración propia. ..	150
Figura N°81: Edificio eléctrico del CCM. Fecha: 05/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	151

Figura N°82: Excavación del Scale Pit. Fecha: 14/05/2019. Fuente: Elaboración propia.	151
Figura N°83: Scale Pit. Fecha: 10/07/2019. Fuente: Elaboración propia.	152
Figura N°84: Scale Pit. Fecha: 14/07/2019. Fuente: Elaboración propia.	152
Figura N°85: Scale Pit. Fecha: 14/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	153
Figura N°86: Parque de chatarras / scrap yard. Fecha: 04/04/2019. Fuente: Elaboración propia.	153
Figura N°87: Parque de chatarras / scrap yard. Fecha: 14/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	154
Figura N°88: MHS. Fecha: 12/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	154
Figura N°89: MHS. Fecha: 23/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	155
Figura N°90: Filtro de cartuchos del FTP. Fecha: 15/01/2019. Fuente: Elaboración propia.	155
Figura N°91: Filtro de cartuchos del FTP. Fecha: 14/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	155
Figura N°92: Chimenea y ventiladores del FTP. Fecha: 27/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	156
Figura N°93: Edificio eléctrico del FTP. Fecha: 04/06/2019. Fuente: Elaboración propia.	156
Figura N°94: Edificio eléctrico del FTP. Fecha: 06/09/2019. Fuente: Elaboración propia.	157
Figura N°95: Torre de refrigeración del WTP. Fecha: 23/09/2019. Fuente: Elaboración propia.	157
Figura N°96: Torre de refrigeración del WTP. Fecha: 07/10/2019. Fuente: Elaboración propia.	157
Figura N°97: Decantador del WTP. Fecha: 08/09/2019. Fuente: Elaboración propia.	158
Figura N°98: Edificio de bombas del WTP. Fecha: 23/09/2019. Fuente: Elaboración propia.	158
Figura N°99: Edificio de bombas del WTP. Fecha: 08/11/2019. Fuente: Elaboración propia.	158
Figura N°100: Aerorefrigeradores del WTP. Fecha: 23/09/2019. Fuente: Elaboración propia.	159
Figura N°101: Aerorefrigeradores del WTP. Fecha: 13/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	159

Figura N°102: Edificio de bombas booster del WTP. Fecha: 13/11/2019. Fuente: Elaboración propia.....	159
Figura N°103: Almacén de palanquillas. Fecha: 14/02/2020. Fuente: Elaboración propia.	160

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

3WLA	Three Week Lookahead (Planificación de actividades con 3 semanas de anticipación).
Alacero	Asociación Latinoamericana del Acero
ACEDIM	Empresa Acero Dimensionado, perteneciente a la Corporación Aceros Arequipa S.A.
APC	Aprobado para Construcción.
BoQ	Priced Bill of Quantities (Lista de cantidades con precio).
CAASA	Corporación Aceros Arequipa S.A.
EPCM	Engineering, Procurement and Construction Management (Ingeniería, procura y gestión de la construcción).
FTP	Fume treatment plant (Planta de tratamiento de humos).
HCAP	Hoja de Control para Avance del Proyecto.
HH	Horas hombre.
IDOM	Empresa EPCM Ingeniería y Dirección de Obras y Montaje.
IP	Informe de productividad.
IP de MO	Informe de productividad de mano de obra.
JACSA	Jara Contratistas Generales S.A.
LATAM	Latinoamérica
PAC	Porcentaje del plan completado o Porcentaje de asignaciones completadas.
PMBOK	Project Management Body of Knowledge (fundamentos para la dirección de proyectos).
PMI	Project Management Institute.
PPC	Porcentaje de plan completado.
RFI	Request for information (Solicitud de información).
SSOMA	Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
SUP	Sistema del último planificador.
T/AÑO	Toneladas por año.
UNICON	Unión de Concreteras S.A.
WTP	Water treatment plant (Planta de tratamiento de agua).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

En el Perú existen dos empresas productoras de acero que son la Corporación Aceros Arequipa y Siderperú (Gerdau) (Ver Figura N°1).



Figura N°1: Socios activos de Alacero.
Fuente: America Latina en cifras (2019)

Tal como se muestra en la Figura N°2, de estas dos empresas peruanas la empresa de mayor producción de acero es la Corporación Aceros Arequipa con un 56% de producción del total de Acero producido en Perú en el 2013 y con un 68% de producción en el 2017. Mientras que la diferencia lo produce la empresa Siderperú (Gerdau).

La empresa Siderperú es la primera empresa del acero en el Perú fundada el 09 de mayo de 1956, produce y comercializa productos de acero de alta calidad, destinados a los sectores de construcción, minero e industrial; tanto en el mercado local como extranjero. Forma parte de Gerdau desde el 2006, líder en la producción de aceros largos en el Continente Americano que adquirió la mayoría

de las acciones de Siderperú, convirtiéndose en su principal accionista (Siderperú, 2019).

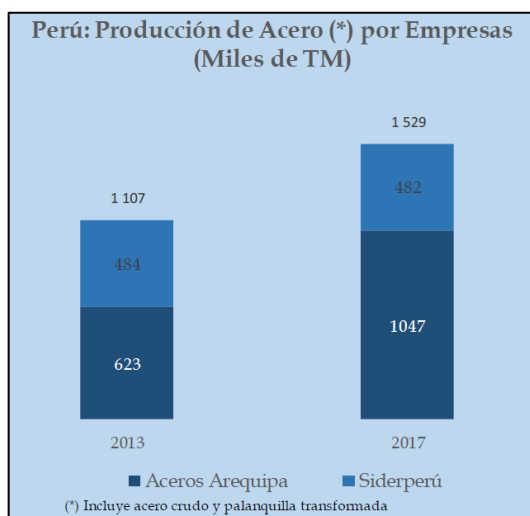


Figura N°2: Producción de Acero por empresas peruanas.
Fuente: MINCETUR (2018)

Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2018) el Perú se ha convertido en el quinto productor de acero crudo (Palanquillas) de LATAM. La industria peruana está conformada por dos empresas (Coporación Aceros Arequipa y Siderperú) que facturan más de US\$ 1 100 millones al año. En el segmento de los productos largos de acero (Barras de construcción, barras lisas y perfiles), las empresas peruanas enfrentan una fuerte competencia por parte de los productos importados. Se estima que, en este segmento, el 32% son importaciones y el 68% producción nacional. La industria nacional apunta a sustituir la importación de palanquilla importada por producción nacional. Otro problema que enfrentan es la “competencia desleal” que significa la importación a precios dumping de China. Esto habría obligado a Aceros Arequipa en 2016 a cerrar su planta en Arequipa y centrar sus operaciones en Pisco. De esta forma, la industria peruana, al igual que la de Estados Unidos, han incrementado los aranceles al acero importado para proteger su industria nacional.

Según lo expuesto en el párrafo previo y para atacar una de las tantas problemáticas del acero en el Perú, es que surge el proyecto de la construcción de la nueva planta de Aceros Arequipa en Pisco con el fin de incrementar la producción de acero en un 39% de la capacidad de producción anual de acero,

pasando de 850 000 t/año a 1 250 000 t/año de productos semiacabados (palanquillas). Tal como se muestra en la Figura N°3, la acería actual tiene tan sólo una capacidad de producción de 850 000t/año de palanquillas. Sin embargo, la planta de laminación cuenta con una capacidad de producción de 1 250 000 t/año de productos acabados (Productos largos), generándose así un cuello de botella que se soluciona importando palanquillas. Para evitar este problema de importación y la dependencia de palanquillas del extranjero se realizó la construcción de la Nueva Planta de Aceros Arequipa.



Figura N°3: Presentación Corporativa.
Fuente: Aceros Arequipa, (2019)

Acorde con el Catálogo de Productos y Servicios de Aceros Arequipa (2020), Aceros Arequipa fabrica en Perú los siguientes productos:

- a) Barras de construcción (Fierro corrugado ASTM A615 Grado 60 y ASTM A706 Grado 60). - Se produce en barras de 9m y 12m de longitud en los diámetros 6mm, 8mm, 3/8", 12mm, 1/2", 5/8", 3/4", 1" y 1 3/8". Además de varillas corrugadas de diámetro 4.7mm.
- b) Conectores mecánicos. – Se produce conectores mecánicos roscados Tipo 2, acoples de diámetros 5/8", 3/4", 1", 1 3/8", anclajes de diámetros 5/8", 3/4", 1", 1 3/8" y conectores de transición de diámetros 1" a 3/4", 1 3/8" a 1".
- c) Clavos y alambres. – Los clavos se suministran de diámetros entre 1.65mm y 4.57mm y los alambres de diámetros de 4.20mm y 1.65mm.

- d) Mallas electrosoldadas. – Medidas estándar en presentaciones de 2.40 x 6.00 m, 2.50 x 6.40 m, 2.40 x 5.00 m, 2.20 x 6.00 m, 2.00 x 6.00 m, 2.40 x 3.05 m y 0.80 x 2.40 m.
- e) Alambros para trefilería. - Para la fabricación de alambres por trefilación, los cuales son utilizados en diversas aplicaciones para las industrias de la construcción, minería, metalmecánica, agricultura, entre otras. Los principales productos para obtenerse son clavos, alambres recocidos, alambres de púas, mallas tejidas o electrosoldadas, electrodos de soldadura y gaviones.
- f) Perfiles Ángulos estructurales. – Las dimensiones se muestran en la Figura N°4.



The image displays four structural angle profiles of varying sizes and thicknesses. The profiles are labeled with 'OS AREQUIPA L25 X 2 mm A36' and 'ROS AREQUIPA L30 X 3 mm A36'. To the right of the profiles is a table titled 'DIMENSIONES' that provides the dimensions for these profiles in both metric and imperial units.

DIMENSIONES	
Sistema Métrico (mm)	Sistema Inglés (pulgadas)
20 x 20 x 2.0	2 x 2 x 5/16
20 x 20 x 2.5	2 1/2 x 2 1/2 x 5/16
20 x 20 x 3.0	3 x 3 x 3/16
25 x 25 x 2.0	5 x 5 x 3/8
25 x 25 x 2.5	5 x 5 x 1/2
25 x 25 x 3.0	6 x 6 x 3/8
25 x 25 x 4.5	6 x 6 x 1/2
30 x 30 x 2.0	
30 x 30 x 2.5	
30 x 30 x 3.0	
30 x 30 x 4.5	
38 x 38 x 2.0	

Figura N°4: Perfiles ángulos estructurales.
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)

- g) Perfiles Ángulos estructurales de calidad dual. - Las dimensiones se muestran en la Figura N°5.

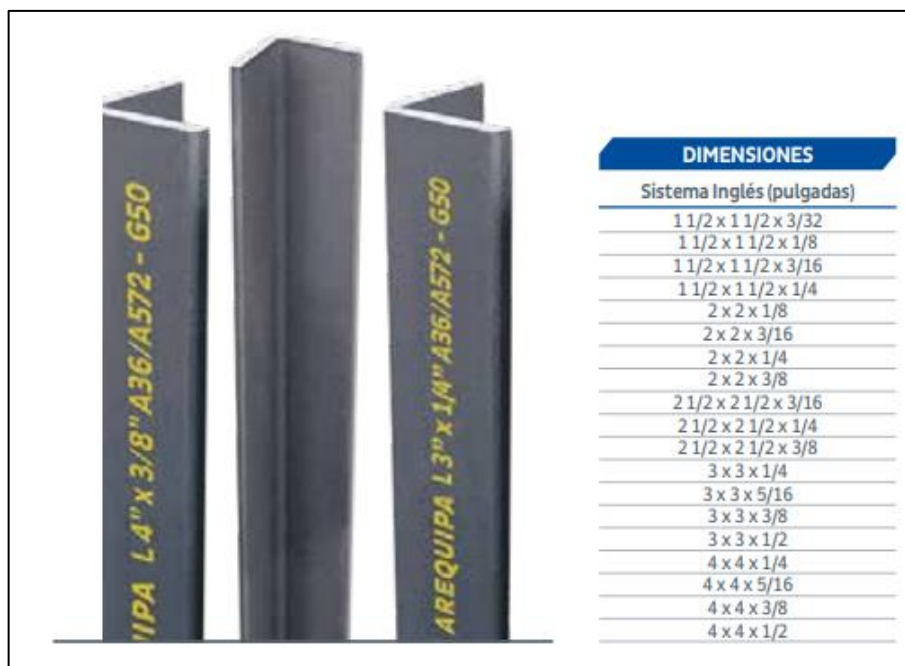


Figura N°5: Perfiles ángulos estructurales de calidad dual.
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)

h) Perfiles Platinas. – Las dimensiones se muestran en la Figura N°6.

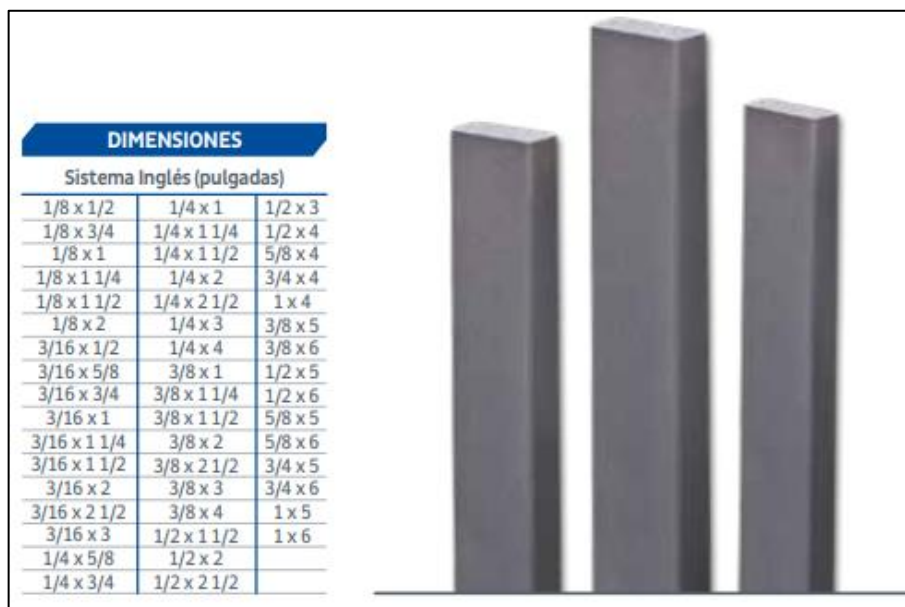


Figura N°6: Perfiles platinas.
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)

i) Perfiles Barras redondas lisas y pulidas. – Las dimensiones se muestran en la Figura N°7.

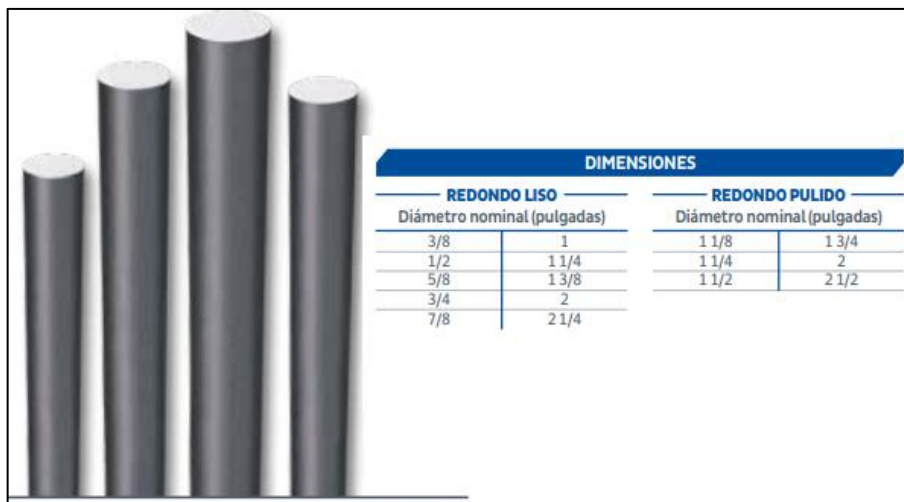


Figura N°7: Perfiles platinas.
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)

j) Perfiles Barras cuadradas. – Las dimensiones se muestran en la

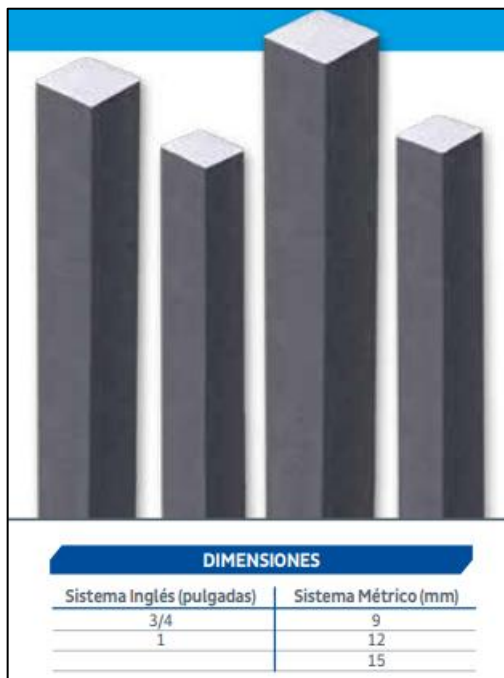


Figura N°8: Perfiles Cuadrados.
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)

k) Barras cuadradas ornamentales. - Se usa en forma recta y torsionada en la fabricación de elementos decorativos de interiores y exteriores, como puertas, ventanas, rejas, escaleras, pasamanos, etc. Asimismo, se usa en

la fabricación de elementos forjados. Presentación en barras de longitudes de 6 metros y en dimensiones de 9mm, 12mm y 15mm.

- l) Perfiles Tees. – En la fabricación de estructuras metálicas para la construcción civil, torres de transmisión, tijerales, carpintería metálica, etc. Presentación en barras de 6 metros y en dimensiones mostradas en la Figura N°9.

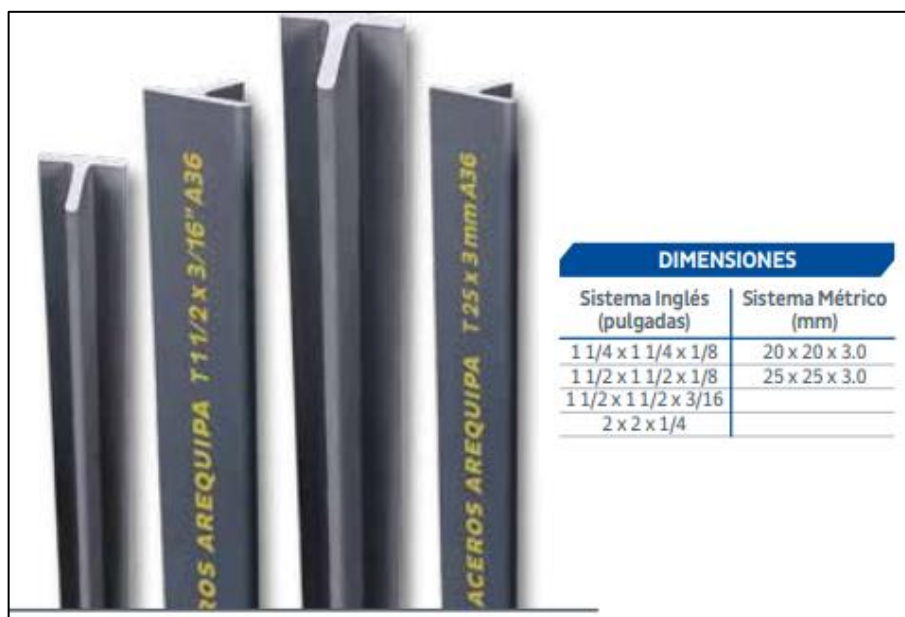


Figura N°9: Perfiles Tees.
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)

- m) Perfil Canales U de calidad dual. - En la fabricación de estructuras metálicas, puertas grandes, rejas y cercos de mayor tamaño, etc. Presentación de 6 metros de longitud y en dimensiones mostradas en la Figura N°10.

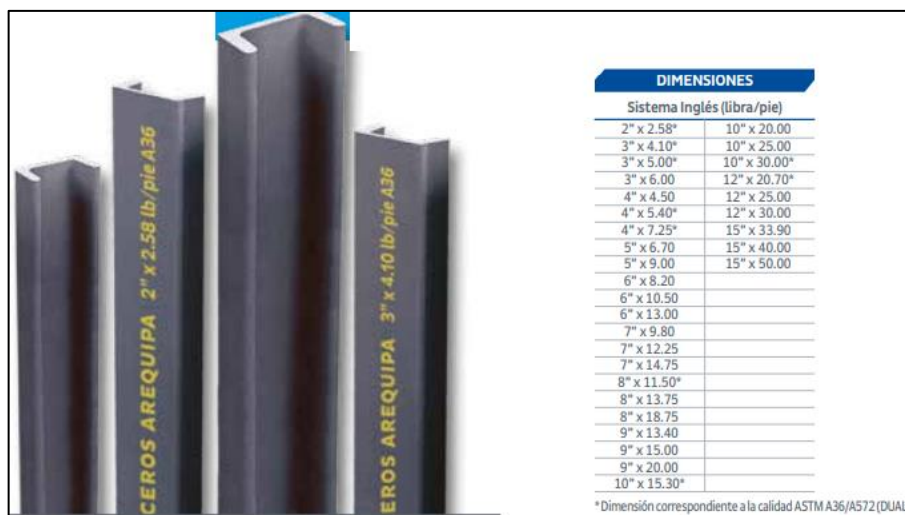


Figura N°10: Perfiles Canales U.
Fuente: Corporación Aceros Arequipa S.A. (2020)

- n) Vigas H Alas Anchas WF – Estándar americano. - Producto laminado en caliente con sección en forma de "H" (con alas paralelas), de calidad estructural en cumplimiento con las normas ASTM A36, ASTM A572 Grado 50 o la ASTM A992. Asimismo, pueden presentarse en calidad dual. Presentación en barras de 20, 30 y 40 pies y en dimensiones que van desde los 4"x13 lb/pie hasta los 36"x232 lb/pie.
- o) Planchas y Bobinas LAC. - Se usa en la fabricación de tubos, perfiles plegados, asimismo luego de su corte en planchas, se emplea en la construcción de silos, carrocerías y construcción en general.
- p) Planchas estriadas LAC. - En la construcción de plataformas, pisos, escaleras, equipamiento de transporte y circulación, y estructuras en general.
- q) Planchas A709 LAC. - Puentes, vigas soldadas, construcción de edificios, grúas puente, equipos mecánicos, material rodante, pilotes, tanques, etc.
- r) Planchas Navales LAC. - Construcción de embarcaciones pesqueras, chatas, pangas, boyas, tanques, tolvas, reparación y mantenimiento, etc.

- s) Planchas y Boinas LAF. - En partes expuestas donde se requiere un buen acabado superficial; como, por ejemplo: muebles, tubos, paneles, carrocerías, artefactos electrodomésticos, etc.
- t) Planchas y bobinas zincadas. - En la fabricación de paneles, coberturas, carrocerías, instalaciones para la avicultura, ductos, silos, etc.
- u) Planchas Antidesgate (XAR 450, XAR 500, Perform 700 MC, Naxtra M700 QL).
- v) Calaminas (Calaminas de acero, calaminas pre-pintadas y calaminas Aluzinc).
- w) Tubos (Tubo LAC ASTM A500M, Tubo LAF ASTM A513, Tubo Galvanizado ASTM A500, Tubo Sch. con costura, Tubo Sch. sin costura, Tubo con costura ERW, Tubos ISO 65 Standard y livianos).
- x) Barras para bolas de molino. - En la fabricación de bolas de acero para molienda de minerales.
- y) Productos de sostenimiento de rocas (Barras helicoidal para fortificación de rocas, Tuerca de fijación para barra helicoidal, Placa de sujeción para barra helicoidal, Adaptador Integral para perno de fortificación Barra Helicoidal, Acople para perno de fortificación Barra Helicoidal, Splitbolt para fortificación de rocas, Adaptador Integral para Splitbolt).
- z) Herramientas (Hojas de sierra bimetálica, Hojas de Sierra para Caladora Bimetálica, Cintas Métricas, Cepillos Industriales y Escobillas Manuales).
- aa) Soldaduras (Overcord, Supercito, Cellorcord AP, Punto Azul).

Para la realización del proyecto, el cliente CAASA contrata a la empresa IDOM, que es una empresa internacional de servicios profesionales de consultoría, ingeniería y arquitectura, fundada en 1957 y con sede central en Bilbao, España,

como EPCM, es decir se encarga de la ingeniería, procura y gerenciamiento de la construcción.

El proyecto se dividió en varios proyectos a su vez, como por ejemplo el proyecto de obras civiles, montaje de estructuras metálicas y el montaje electromecánico. Sin embargo, el presente trabajo de suficiencia sólo se centra en el proyecto de obras civiles, es aquí donde la empresa GyM S.A. (denominada así desde 1933 hasta el 2021, actualmente la empresa se denomina CUMBRA Perú S.A.) fue adjudicada para la ejecución del proyecto de obras civiles. Durante la ejecución del proyecto de obras civiles fue importante realizar la planificación de los trabajos y el control de los trabajos ejecutados para garantizar el éxito del proyecto.

El autor del trabajo de suficiencia profesional se desempeñó como jefe de ingeniería y topografía en el proyecto de obras civiles, quien tenía como funciones la gestión técnica del proyecto (entrega y actualización de la documentación técnica vigente, elaboración de RFI, elaboración de documentos e informes técnicos y pedido de materiales estratégicos como por ejemplo pernos, anclajes, insertos, acero corrugado inoxidable, embebidos), topografía (gestionar los trazos y replanteos del proyecto y gestionar los levantamientos topográficos) y brindar soporte al área de planificación y control del proyecto. Además, se desempeñó como asistente técnico en el proyecto electromecánico, quien tenía como funciones la revisión técnica y requerimiento de todas las líneas de tuberías de la planta de acería y los soportes de estas. Sin embargo, el presente trabajo de suficiencia se centra solamente en la planificación y control de la construcción de las obras civiles de la nueva planta de Aceros Arequipa en Pisco.

En el presente trabajo de suficiencia no se incluye el análisis ni el estudio a detalle del programa maestro, plan maestro o planeamiento integral, debido a que se ha querido exponer a mayor detalle la planificación a corto y mediano plazo, de esta forma el autor quiere transmitir a los lectores cada detalle de cómo realizar este tipo de planificación de principio a fin, además de explicar diferentes herramientas de planificación y control.

Según el plan nacional de infraestructura para la competitividad (2019) se tiene los siguientes problemas que afectan la ejecución de proyectos de infraestructura a nivel nacional:

- a) Debilidad institucional en obras gestionadas por el estado.
- b) Incentivos desalineados entre entidades y órganos que participan del proceso de inversión (problemas de coordinación).
- c) Mala calidad de información.
- d) Inadecuado acceso a la energía eléctrica que dificulta el desarrollo de la industria en el norte del Perú.
- e) Inadecuado acceso a la sanidad.
- f) Falta de conexión vial de Lima principalmente con el centro del país, lo que afecta en la competitividad.

1.2. Descripción del problema del trabajo de suficiencia profesional

Tal como se presenta en el CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL, existe un gran número de investigaciones sobre herramientas de planificación y control del avance de diferentes autores y especialistas en la materia. Sin embargo, surge la interrogante **¿Cómo se aplica estas herramientas de planificación y control del avance en la construcción de las obras civiles de una nueva planta de aceros?** Es en ese sentido que se establece el problema principal que será resuelto en el presente trabajo de suficiencia profesional.

Por otro lado, sabemos que los proyectos de construcción cuentan con un plan macro o un plan de trabajo que se presenta al contratante antes de la ejecución de cualquier actividad constructiva, este plan incluye la metodología de ejecución del proyecto, el cronograma general de ejecución del proyecto y otros documentos. Para que se pueda lograr la ejecución de este plan de trabajo, se requiere identificar y realizar acciones necesarias con base en una planificación

de mayor detalle. De esta forma, mediante la planificación se protege al plan de trabajo, asegurando su cumplimiento de acuerdo con lo previsto y a las metas establecidas de plazo y costo. Aquí surge el primer problema específico **¿Cómo se realiza la planificación intermedia en la construcción de las obras civiles de una nueva planta de aceros?**

También es necesario controlar adecuadamente los trabajos que se encuentran en ejecución, para corregir cualquier desviación ni bien se identifiquen y aplicar las medidas correctivas lo más pronto posible. Aquí surge el segundo problema específico **¿Cómo controlar los trabajos que se encuentran en ejecución y cómo identificar las causas de no cumplimiento de los mismos en la construcción de las obras civiles de una nueva planta de aceros?**

Para que se pueda identificar alguna desviación es necesario comparar el estado actual de lo ejecutado con alguna línea base, esta línea base debe contemplar los ratios meta con los que se desarrolló el plan de trabajo o ratios más exigentes a los cuales el equipo de obra se haya comprometido lograr. En caso de que el ratio real de algún trabajo se encuentre por encima del ratio meta, quiere decir que se está empleando mayor cantidad de recursos para realizar dicho trabajo, por lo tanto, se deberá tomar acción para revertir o mitigar dicho escenario. Aquí surge el tercer problema específico **¿Cómo controlar la productividad del trabajo realizado en la construcción de las obras civiles de una nueva planta de aceros?**

Es en este sentido que el presente trabajo de suficiencia profesional se centra en el uso de herramientas de gestión que se emplearon para realizar una adecuada planificación y control a lo largo de la ejecución de las obras civiles del proyecto "Nueva Planta de Aceros Arequipa en Pisco". Entre las herramientas de gestión que se utilizaron se pueden mencionar, por ejemplo: Lookahead con un horizonte de 3 semanas, medición del porcentaje del plan completado, análisis de causas de no cumplimiento y control de la productividad mediante el cálculo del índice de productividad de la mano de obra.

Además, el proyecto en mención fue un Fast Track, es decir, que la ingeniería se desarrolló a la par de la ejecución del proyecto, no siendo necesario contar con la

ingeniería al 100% en el inicio del proyecto, sino sólo con la ingeniería necesaria para obtener un flujo de trabajo constante y sin restricciones.

La forma mediante la cual se ha planificado y controlado el proyecto de la nueva planta de Aceros Arequipa puede ser aplicable para la gestión de otros proyectos, especialmente en proyectos desarrollados bajo el enfoque Fast Track. Este trabajo puede ser empleado como una base para que proyectos futuros se realicen con una adecuada planificación y control durante su ejecución.

1.3. Objetivos del estudio

1.3.1. Objetivo general

- Presentar la aplicación de las herramientas de gestión que se emplearon para planificar y controlar el avance en la construcción de las obras civiles de la nueva planta de Aceros Arequipa en Pisco.

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir la planificación intermedia con un horizonte de 3 semanas (Lookahead).
- Exponer el porcentaje del plan completado e identificar las causas de no cumplimiento.
- Mostrar el control de la productividad del trabajo realizado en el proyecto mediante el cálculo del índice de productividad de la mano de obra.

1.4. Antecedentes investigativos

Según Mantari (2019) desde inicios del siglo XX el trabajo realizado por Henry Gantt y Frederick Taylor sobre la planificación científica del trabajo se ha ido popularizando, aquí se tiene el Diagrama de Barras que aún se sigue empleando hoy en día. Este diagrama es un diagrama cartesiano, que, partiendo en dos ejes ortogonales entre sí, se puede estudiar las relaciones existentes entre dos

variables. La preparación de un programa de trabajo para la ejecución de un proceso se acostumbra a hacer con mayor o menor detalle, antes de la iniciación del proceso.

Según Yika (2018) la producción es la actividad de producir bienes o servicios dentro de la cadena de valor del proyecto. Así mismo, la productividad es una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto determinado, dentro de un plazo y calidad establecido. También la productividad puede definirse como una relación entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos empleados para dar origen a la producción. Esto significa que una productividad mayor implica una mayor producción empleando la misma cantidad de recursos.

Según Vicencio (2015) la metodología de la planificación empleada en los proyectos se basa en crear un plan maestro único, el cual se suele elaborar sin la colaboración de las personas que van a realizar la actividad, este plan es actualizado sólo cuando se encuentra desfasado de las proyecciones o supuestos dados, volviendo a replantearse sin identificar las causas que llevaron al no cumplimiento, razón por la cual no puede tomarse acción para corregir estas desviaciones. Como medida de solución, se emplea el sistema último planificador como una metodología que integra a los diferentes interesados del proyecto para realizar una planificación más acorde a lo que se piensa y se va a ejecutar.

Según García (2014) el sistema último planificador o Last Planner se fundamenta en el Lean Construction cuyo objetivo principal es eliminar todas las actividades que no agregan valor al sistema productivo. Al emplear este sistema, se busca crear productos de mejor calidad y que satisfagan las necesidades de los clientes. Así también, se busca aumentar la confiabilidad del flujo de trabajo, como consecuencia el PPC y la determinación de las causas de no cumplimiento, para luego plantear acciones correctivas que eviten su recurrencia.

Según Ayala (2014) el sistema de producción Lean Construction ha demostrado ser eficiente y muy útil en proyectos de edificaciones, ya que minimiza las actividades que no generan valor y se centra en las que, si dan, este sistema de planificación ayuda a minimizar tiempos muertos que generalmente se logran

identificar en la mayor parte de proyectos que no cuentan con un sistema de planificación adecuado.

Conforme a Ramos (2015) la planificación que va desde revisar planos, elaborar el plan de trabajo, definir los procedimientos constructivos, definir la programación se ve fortalecida con una buena ejecución y control mediante el sistema Last Planner, Lookahead; y una buena retroalimentación, y se vuelven en un apoyo fundamental para que cualquier proyecto tenga buenos resultados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Marco teórico

2.1.1. Sistema del último planificador

Según Vicencio (2015) define al sistema del último planificador de la siguiente forma:

El sistema último planificador es desarrollado por Howell y Ballard (1997) para la planificación y control de la producción, se centra en mejorar la fiabilidad de la planificación y con esto mejorar el desempeño; realiza una transformación entre lo que se DEBE hacer a lo que se PUEDE hacer, para comprometerse en lo que se desea HACER y que finalmente en el desarrollo de trabajo se HARÁ, en este proceso se involucra al grupo o persona que impulsará la labor de quien se le denomina el último planificador.



Figura N°11: El sistema último planificador.
Fuente: Vicencio (2015).

Mientras la planificación establece objetivos y una secuencia deseada de eventos para lograr los objetivos, el control de eventos hace que secuencia deseada pueda ser ejecutada e inicia una replanificación cuando la secuencia establecida ya no es factible de ejecutar o ya no es deseable para el proyecto, a su vez inicia un

aprendizaje cuando los eventos no están conforme con el plan, a diferencias de los sistemas tradicionales que solo monitorean el costo y programación respecto a los supuestos iniciales, y que son propensos a colapsar cuando algo resulta equivocado.

El SUP es aplicado en varios proyectos desde 1992, se enfoca principalmente en mejorar la calidad de las asignaciones o actividades semanales, esta aplicabilidad en los diferentes proyectos resulta debido a que muchas actividades semanales eran incumplidas o cambiadas, generando inestabilidad al proyecto, a lo cual se le denominó blindaje de producción. A lo comentado se agrega una visión de mayor plazo para el control del flujo de trabajo, proveyendo materiales e información cuando sea necesario, a diferencia del planeamiento en cadena que no planea el flujo, sino que es asumido dentro de una actividad. El sistema tiene dos componentes: el control de la unidad de producción y el control de flujo de trabajo.

Según García (2014) define al sistema del último planificador de la siguiente forma:

El sistema de "Último Planificador" o Last Planner es un sistema de control de proyectos en donde se rediseñan los sistemas, es decir, pasa de una planificación convencional a la incorporación de actores que en algunos casos pueden ser los supervisores, subcontratistas, entre otros, con el fin de lograr compromisos en la planificación. Con este propósito, surge el nombre de último planificador quien no da instrucciones a ningún otro nivel de planificación posterior, sino que ellas van directamente a terreno, a las operaciones de construcción. Además, la función del último planificador es lograr que lo que se quiere hacer coincida con lo que se puede hacer y finalmente ambas se conviertan en lo que se va a hacer.

En este sentido, y con el fin de lograr una implementación eficaz del sistema de planificación que incorpore los puntos antes mencionados, el sistema Last Planner se basa en los siguientes principios:

- Las actividades no deben comenzar antes de que todos los requerimientos o restricciones estén satisfechos o levantados.
- Se debe medir y monitorizar la realización de las actividades.

- Las causas por las que una actividad no se puede realizar deben ser identificadas y eliminadas.
- Se debe evitar la pérdida de productividad, reasignando actividades cuando las inicialmente asignadas no se pueden ejecutar.
- Debe realizarse una programación a corto plazo, considerando aquellas actividades que para ser ejecutadas sus restricciones hayan sido eliminadas.

Según lo expuesto, el sistema Last Planner dirige sus esfuerzos en aumentar la fiabilidad de la planificación y con ello mejorar el desempeño.

Según Vicencio (2015) define el control de la unidad de producción y control del flujo de trabajo de la siguiente forma:

2.1.2. Control de la unidad de producción

La medición de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador es la clave para el proceso del control de la unidad de producción, para tal fin se emplea un indicador estándar denominado Porcentaje del Plan Completado (PPC) o Porcentaje de Asignaciones Completadas (PAC), que es el número de actividades previstas completadas dividido entre el número total de actividades previstas expresadas en porcentaje. Los proyectos de altos estándares de calidad y compromisos con la planificación presentarán mayores PAC, correspondientes a realizar mejores trabajos con los recursos dados (Nieto, Ruz, & Nieto, 2009). Se estima que un 85% es el porcentaje que representa el nivel mínimo, que los diferentes proyectos de construcción deben alcanzar con relación a los resultados del PAC.

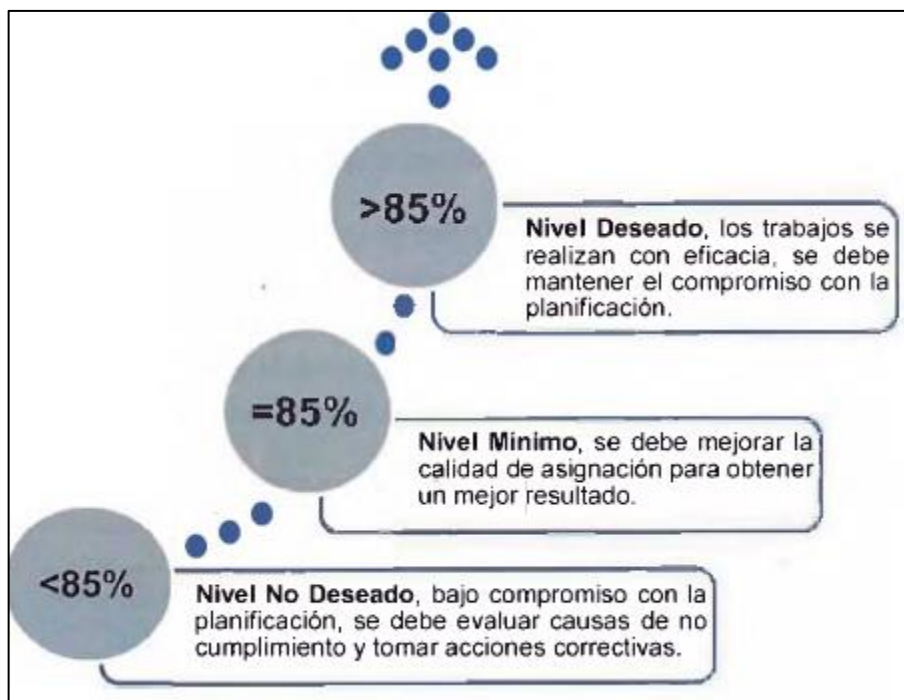


Figura N°12: Nivel de planificación respecto al porcentaje del plan completado.
Fuente: Vicencio (2015).

El análisis de las actividades que no se realizaron debe ser realizado con la participación de todo el personal responsable del trabajo, para de esta forma descubrir la causa raíz por la cual la actividad no fue ejecutada (se puede emplear el diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, o también la técnica de los cinco porqués), y finalmente tomar acciones para mejorar el rendimiento futuro.

2.1.3. Control del flujo de trabajo

Como complemento al control de unidad de producción, también es necesario controlar y coordinar el flujo de trabajo entre las unidades y verificar que estas cuentan con la mejor secuencia y velocidad posible, estos flujos pueden ser de diseño, suministro e instalación; por lo cual es necesario que cuenten con un planeamiento preventivo. A continuación, se muestra un resumen de las jerarquías o niveles de planeamiento:

- a) Plan Maestro, es el plan que se genera a partir del presupuesto y cronograma de proyecto, proporcionando un mapa general o global de

coordinación, así como los hitos principales, la realización de este plan se hace al inicio del proyecto y se debe enfocarse en los objetivos y limitaciones globales del proyecto.

- b) Plan de Fases, cuando los proyectos son de gran magnitud (costo, plazo o alcance) se debe hacer una división del programa maestro en fases o paquetes de trabajo, por ejemplo, si se tiene un proyecto de obras civiles se puede dividir en algunas fases como excavación, cimentaciones, estructura, arquitectura, etc. asignando siempre a un responsable el cual debe coordinar con todo el equipo del proyecto y debe brindar el mayor esfuerzo para que los objetivos de cada fase se cumplan.
- c) Plan Lookahead, también conocido como el plan intermedio o plan de búsqueda hacia adelante, por lo general toma una duración de 3 a 12 semanas, esta duración puede variar de acuerdo con las características o requerimientos que los interesados puedan tener con respecto al proyecto, este es el aporte del sistema del último planificador para el control de flujos de trabajo, propiciando que las actividades se realicen sin inconvenientes.
- d) Plan Semanal, es el plan que se encuentra formado por la acumulación de asignaciones o actividades viables a ser realizadas en el lookahead, esta es una planificación de compromiso con lo que se hará, por lo que ninguna de las actividades descritas en este plan debe tener alguna restricción que impida su ejecución.

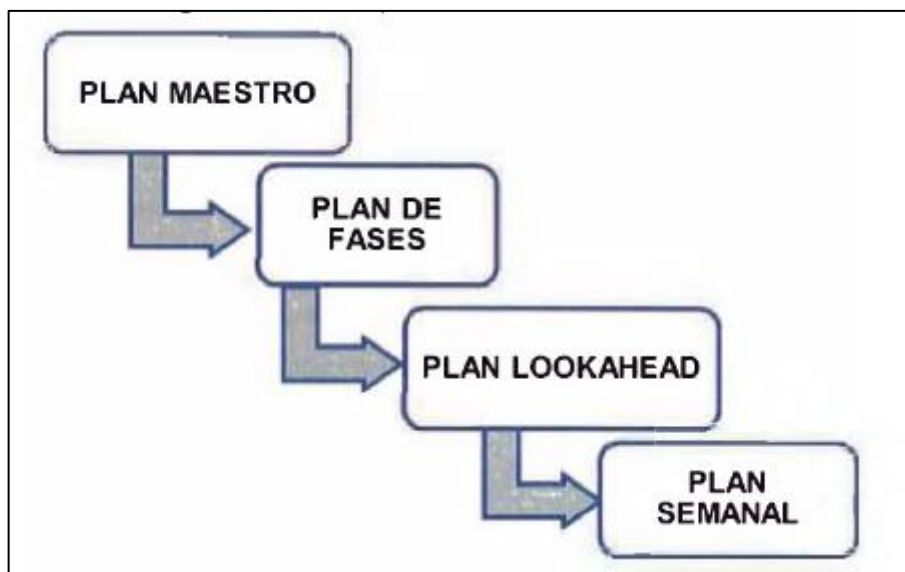


Figura N°13: Jerarquías o niveles de planificación.
Fuente: Vicencio (2015).

Según García (2014) define el programa maestro y planificación intermedia de la siguiente forma:

2.1.4. Programa maestro

El programa maestro o planeamiento integral, es el que se desarrolla según los objetivos generales que hayan sido planteados en el programa inicial. Este programa pone fechas a los objetivos planteados inicialmente, es decir, establece las metas del proyecto. Se debe tener presente que las actividades de duración despreciable son consideradas como acontecimientos.

Si un acontecimiento es especialmente importante se denominará hito. Entonces, el programa maestro sirve al interesado para identificar los hitos de control del proyecto en el cual viene participando.

2.1.5. Planificación intermedia

En la planificación jerárquica, el proceso de planificación intermedia es conocido como Lookahead y cumple la función de controlar los flujos de trabajo. La planificación Lookahead desempeña la función de resaltar lo que se DEBERÍA HACER en un futuro cercano.

A diferencia de los sistemas tradicionales, el proceso de planificación Lookahead en el sistema Last Planner, tiene múltiples funciones, las cuales se muestran a continuación:

- Formar la secuencia del flujo de trabajo y calcular su costo.
- Proponer el flujo de trabajo y su capacidad.
- Descomponer las actividades del Programa Maestro en paquetes de programas y operaciones de trabajo de más fácil manejo.
- Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable.
- Actualizar y revisar los programas del nivel superior.

Para cumplir las funciones antes mencionadas se definen los siguientes procesos específicos:

- Definición del intervalo de planificación

El intervalo de tiempo que abarca la planificación Lookahead, se encuentra entre 4 y 12 semanas, dependiendo de las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria.

- Definición de actividades.

Una vez que se tiene identificado el horizonte de trabajo, se debe desglosar el programa maestro y determinar qué actividades se deben realizar durante el intervalo de tiempo programado. En cada una de las actividades, se debe identificar qué factores impiden que la actividad pueda ser realizada. A estos factores que impide la ejecución de alguna actividad se denomina restricciones, luego de la identificación de cada una de las tareas y sus restricciones dentro de la planificación Lookahead, se debe realizar el análisis de las restricciones.

- Análisis de restricciones.

La función principal del análisis de restricciones es analizar el por qué una actividad no puede ser ejecutada, es estudiar cuales son las restricciones que impiden realizar la actividad, esto con el fin de liberarla de sus restricciones para que pueda ser ejecutada según lo planificado.

- Determinación del inventario de trabajo ejecutable.

Cuando se libera o levanta las restricciones de alguna actividad, esta actividad pasa inmediatamente a una lista de actividades que se pueden ejecutar, ya que no existe algún factor que impide su realización. Esta lista es llamada inventario de trabajos ejecutables. En esta etapa, se realiza el traslado de las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que se pueden hacer.

2.2. Marco conceptual

Según el Manual de gestión de proyectos de GyM (2008) se presenta el siguiente marco conceptual:

2.2.1. Programación

La programación es el proceso mediante el cual se identifican y realizan las acciones necesarias para lograr la ejecución del plan de trabajo diseñado durante el planeamiento del proyecto, con base en su desarrollo a un mayor detalle. Es decir, la programación es el proceso mediante el cual se protege el plan, asegurando su cumplimiento de acuerdo con lo previsto y a las metas establecidas de plazo y costo.

Este proceso se inicia con las primeras actividades de construcción ejecutadas y se extiende a lo largo de todo el proyecto. La programación y el planeamiento son procesos dinámicos que se relacionan entre sí y se llevan a cabo en paralelo.

La programación parte del planeamiento y éste a su vez se retroalimenta y se actualiza, con base en los resultados de la programación, tal como se muestra en la Figura N°14.

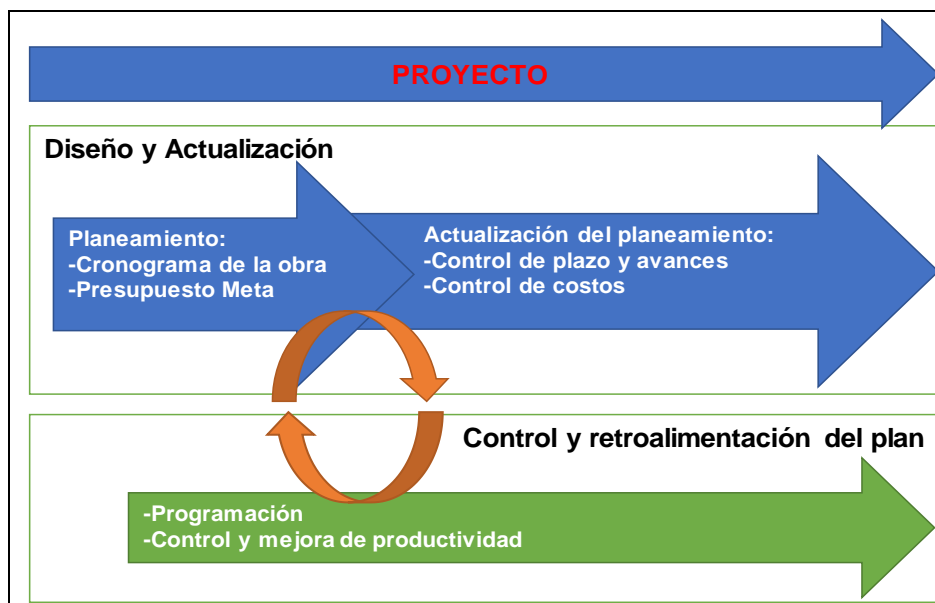


Figura N°14: Relación entre el planeamiento y la programación.

Fuente: Manual de gestión de proyectos de GyM (2008).

2.2.2. Herramientas de programación

Los objetivos de las herramientas de programación es asegurar el cumplimiento de la ejecución del proyecto conforme a lo diseñado en la etapa de planeamiento y mejorar la productividad a través de la reducción de pérdidas en los flujos.

La rutina de programación se soporta mediante la utilización de las siguientes herramientas:

- ✓ Lookahead de producción.
- ✓ Lookahead de Materiales.
- ✓ Análisis de restricciones.
- ✓ Plan semanal.
- ✓ Plan diario.
- ✓ Análisis de confiabilidad.

2.2.3. Lookahead de producción

En un cronograma de ejecución de actividades a mediano plazo, que cubre el horizonte de tiempo seleccionado por el equipo de proyecto, el cual suele ser de 3 a 6 semanas. Este horizonte se define en función de las condiciones de cada proyecto (duración, ubicación, plazo de abastecimiento, etc.). En general, la duración mínima del horizonte dependerá del plazo de abastecimiento y la duración máxima de la variabilidad que pueda afectar el planeamiento del proyecto, tal como cambios de ingeniería, plazos de llegada de suministros, etc. Se recomienda que el Lookahead de producción debe:

- ✓ Tener como punto de partida el cronograma general actualizado.
- ✓ Ser elaborado con la participación del ejecutor o responsable de las actividades.
- ✓ Tener un horizonte de tiempo apropiado para el proyecto.
- ✓ Actualizarse al menos una vez por semana.

Las actividades del Lookahead deben desprenderse del cronograma general de ejecución del proyecto actualizado y luego deben ser trabajadas a un mayor nivel de detalle. Tal como se muestra en la Figura N°15.

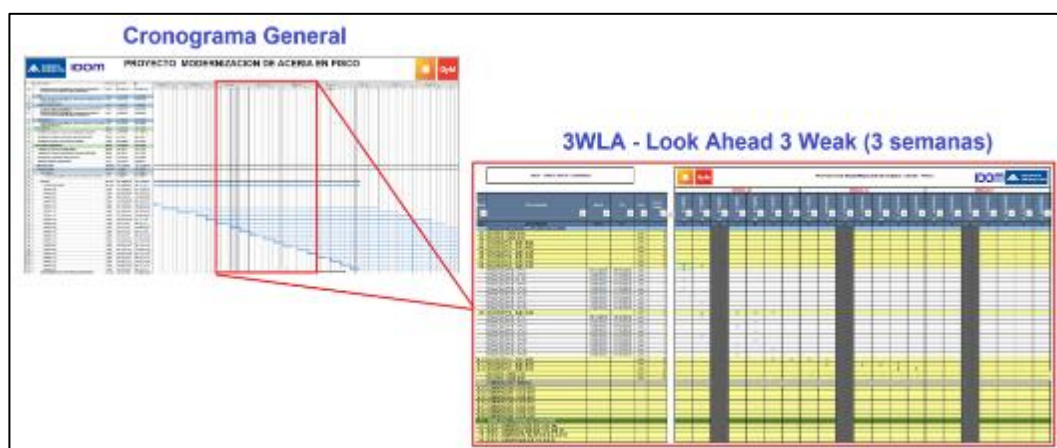


Figura N°15: Relación entre cronograma y Lookahead de producción.
Fuente: Elaboración propia.

Cada jefe de frente o área de producción debe elaborar su Lookahead. Luego, estos Lookahead deben ser entregados semanalmente a la oficina técnica, por lo

menos un día antes de la reunión semanal de producción o la reunión donde se analice y discuta el Lookahead.

2.2.4. Análisis de confiabilidad

El análisis de confiabilidad tiene como objetivos:

- Medir la confiabilidad de la programación.
- Identificar y eliminar las causas que no permitan obtener el 100% del cumplimiento de lo programado en la presente semana.
- Aprender de las experiencias que se estén obteniendo del proyecto, con el fin de no volver a cometer los mismos errores.

Para alcanzar estos objetivos se sugiere emplear las siguientes herramientas:

- PPC (Porcentaje del plan completado).
- Identificación de las causas de no cumplimiento.

2.2.5. PPC (Porcentaje de plan completado)

El PPC es la relación entre las actividades realmente ejecutadas en la presente semana y las actividades previstas por ejecutar en dicha semana, expresada en porcentaje. El cálculo del PPC se hace en base del plan semanal y se debe tomar en cuenta:

- ✓ Se obtiene de dividir el número de actividades completadas durante la semana entre el número de actividades planificadas durante la presente semana.
- ✓ Sólo se debe tomar en cuenta las actividades completadas al 100%, no debe de tomarse en cuenta el porcentaje parcial de avance de estas.
- ✓ El fin no es medir el avance sino la efectividad y confiabilidad del plan semanal.
- ✓ Si durante la semana se quiere descartar o reemplazar una actividad planificada por otra que no ha sido planificada, esta nueva actividad, aun así, sea completada no se debe considerar para el cálculo del PPC.

El porcentaje de plan completado (PPC) semanal y acumulado se calcula en una tabla tal como se muestra en la Figura N°16.

CUMPLIMIENTO								
MES	SEMANA	HASTA	TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		PPC	
		EL DIA	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO
Ago-06	SEM 5	07-Ago	20	20	11	11	55%	55%
	SEM 6	14-Ago	18	38	16	27	89%	71%
	SEM 7	21-Ago	26	64	19	46	73%	72%
	SEM 8	28-Ago	22	86	15	61	68%	71%
Sep-06	SEM 9	04-Sep	23	109	20	81	87%	74%
	SEM 10	11-Sep	8	117	6	87	75%	74%
	SEM 11	18-Sep	24	141	15	102	63%	72%
	SEM 12	25-Sep	41	182	31	133	76%	73%

Figura N°16: Tabla del porcentaje de plan completado (PPC) semanal y acumulado.
Fuente: Manual de gestión de proyectos de GyM (2008)..

2.2.6. Identificación de las causas de no cumplimiento

El análisis en mención consiste en identificar las razones de no cumplimiento de las actividades del plan semanal que no se completan al final de la semana, así como llevar un registro estadístico de las mismas para entender la frecuencia de su ocurrencia y buscar soluciones para las más importantes o relevantes.

Este análisis se realiza colaborativamente durante la reunión semanal de producción o la reunión donde se analice y discuta este tema, los jefes de cada frente deben de liderar la identificación de las causas de no cumplimiento.

Generalmente, la razón inicial que justifica la no realización de una actividad no proporciona suficiente entendimiento sobre por qué no se realizó dicha actividad. Por ello se sugiere aplicar técnicas como los 5 porqués y el diagrama de Ishikawa para identificar la causa raíz del incumplimiento.

✓ Técnica de los 5 porqués

Es una técnica que se emplea para determinar la causa raíz de un problema, aplica preguntas iterativas para explorar las relaciones de causa y efecto dentro de un problema en específico.

Ejemplo:

Incumplimiento: No se ejecutó la instalación de un pararrayo.

- **1° ¿Por qué?:** El pedestal de concreto donde se instalaría el pararrayo no fue ejecutado.
- **2° ¿Por qué?:** El pedestal no fue ejecutado por que llevaba pernos de anclaje preinstalados.
- **3° ¿Por qué?:** Los pernos de anclaje no llegaron a almacén.
- **4° ¿Por qué?:** No llegaron a almacén por que el Solicitante hizo el requerimiento 5 días antes.
- **5° ¿Por qué?:** El solicitante hizo el requerimiento 5 días antes por que no conocía el flujo de requerimiento de materiales,

Acción por tomar: Capacitar al personal sobre el flujo de requerimiento de materiales y el lead time por cada material.

A continuación, se mencionan algunas categorías donde se pueden agrupar las causas de no cumplimiento que se identifiquen a lo largo del proyecto:

- **Programación:** Errores en la programación, omisión de restricciones, errores en el cálculo de recursos o mal uso de las herramientas de programación, plan no coherente con las condiciones de terreno.
- **Ejecución:** Errores en la ejecución de los trabajos que generen retrabajos imputables al contratista, rendimientos distintos a los previstos, error o cambio de la secuencia constructiva planificada.
- **Personal:** Causas relacionadas a la gestión del personal del proyecto. Ausencias imprevistas del personal necesario para las actividades.

- Administración: Relacionado con temas administrativos, retiro de recursos, pagos no realizados, licencias, servicios generales, movilidad, alojamiento, facilidades de obra, campamento.
- Equipos: Inoperatividad imprevista de equipos por averías, fallas técnicas.
- Interferencias: Vicios ocultos durante la ejecución del proyecto. Por ejemplo, líneas eléctricas, sanitarias enterradas.
- Calidad: Falta de aprobación de registros, retrasos en inspecciones, pruebas o ensayos, liberaciones en terreno.
- SSOMA: Cambios imprevistos en las condiciones de seguridad en terreno previo a la ejecución de alguna actividad, falta de permisos necesarios para iniciar una actividad, generación excesiva de residuos, polvos, accidentes.
- Ingeniería: Cambios imprevistos de ingeniería en actividades ya programadas, incongruencia de los planos con realidad en campo, incompatibilidad/interferencias entre planos de diferentes disciplinas, entrega tardía de planos o documentación técnica, demora en respuesta de las solicitudes de información.
- Logística: Errores imprevistos en despachos, traslados de suministros, daños al suministro, errores en la preservación de suministros.
- Subcontratos: Ocasionados por subcontratistas y proveedores que trabajando en el proyecto bajo liderazgo del contratista.
- Externo: Retrasos por condiciones climáticas o desastres naturales, por eventos como marchas sindicales, huelgas, accidentes de terceros, faltas de agentes externos en la entrega de documentación necesaria para la ejecución del proyecto.
- Topografía: Errores o retrasos por causas relacionadas a la topografía.
- Otros: En caso la causa de incumplimiento no pertenezca a las categorías previas.

A continuación, en la Figura N°17 se muestra un ejemplo de la visualización de los datos de las causas de no cumplimiento.

CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		TOTAL %	TOTAL #	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
PROG	Programación	7%	10	0	0	0	0	0	0	0	3
LOG	Logística	7%	11	0	0	5	0	0	0	1	0
PER	Personal	11%	16	0	0	0	0	2	0	0	0
EXT	Exteriores	10%	15	1	0	0	0	0	0	0	0
EJEC	Ejecución	25%	37	3	2	0	3	0	0	4	2
EQ	Equipos	3%	4	1	0	0	0	0	0	1	0
ING	Ingeniería	38%	57	4	0	2	5	1	2	3	5
O	Otros	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE ACTIVIDADES INCUMPLIDAS		100%	150	9	2	7	8	3	2	9	10

Figura N°17: Ejemplo de cuadro de datos de las causas de no cumplimiento.
Fuente: Manual de gestión de proyectos de GyM (2008)..

2.2.7. Control de la productividad

La productividad representa la eficiencia en el uso de los recursos. Una buena productividad vendría a ser el resultado de un flujo continuo sin paralizaciones, así como una buena programación, una alta confiabilidad y la optimización de los recursos utilizados en las actividades constructivas. El control de la productividad es el proceso mediante el cual se mide la eficiencia en la ejecución de las actividades realizadas, se analiza la información recopilada y se identifican las acciones para mejorar o mantener una buena eficiencia en el proyecto.

2.2.8. Informe de productividad (IP)

El informe de productividad es una herramienta que facilita el cálculo de los ratios o índices de productividad de las diferentes actividades ejecutadas en el proyecto, y que vendría a ser el cociente entre las horas hombres empleadas y la cantidad de trabajo realizado. De esta forma cuando se obtenga un ratio mayor que el ratio teórico o meta, significa que se están empleando muchos más recursos que los inicialmente planificados, lo que llevará a los responsables a tomar acciones correctivas.

Para el presente trabajo de suficiencia profesional se controlará los recursos que tienen que ver con la mano de obra, por lo tanto, se empleará el IP de mano de obra.

2.2.9. Informe de productividad (IP) de mano de obra

Se encarga de comunicar al equipo de proyecto la eficiencia de una cuadrilla o equipo de trabajadores respecto al consumo de los recursos de mano de obra cuando se ejecutan las actividades. La cantidad de recursos consumidos se miden en horas hombre (HH), siendo esta la unidad utilizada para medir la productividad de la mano de obra.

Por ejemplo, horas hombre consumidas por kilogramo de acero colocado (HH/kg) o horas hombre consumidas por metro de zanja excavada (HH/m).

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Información preliminar del proyecto

La Corporación Aceros Arequipa ha llevado a cabo en su complejo industrial de producción de Pisco (Perú), la construcción de su nueva planta con el objetivo de aumentar su producción de 850 000 t/año a 1 250 000 t/año de productos semiacabados. El directorio aprobó la inversión de US\$ 180 millones más IGV aproximadamente, cuya puesta en marcha se estimó inicialmente a mediados del 2020. Dicha inversión, permitió aumentar la capacidad de producción local de palanquilla, reduciendo la dependencia de palanquilla importada. El horno antiguo de 850 000 TM de capacidad quedó en “stand by” hasta que la demanda interna y/o el mercado de exportación de palanquilla amerite su utilización. De esta forma, Corporación Aceros Arequipa apostó por el desarrollo de la industria en el país a través del proyecto de la nueva planta de Aceros Arequipa que permitirá a la empresa tener más de 2'000,000 de toneladas de capacidad de acero por año. (Aceros Arequipa, 2018).

Debido a la pandemia del Covid19, la puesta en marcha inicialmente planificada para mediados del 2020 se retrasó y finalmente fue en Julio del 2021, cuando la empresa peruana Corporación Aceros Arequipa terminó la construcción de su nueva planta con capacidad de producción nominal de 1 250 000 t/año de acero de alta calidad, destinada a atender principalmente a mercados americanos. El 13 de Julio, la nueva planta, situada en la localidad de Pisco, inició sus operaciones con el “First Heat” o primera colada (Ver Figura N°18). Tras esta prueba inicial, la planta fue incrementando su producción hasta alcanzar su pleno rendimiento luego de varias semanas de operación. (Revista Energiminas, 2021).



Figura N°18: Primera Colada.
Fuente: Revista Energiminas, (2021).

3.1.1. Información del contratista de obras civiles

El proyecto tuvo como contratista a la Empresa GyM S.A., la cual fue una de las empresas del grupo Graña y Montero, fundada en 1933 y que desarrolló proyectos en todos los sectores de la construcción: Infraestructura, energía, edificaciones, minería, gas y petróleo, industria y saneamiento, que existió desde los años 1933 hasta comienzos de los años 2021.

Actualmente, debido a cambios organizacionales la empresa constructora pasó a denominarse como CUMBRA Perú S.A. y pertenece al grupo AENZA.

3.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se desarrolló en los linderos de la propiedad de la Corporación Aceros Arequipa (CAASA) denominada Planta N°2, la cual se encuentra ubicada al sur de Lima, a la altura del km 241 de la Panamericana Sur, a 8.5 km de la ciudad de Pisco, en el distrito de Paracas, provincia de Pisco, departamento de Ica. Se encuentra a una altitud entre 65 y 75 metros sobre el nivel del mar y a 5.4 km de la reserva nacional de Paracas. En la Figura N°19 se presenta el mapa de la ubicación de la Planta N° 02.

De acuerdo con la zonificación del área de estudio, el área donde se ubica la Planta N° 02 está tipificada como zona de uso de industria pesada I4. En ese sentido la actividad es compatible con el uso actual del suelo. Por otro lado, el área de la Planta N°2 tiene una extensión aproximada de 220 ha con un perímetro de 6 km, y la planta para la producción de acero se ubica dentro de esta Planta N°2.

Dentro del área de la Planta N°2 se ubica el área de influencia, en donde se desarrolló el proyecto de la nueva planta de Aceros Arequipa, esta área específica se puede visualizar en la Figura N°20 en color amarillo, así también en esta figura se puede observar el área donde se ubicó el campamento del contratista en color rojo.



Figura N°19: Ubicación del proyecto.

Fuente: Google Map.



Figura N°20: Área de influencia del proyecto.

Fuente: Google Map.

El proyecto se construyó adyacente a la antigua planta de Aceros Arequipa que se encuentra operativa desde los años 1987 (Ver Figura N°21), además de encontrarse sobre bancoductos, cables e interferencias existentes (Ver Figura N°22), es decir que la construcción del proyecto de obras civiles debió tener mucha precaución al momento de realizar las actividades de excavación, para evitar afectar o interferir con las actividades operativas de la empresa Aceros Arequipa.



Figura N°21: Límite de batería entre la antigua planta y la nueva planta.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°22: Interferencias encontradas durante la excavación.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3. Alcance del proyecto

El proyecto de la nueva planta de Aceros Arequipa se dividió en 3 diferentes proyectos:

- 1) Proyecto de ejecución de obras civiles.
- 2) Proyecto de montaje de estructuras metálicas.
- 3) Proyecto de montaje electromecánico.

Para el presente trabajo de suficiencia profesional se tratará a detalle sólo el proyecto de ejecución de obras civiles. Sin embargo, para un mejor entendimiento del proyecto global se explica de forma más detallada el alcance en la sección 3.1.7.

El alcance del proyecto de obras civiles tuvo por objeto la construcción de la obra civil y la garantía del trabajo realizado, incluyendo la provisión de toda mano de obra, equipo de construcción, instalaciones temporales y todo aquello que fue necesario, ya sea temporal o permanente, en la medida que haya estado

especificado en los planos, especificaciones y demás documentación que fue entregada por CAASA a el contratista.

3.1.4. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de la obra civil fue de 380 (trescientos ochenta) días calendario. Este plazo se empezó a contabilizar a partir de la emisión de la Orden de Proceder, la cual se fue emitida o se entendió como emitida a partir del día siguiente de la ocurrencia del último de los eventos descritos a continuación:

- a) El emplazamiento fue entregado al contratista mediante el Acta de Entrega.
- b) La Licencia de Construcción de Obra fue entregada al contratista.

3.1.5. Contraprestación y precios del contrato

El importe estimado de la obra civil ascendió a USD 26,381,428.03. Este monto no incluyó el impuesto General a las ventas.

3.1.6. El proceso del acero

Según Aceros Arequipa (2021) el proceso de producción del acero se realiza de la siguiente manera:

Un componente en la producción del acero es la carga metálica. En la zona de metálicos, se acopia el acero a reciclar, según su carga residual y su densidad (ver Figura N°23).

El acero reciclado pasa por un proceso de corte y triturado en la planta fragmentadora de Aceros Arequipa. En el interior de la fragmentadora, poderosos martillos reducen la carga a un tamaño óptimo. Luego, a través de una faja transportadora, el acero reciclado fragmentado pasa por una serie de rodillos magnéticos que seleccionan todo lo metálico. Los materiales que no lo son, se desvían por otro conducto para su almacenamiento y uso alternativo en los

procesos productivos. Tal como se observa en la Figura N°24, un volquete está siendo cargado con material no metálico para su posterior traslado.

El acero reciclado fragmentado se lleva al edificio de acería para iniciar la producción del acero.



Figura N°23: Parque de chatarra.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°24: Parque de chatarra.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°25, se puede observar los cubos de chatarra que corresponden a la chatarra importada y chatarra nacional que llega de esa forma al parque de chatarra.



Figura N°25: Chatarra importada.

Fuente: Elaboración propia.

La línea de producción del proceso del edificio de acería cuenta con un horno eléctrico de fusión AC de 80t y un horno de afino (horno cuchara).

El horno de fusión tiene un transformador de 100 MVA, además de 5 lanzas supersónicas para la inyección de oxígeno, instaladas en su estructura metálica. Los paneles (paredes del horno) y la bóveda son refrigerados con agua.

Cuando la carga metálica ingresa al horno, la puerta es cubierta con una masa selladora (ver Figura N°26). Esto evita el ingreso excesivo de aire y permite mantener mejor el calor. En el interior del horno eléctrico, la principal fuente de energía usada para fundir la carga es la energía eléctrica; a través, del arco eléctrico producido por tres electrodos, la temperatura del proceso es entre los 3,000°C y 5,000°C. Adicionalmente, se consume energía química generada en reacciones exotérmicas por el uso de oxígeno. La carga metálica se funde a 1600°C, obteniéndose así el acero líquido.

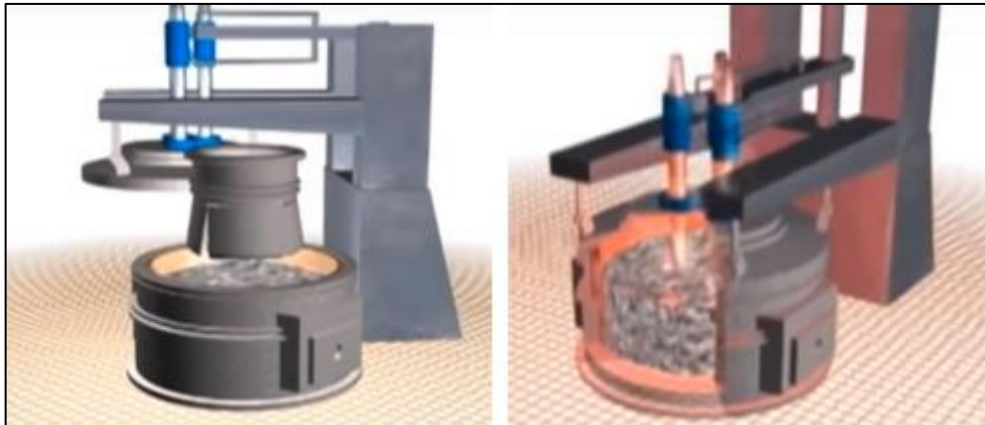


Figura N°26: Proceso de fundición en el horno de arco eléctrico.

Fuente: Aceros Arequipa, (2016).

Luego de 33 minutos de proceso en el horno eléctrico, el acero líquido pasa al horno cuchara donde se realiza el afino, es decir, se ajusta la composición química del acero, logrando así la calidad necesaria para el producto y dándole al acero la temperatura necesaria para el resto del proceso (ver Figura N°27). Luego, la cuchara es enviada a la colada continua para iniciar el proceso de solidificación.



Figura N°27: Horno de cuchara para realizar el afino.

Fuente: Aceros Arequipa, (2016).

En la colada continua mediante la buza u orificio ubicado en la base de la cuchara, se inicia el vertido del acero líquido de la cuchara al tundish o distribuidor, que reduce la turbulencia del flujo y lleva el acero líquido por 4 líneas de colada, hacia los moldes oscilatorios, donde se le da una refrigeración primaria para solidificarla

superficialmente (ver Figura N°28). Luego, mediante spray's y toberas se realiza la refrigeración secundaria. Esta barra solidificada es cortada obteniéndose así la palanquilla, el cual, es el producto final de la antigua planta de Aceros Arequipa y la materia prima para la planta de laminación. Todo este proceso es muy importante porque de él depende la calidad de la palanquilla y del producto final.



Figura N°28: Pase del acero líquido a la colada continua.

Fuente: Aceros Arequipa, (2016).

La capacidad de producción anual es de 910 000 t/año de palanquilla de diferentes secciones, (130x130mm y 150x150mm), que se destina a la fabricación de barras corrugadas, perfiles, alambrones y aceros especiales.

Dentro del proceso continuo de mejora tecnológica, la antigua planta de Aceros Arequipa ha logrado avances significativos, permitiendo ubicar al horno eléctrico de Aceros Arequipa entre los más rápidos y potentes del mundo, y haciendo que en los últimos años la producción de palanquilla se incremente sustancialmente.

La modernización del horno, el uso de metálicos sin residuos, y el conocimiento, innovación y creatividad de sus colaboradores, han permitido a Corporación Aceros Arequipa incrementar la productividad de la antigua planta y asegurar la calidad de los diferentes aceros producidos.

3.1.7. Componentes del proyecto

El proyecto se presentó como una alternativa de ampliación y mejora tecnológica de los componentes auxiliares de la antigua planta de Aceros Arequipa, a través de los siguientes procesos:

- Reemplazo del horno eléctrico por uno de 120 t (ver Figura N°29).

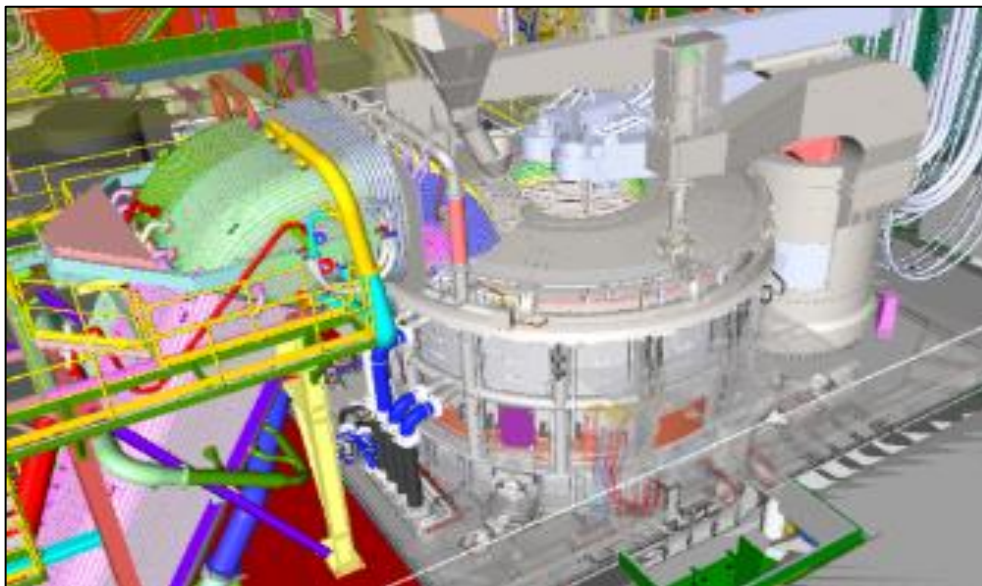


Figura N°29: Nuevo horno eléctrico de 120 t.

Fuente: Elaboración propia.

- Reemplazo del horno de cuchara por uno de 120 t (ver Figura N°30).

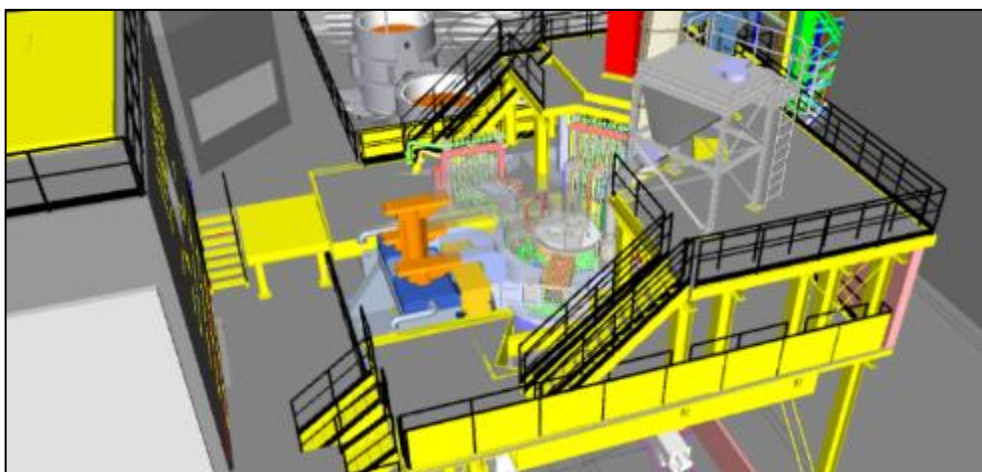


Figura N°30: Nuevo horno LF de 120 t.

Fuente: Elaboración propia.

- Reemplazo de la planta de tratamiento de humos de una capacidad actual de 780 000 Nm³/hora. a 1 795 000 Nm³/hora. En la Figura N°31 se puede observar las partes que conforman esta nueva planta de tratamiento de humos, en color rosado se puede observar el filtro de cartuchos, que se une a la chimenea, la cual posee unos brazos metálicos que conecta a 3

ventiladores. Adicionalmente, se logra observar el edificio eléctrico de la planta de tratamiento de humos.



Figura N°31: Planta de tratamiento de humos.

Fuente: Elaboración propia.

- Construcción e instalación de enfriadores de aire (air coolers), los cuales permiten la reducción del consumo de agua fuente en aproximadamente 33.7%.
- Ampliación de la bahía de almacenamiento de materias primas de 7 200m² a 13 200m².

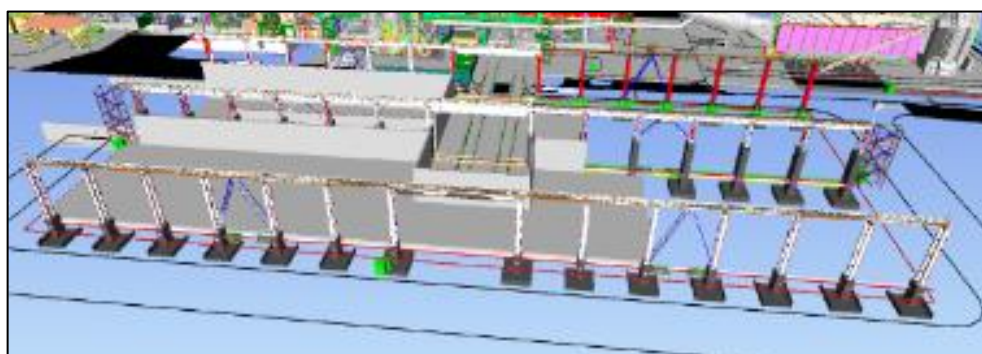


Figura N°32: Nueva bahía de chatarra.

Fuente: Elaboración propia.

- Construcción de una nave industrial de 6 000m² con 02 grúas de 220t de capacidad.

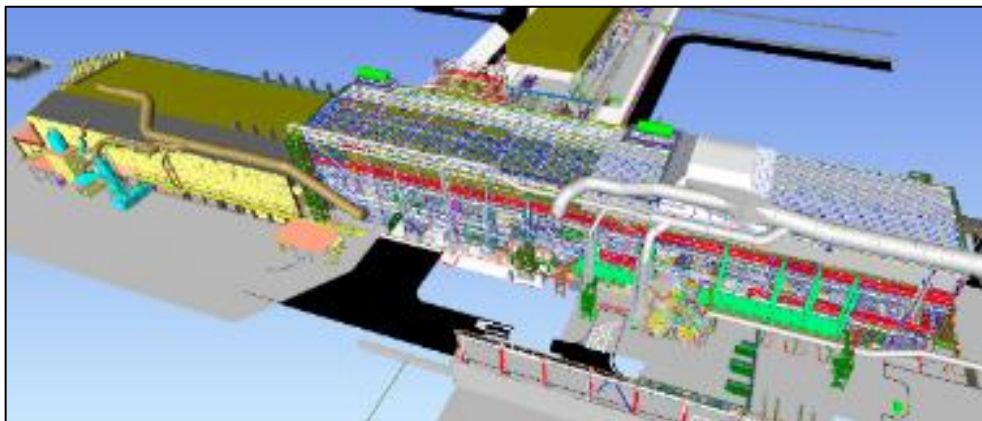


Figura N°33: Nave de acería.

Fuente: Elaboración propia.

- Se adicionó un camino de rodillos de 120m para el transporte de palanquillas.
- Construcción de la bahía de almacenamiento de productos semi terminados de 3 000m². En la Figura N°34 se puede observar cómo es la bahía de almacenamiento de productos semi terminados o también conocida como el almacén de palanquillas.



Figura N°34: Nuevo almacén de palanquillas.

Fuente: Elaboración propia.

- Reemplazo de la colada continua de 4 líneas a 6 líneas, tal como se logra observar en la Figura N°35.

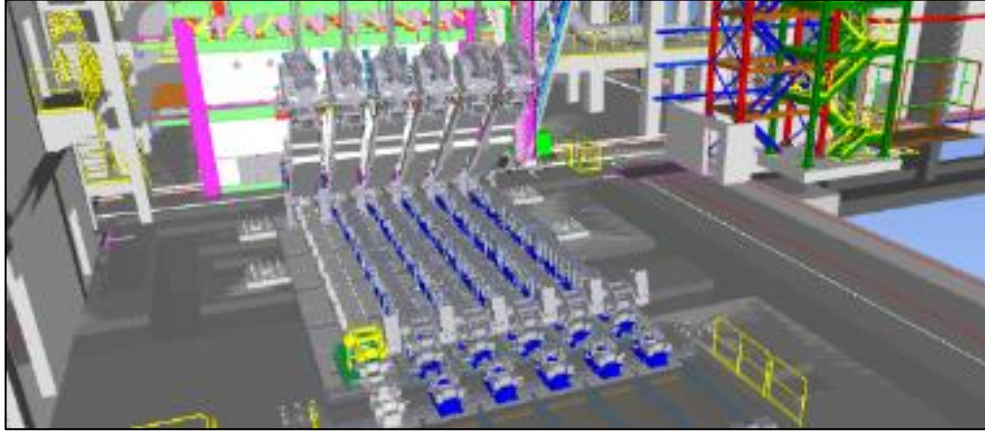


Figura N°35: Nueva colada continua con 6 líneas de producción.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN INTERMEDIA

4.1. ALCANCE DEL CAPÍTULO

El alcance del presente capítulo consiste en la presentación de la planificación intermedia o 3 week lookahead realizado en el proyecto “Nueva planta de aceros Arequipa en Pisco”, cuya información fue recabada del frente del FTP (Planta de tratamiento de humos) y que corresponde a los 3WLA realizados desde la semana 04 hasta la semana 10 de ejecución del proyecto (el detalle de cada 3WLA se presenta en los anexos del trabajo de suficiencia profesional).

Por la cantidad de información disponible a lo largo de estas semanas de proyecto, en el presente capítulo sólo se analizará a detalle la planificación intermedia realizada en la semana 04, que comprende del sábado, 19 de enero del 2019 hasta el viernes, 25 de enero del 2019. Sin embargo, este análisis realizado al 3WLA de la semana 04 es el mismo que se ha empleado en los demás 3WLA de las siguientes semanas, las cuales se adjuntan en los anexos.

4.2. DESARROLLO

4.2.1. Generalidades

El frente del FTP se encuentra compuesto por las siguientes estructuras:

- Filtro de cartuchos: En lo que respecta a la obra civil se encuentra compuesto por una losa de concreto armado de 14.60 m de ancho, 44.65 m de largo y de 1.00 m de peralte (Ver Figura N°36). Además, de estar formado por 48 pedestales de 0.70 m x 0.70 m x 0.65 m, donde posteriormente se realizó el montaje del filtro de cartuchos (Ver Figura N° 37).
- Ventiladores: En lo que respecta a la obra civil se encuentra compuesto por 3 losas de 10.50 m x 4.40 m x 1.00 m con 2 pedestales rectangulares (Ver Figura N°36). Posteriormente en estas estructuras se realizó el montaje de los ventiladores que se conectan a la chimenea (Ver Figura N° 37).

- Chimenea: Es una estructura de concreto armado de 9.30 m x 9.30 m y 15.2 m de altura (Ver Figura N°36) y posee una chimenea metálica instalada en la parte superior que se conecta con 3 brazos a cada uno de los ventiladores (Ver Figura N° 37).



Figura N°36: Fotografía de agosto del 2019 del frente FTP (Planta de tratamiento de humos).
Fuente: Elaboración propia.

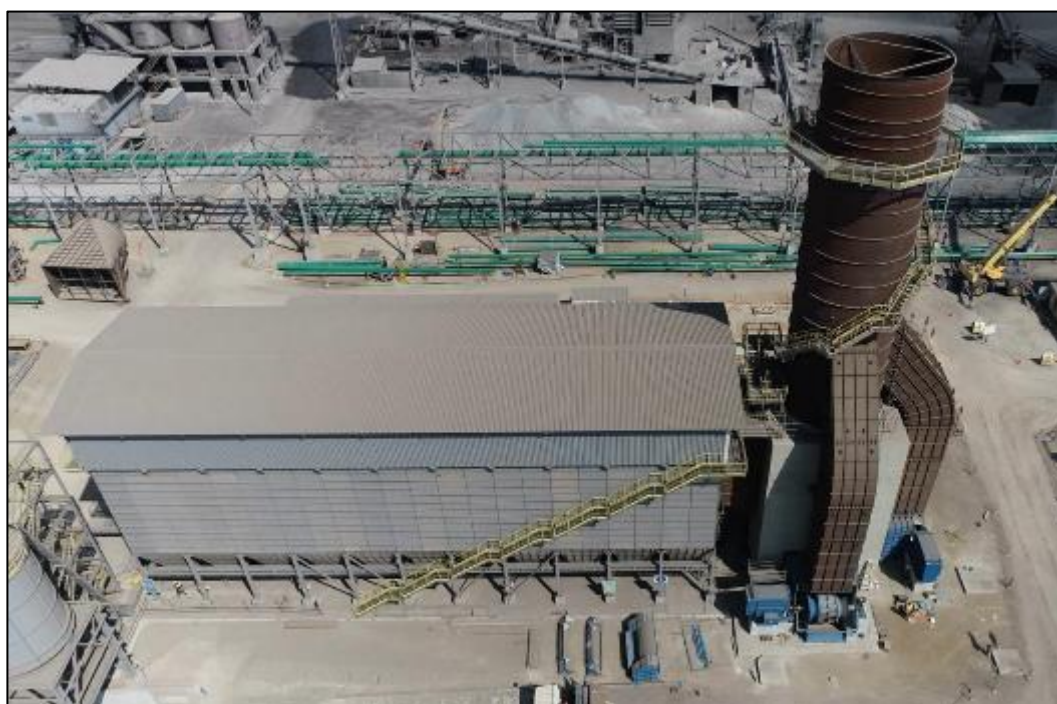


Figura N° 37: Fotografía de setiembre del 2020 del frente FTP (Planta de tratamiento de humos).
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Verificación del avance real del frente

Previo a la elaboración del 3WLA de la semana 04 del frente FTP, se realizó un chequeo de las actividades completadas hasta el día 18/01/19 que corresponde a un día antes del inicio de la semana 04, para estar seguros de que se estaban considerando correctamente todas las actividades a realizar en las siguientes 3 semanas.

Por ejemplo, tal como se muestra en la Figura N°38, hasta finales de la semana 03, la losa del filtro de cartuchos se encontraba construida, por lo que ya no era necesario incluir ninguna actividad de esta losa en el 3WLA de la semana 04., salvo el pedestal pendiente que se muestra en la Figura N°39.



Figura N°38: Fotografía del 18/01/19 de la losa del filtro de cartuchos.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura N°39, se puede observar que el acero del primer nivel del muro se encontraba instalado al 100%, mientras que el encofrado del primer nivel de muros se encontraba en proceso, ya que estaba pendiente la colocación de los insertos en las aberturas laterales de la chimenea (Ver Figura N°40).



Figura N°39: Fotografía del 18/01/19 de la chimenea.
Fuente: Elaboración propia.

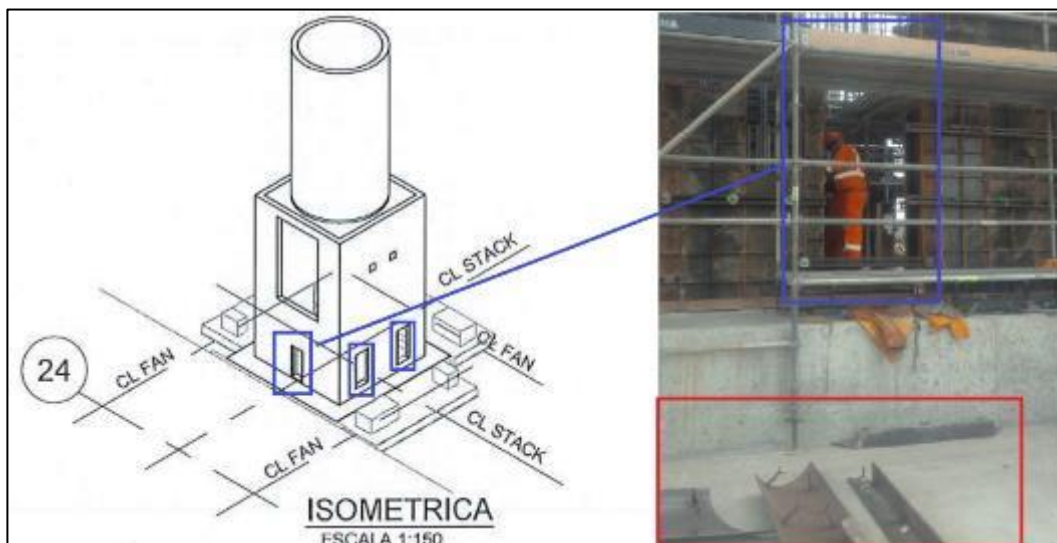


Figura N°40: Aberturas laterales para colocación de insertos metálicos.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Definición del proceso constructivo para la generación de actividades del 3WLA

Para la construcción de la chimenea, que corresponde a una estructura de 15.20 m de altura, primero se planificó realizar la construcción de los muros en 04

etapas, la primera etapa consistía en realizar el vaciado hasta los 4.01 m de altura, la segunda etapa consistía en realizar el vaciado de los 1.89 m siguientes, la tercera etapa consistía en realizar el vaciado de los 4.15 m siguientes y finalmente completar los 4.15 m de muro restantes en la cuarta etapa (Ver Figura N°41). Teniendo como premisa ello, se descompuso cada nivel del muro de la chimenea en actividades como: armado de andamios, instalación de acero, encofrado y vaciado de concreto.

Adicionalmente, la construcción de los ventiladores se planificó realizarlo en 2 etapas, la primera etapa consistía en la construcción de la zapata y la segunda etapa consistía en la construcción de los 2 pedestales.

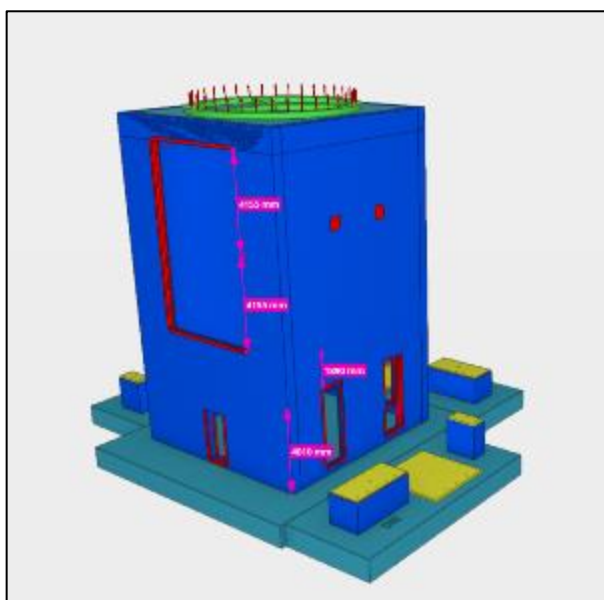


Figura N°41: Modelo 3d de la chimenea y los ventiladores.
Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Generación de actividades para el 3WLA

Luego de haber definido el proceso constructivo que se seguirá para las diferentes estructuras del frente del FTP, se procedió a completar las actividades en el 3WLA. En la Figura N°43 se muestra el 3WLA completo de la semana 04, donde se incluye las siguientes actividades:

- Filtro de cartuchos
 - Instalación de pernos del pedestal pendiente.
 - Encofrado del pedestal pendiente.
 - Vaciado de concreto del pedestal pendiente.

- Chimenea
 - Colocación de insertos en las aberturas laterales.
 - Encofrado del muro del primer nivel.
 - Vaciado de concreto del muro del primer nivel.
 - Colocación de acero del segundo nivel del muro.
 - Armado de andamios para trabajos del segundo nivel del muro.
 - Instalación de acero del segundo nivel del muro.
 - Colocación de insertos en las aberturas laterales.
 - Encofrado del muro del segundo nivel del muro.
 - Vaciado de concreto del muro del segundo nivel del muro.
 - Armado de andamios para trabajos del tercer nivel del muro.
 - Instalación de acero del tercer nivel del muro.
 - Colocación de insertos en las aberturas laterales.
 - Encofrado del muro del tercer nivel del muro.
 - Vaciado de concreto del muro del tercer nivel del muro.

- Ventiladores
 - Instalación de acero de la zapata de los 03 ventiladores.
 - Encofrado de la zapata de los 03 ventiladores.
 - Vaciado de la zapata de los 03 ventiladores.

4.2.5. Desarrollo del 3 WLA de la semana 04

Con respecto a las actividades ejecutadas en la semana 04, sólo se ha incluido las actividades sin restricciones y que se pudieron ejecutar sin problemas. Tal como se muestra en la Figura N°42.

Los metrados fueron estimados por el jefe de producción y correspondió a un compromiso de ejecución ante la gerencia. La estimación de estos metrados parte de una base de ratios histórica de la empresa y que forman parte de la información

de proyectos pasados, pero sólo considerando proyectos con características similares al que se viene ejecutando. Sin embargo, el jefe de producción en coordinación con la gerencia son los que garantizan y se comprometen con la cantidad de trabajo a ejecutar, teniendo en cuenta las características particulares del proyecto.

CODIGO DE PROYECTO		NOMBRE DE PROYECTO																		
1890		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO																		
PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL 19/01/2019 AL 08/02/2019	UND	METRADO TOTAL	AVANCE PROYECTADO	SALDO	RATIO	HH REQUER.	CANT. PERSONAL	SEMANA 4											
									S 19	D 20	L 21	M 22	M 23	J 24	V 25					
FILTROS																				
211	Embebidos de Pedestales - Eje 12	kg	181	181	181	0.36	65	7	-	-	181	-	-	-	-	-				
206	Encofrado de Pedestales - Eje 12	m2	7	7	7	5.16	38	4	-	-	7	-	-	-	-	-				
203	Concreto de Pedestales - Eje 12	m3	1	1	1	4.17	5	1	-	-	1	-	-	-	-	-				
CHIMENEA																				
SUBCONTRATO	Excavación	m3	587	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
220	Concreto ciclopeo f'c=150 kg/cm2 + 30% PG	m3	240	-	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	39,295	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
205	Encofrado de zapata	m2	48	-	-	3.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
202	Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2	m3	146	-	-	2.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
SUBCONTRATO	h1=4.01m - Armado de andamios	und	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
SUBCONTRATO	h1=4.01m - Acero de refuerzo de muros	kg	22,191	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
211	h1=4.01m - Colocación de insertos	kg	720	240	240	0.36	86	9	80	-	80	80	-	-	-	-				
206	h1=4.01m - Encofrado de muros	m2	169	84	84	5.16	436	44	-	-	42	42	-	-	-	-				
203	h1=4.01m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	42	42	42	4.17	176	18	-	-	-	-	-	42	-	-				
SUBCONTRATO	h2=1.89m - Armado de andamios	und	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-				
SUBCONTRATO	h2=1.89m - Acero de refuerzo de muros	kg	2,640	2,640	2,640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	880	880				
211	h2=1.89m - Colocación de insertos	kg	720	720	720	0.36	259	26	-	-	-	-	-	-	-	-				
206	h2=1.89m - Encofrado de muros	m2	169	169	169	5.16	872	87	-	-	-	-	-	-	-	-				
203	h2=1.89m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	24	24	24	4.17	100	10	-	-	-	-	-	-	-	-				
SUBCONTRATO	h3=4.15m - Armado de andamios	und	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
SUBCONTRATO	h3=4.15m - Acero de refuerzo de muros	kg	4,646	4,646	4,646	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
211	h3=4.15m - Colocación de insertos	kg	720	720	720	0.36	259	26	-	-	-	-	-	-	-	-				
206	h3=4.15m - Encofrado de muros	m2	169	-	169	5.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
203	h3=4.15m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	42	-	42	4.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

Figura N°42: Extracto del 3WLA de la semana 04.
Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a las semanas 05 y 06, la semana 05 se planificó considerando que la semana 04 se ejecutaría respetando y cumpliendo lo planificado, mientras que la planificación de la semana 06 se planificó considerando que también la semana 05 se ejecutaría respetando y cumpliendo lo planificado. En caso de que al transcurrir las semanas se hubiera detectado alguna desviación o actividad no ejecutada se debió actualizar el 3WLA incluyendo dicha actividad en la semana posterior. Esto es importante tener en cuenta, ya que garantiza que las actividades no cumplidas puedan ejecutarse posteriormente y no lleguen a generar una ampliación de obra imputable al contratista. Para el caso de las actividades de las semanas 05 y 06, estas fueron planificadas sin considerar el levantamiento de sus restricciones al 100%, ya que aún se tuvo toda la semana 04 para el levantamiento de estas.

CAPÍTULO V: EXPOSICIÓN DEL PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO Y DE LA IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

4.3. ALCANCE DEL CAPÍTULO

El alcance del presente capítulo consiste en la presentación del porcentaje del plan cumplido (PPC) e identificación de las causas de no cumplimiento realizado en el proyecto “Nueva planta de aceros Arequipa en Pisco”, cuya información fue recabada del frente FTP (Planta de tratamiento de humos) y que comprende desde la semana 04 hasta la semana 10 de ejecución del proyecto (el detalle de cada PPC se presenta en los anexos del trabajo de suficiencia profesional).

Por la cantidad de información disponible a lo largo de estas semanas de proyecto, en el presente capítulo sólo se analizará a detalle el PPC realizado en la semana 10, que comprende del sábado, 02 de marzo del 2019 hasta el viernes, 08 de marzo del 2019. Sin embargo, este análisis realizado al PPC de la semana 10 es el mismo que se ha empleado en los demás PPC de las siguientes semanas, las cuales se adjuntan en los anexos.

Adicionalmente, se presentará e interpretará el gráfico resumen del PPC del frente de trabajo del FTP entre la semana 01 y la semana 12.

4.4. DESARROLLO

4.4.1. Generalidades

Para determinar las causas de no cumplimiento del plan semanal se empleó la Tabla N°1:

PROG	Programación
EJEC	Ejecución
PER	Personal
ADM	Administración
EQ	Equipos
INT	Interferencias
Q	Calidad
SEG	SSOMA
ING	Ingeniería
LOG	Logística
SUB	Subcontratos
EXT	Externo
TOP	Topografía
O	Otros

Tabla N°1: Causas de no cumplimiento del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Para el presente proyecto la aplicabilidad de las causas de no cumplimiento de la Tabla N°1 fue realizada por la oficina técnica, mientras que la aprobación fue por parte del gerente de proyecto. La aplicabilidad de las causas de no cumplimiento se realizó mediante un juicio de expertos para este proyecto en específico. Sin embargo, lo más probable es que en cualquier otro proyecto el listado mostrado sea variable y dependa de las condiciones en las cuales se encuentre dicho proyecto.

Adicionalmente, este listado forma parte de los activos de los procesos de la organización, ya que es una compilación de las causas de no cumplimiento procedente de otros proyectos. Por esta razón existe un gran número de causas de no cumplimiento agrupadas en diferentes grupos, la responsabilidad de la selección y aplicabilidad recae sobre el equipo de obra en función de las características particulares que pueda tener el proyecto.

A continuación, se explica el por qué se consideró algunas causas de no cumplimiento:

- Interferencias: Su importancia radicó en que el proyecto se ejecutó en un área donde la antigua planta de Aceros Arequipa se encontraba en operación y cuya construcción se realizó en los años 90, por lo que no existían los planos de las instalaciones enterradas. Razón por la cual era

muy probable que durante la ejecución de algunas actividades se dañasen estas redes enterradas y causen paralizaciones a las actividades.

- Ingeniería: El proyecto de la nueva planta de Aceros Arequipa era un proyecto fast track, donde la ingeniería era realizada por la empresa IDOM que además era la encargada de la supervisión del proyecto. Por lo tanto, al ser un proyecto fast track, existía una alta probabilidad de demora en las fechas de entrega de ingeniería que se indican en la Tabla N°2, estas fechas correspondían al último día que tenía IDOM para la entrega de la ingeniería de las distintas áreas. Cabe recalcar que al ser un proyecto donde la ingeniería se realizaba en paralelo con la construcción, la probabilidad de no cumplimiento era alto en comparación con los proyectos típicos, donde la ingeniería se completa al 100% antes de iniciar cualquier actividad constructiva.

Obras Civiles	INGENIERÍA Fin	Obras Civiles	INGENIERÍA Fin
Edificio Acería		Scale Pit	
Pilotes	31-ago-18	Pilotes	22-oct-18
Obras civiles	30-sep-18	Obras civiles	19-dic-18
EAF		Scrap Yard	
Pilotes	10-oct-18	Pilotes	31-ago-18
Obras civiles	07-nov-18	Obras civiles	25-sep-18
Edificio Eléctrico EAF		MHS	
Pilotes	13-dic-18	Pilotes	15-ene-19
Cimentaciones	10-ene-19	Obras civiles	16-feb-19
Superestructura (edificio eléctrico e hidráulico)	10-ene-19	FTP	
Superestructura (cabina de control)	03-mar-19	Pilotes	15-sep-18
LF		Obras civiles	16-oct-18
Pilotes	30-sep-18	Edificio Eléctrico FTP	
Obras civiles	16-oct-18	Pilotes	25-sep-18
Edificio Eléctrico LF		Cimentaciones	25-oct-18
Pilotes	25-oct-18	Superestructura	25-nov-18
Cimentaciones	16-nov-18	WTP	
Superestructura	16-nov-18	Pilotes	16-dic-18
CCM		Obras civiles	31-dic-18
Pilotes	28-nov-18	Edificio Eléctrico WTP	
Obras civiles	26-dic-18	Pilotes	28-ene-19
Edificio Eléctrico CCM		Cimentaciones	25-feb-19
Pilotes	28-dic-18	Superestructura	25-feb-19
Cimentaciones	25-ene-19	Urbanización	14-mar-19
Superestructura	25-ene-19	Remates y Acabados	

Tabla N°2: Hitos fin de entrega de ingeniería.
Fuente: Elaboración propia.

- Subcontratos: A lo largo de la ejecución del proyecto, se subcontrató diferentes paquetes de trabajo, los cuales se mencionan a continuación:

- Ejecución de pilotes (Pilotes Terrastest).
- Elaboración y transporte de concreto (UNICON).
- Servicio de demoliciones y movimiento de tierras (JACSA).
- Alquiler de encofrados y andamios (ULMA).
- Suministro, habilitado e instalación de acero (ACEDIM).

Al ser subcontratos de los paquetes más importantes del proyecto, se tuvo especial atención cuando no se llegó a cumplir con alguna actividad planificada.

- Topografía: La topografía dependía de la oficina técnica y como buena práctica de la empresa, cuando la topografía no se encuentra bajo la dirección del equipo de producción se debe considerar en el listado de las causas de no cumplimiento, esto para corregir algún problema o reforzar el área en caso se detecte alguna desviación.

4.4.2. Desarrollo del PPC e identificación de las causas de no cumplimiento

Para el desarrollo del PPC de la semana 10, se inició transcribiendo todas las actividades que se planearon ejecutar en la semana 10, juntamente con la cantidad o metrado planeado a ejecutar. En la Figura N°44 se puede observar que las actividades y metrados a ejecutar son las mismas que las que se muestran en la Figura N°45.

FORMULARIO														
GESTIÓN DE PROYECTOS														
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD														
CODIGO PROYECTO				NOMBRE PROYECTO										
1890				PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO										
FRENTE	PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 02/03/2019 AL 08/03/2019	UND	CANTIDAD	SEMANA XX								SI	NO
					S	D	L	M	J	V	S	N		
CHIMENEA	SUBCONTRATO	h4=2.30m - Acero de refuerzo de muros	kg	3,142	2	3	4	5	6	7	8		X	
	206	h4=2.30m - Encofrado de muros	m2	168	-	-	-	84	84	-	-		X	
	203	h4=2.30m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	24	-	-	-	-	-	24	-		X	
VENTILADOR	SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	-	-	-	-	-	-	4,620			X
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)											75.0%	25.0%		
											75.0%			

Figura N°44: Detalle de actividades del PPC de la semana 10.
Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO																						
GESTION DE PROYECTOS																						
LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN																						
CODIGO DE PROYECTO		NOMBRE DE PROYECTO																				
1890		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO																				
PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL 01/03/2019 AL 22/03/2019	UND	METRADO TOTAL	AVANCE PROYECTADO	SALDO	RATIO	HH REQUER.	CANT. PERSONAL	SEMANA 10													
									S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V
									2	3	4	5	6	7	8							
	CHIMENEA																					
SUBCONTRATO	h2=4.00m - Armado de andamios	und	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	h2=4.00m - Acero de refuerzo de muros	kg	25,143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211	h2=4.00m - Colocación de insertos	kg	720	-	-	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	h2=4.00m - Encofrado de muros	m2	169	-	-	5.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	h2=4.00m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	42	-	-	4.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBCONTRATO	h3=4.00m - Armado de andamios	und	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBCONTRATO	h3=4.00m - Acero de refuerzo de muros	kg	25,143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211	h3=4.00m - Colocación de insertos	kg	720	-	-	0.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	h3=4.00m - Encofrado de muros	m2	169	-	-	5.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	h3=4.00m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	42	-	-	4.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBCONTRATO	h4=2.30m - Armado de andamios	und	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBCONTRATO	h4=2.30m - Acero de refuerzo de muros	kg	12,571	3,143	3,143	-	-	-	1,571	-	1,571	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	h4=2.30m - Encofrado de muros	m2	169	169	169	5.16	872	87	-	-	-	84	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	h4=2.30m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	24	24	24	4.17	100	10	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-
	CIMENTACIÓN VENTILADORES																					
	LADO NORTE																					
SUBCONTRATO	Excavación	m3	112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
205	Encofrado p/ concreto ciclopeo	m2	32	-	-	3.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	Concreto ciclopeo f'c=150 kg/cm2 + 30% PG	m3	85	-	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	4,620	4,620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,620
205	Encofrado de zapata	m2	29	-	29	3.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
202	Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2	m3	46	46	46	2.54	117	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de pedestal	kg	825	825	825	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
206	Encofrado de pedestal	m2	20	20	20	5.16	103	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210	Instalación de pernos	kg	170	170	170	0.38	64	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
203	Vaciado de concreto de pedestal	m3	8	-	8	4.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura N°45: Detalle del plan semanal de la semana 10 del 3WLA.
Fuente: Elaboración propia.

Durante la ejecución del proyecto y conforme a las coordinaciones realizadas con la supervisión y el contratante, se definió que la semana de trabajo debía iniciar un sábado y debía terminar un viernes.

Luego de identificar las actividades que no se llegaron a cumplir en la semana 10 se procedió a indicar el tipo de no cumplimiento y posterior a ello se definió las causas y las medidas correctivas a implementar para evitar su recurrencia en el futuro. Para el caso puntual de la semana 10 se tuvo 1 actividad no cumplida de las 4 programadas, lo que da un PPC del 75%.

El tipo de no cumplimiento en este caso particular y teniendo en cuenta los tipos de no cumplimiento establecidos en la Tabla N°1 es el de Programación. Es decir, que por algún error en la programación de actividades se consideró esta actividad en la planificación semanal, la cual no debía incluirse en la semana 10 sino en una posterior posiblemente.

TOS										FORMATO																												
										Revisión: 0																												
CONFIABILIDAD										Fecha: 08/03/2019																												
										Página: 1 de 1																												
CTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO										AREA / FRENTE																												
										M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)																												
SEMANA XX					ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO																																	
L	M	M	J	V	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		MEDIDA CORRECTIVA																												
4	5	6	7	8	X																																	
1,571	-	84	-	-	X																																	
-	-	-	24	-	X																																	
-	-	-	-	4,620		X	PROG																															
					75.0%	25.0%																																
					75.0%																																	
LEYENDA: <table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>Programación</td></tr> <tr><td>EJEC</td><td>Ejecución</td></tr> <tr><td>PER</td><td>Personal</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>Administración</td></tr> <tr><td>EQ</td><td>Equipos</td></tr> <tr><td>INT</td><td>Interferencias</td></tr> <tr><td>Q</td><td>Calidad</td></tr> <tr><td>SEG</td><td>SSOMA</td></tr> <tr><td>ING</td><td>Ingeniería</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>Logística</td></tr> <tr><td>SUB</td><td>Subcontratos</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>Externo</td></tr> <tr><td>TOP</td><td>Topografía</td></tr> <tr><td>O</td><td>Otros</td></tr> </table>											PROG	Programación	EJEC	Ejecución	PER	Personal	ADM	Administración	EQ	Equipos	INT	Interferencias	Q	Calidad	SEG	SSOMA	ING	Ingeniería	LOG	Logística	SUB	Subcontratos	EXT	Externo	TOP	Topografía	O	Otros
PROG	Programación																																					
EJEC	Ejecución																																					
PER	Personal																																					
ADM	Administración																																					
EQ	Equipos																																					
INT	Interferencias																																					
Q	Calidad																																					
SEG	SSOMA																																					
ING	Ingeniería																																					
LOG	Logística																																					
SUB	Subcontratos																																					
EXT	Externo																																					
TOP	Topografía																																					
O	Otros																																					

Figura N°46: Detalle de actividades del PPC de la semana 10.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Resumen del PPC para el frente del FTP

Para obtener el PPC entre la primera semana y doceava semana del frente del FTP, se realizó el mismo análisis mostrado en el punto 4.4.2. De esta forma se obtuvo el PPC resumen que se muestra en la Figura N°47. En dicha figura se puede observar la cantidad de tareas programadas tanto semanalmente como de forma acumulada, el acumulado fue la suma de las actividades programadas en dicha semana de estudio y las semanas previas desde el inicio del proyecto. Adicionalmente, se puede observar que el cálculo del PPC es el cociente expresado en porcentaje de dividir la cantidad de tareas programadas y la cantidad de tareas realizadas.

Para el presente proyecto y en línea con lo comentado en el punto 2.1.2 se estimó un PPC meta del 85%.

					PLANTA TRATAMIENTO DE HUMOS (FTP)					
					Tareas Programadas		Tareas Realizadas		PPC	
Año	Mes	Semana	Fecha Inicio	Fecha Fin	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado
2019	Enero	SEM 01	29/12/2018	4/01/2019	1	33	1	28	100%	85%
2019	Enero	SEM 02	5/01/2019	11/01/2019	17	50	15	43	88%	86%
2019	Enero	SEM 03	12/01/2019	18/01/2019	8	58	6	49	75%	84%
2019	Enero	SEM 04	19/01/2019	25/01/2019	8	66	7	56	88%	85%
2019	Enero	SEM 05	26/01/2019	1/02/2019	3	69	3	59	100%	86%
2019	Febrero	SEM 06	2/02/2019	8/02/2019	2	71	2	61	100%	86%
2019	Febrero	SEM 07	9/02/2019	15/02/2019	2	73	1	62	50%	85%
2019	Febrero	SEM 08	16/02/2019	22/02/2019	4	77	4	66	100%	86%
2019	Febrero	SEM 09	23/02/2019	1/03/2019	2	79	2	68	100%	86%
2019	Marzo	SEM 10	2/03/2019	8/03/2019	4	83	3	71	75%	86%
2019	Marzo	SEM 11	9/03/2019	15/03/2019	4	87	4	75	100%	86%
2019	Marzo	SEM 12	16/03/2019	22/03/2019	10	97	6	81	60%	84%

Figura N°47: Resumen del PPC para el frente del FTP.
Fuente: Elaboración propia.

Semanalmente, el contratista estaba en la obligación contractual de enviar un reporte ejecutivo a la supervisión, en donde se debía incluir un resumen del PPC semanal y un resumen del PPC de las semanas anteriores a la semana de estudio. De esta forma la supervisión podía evidenciar el desempeño que tenía el contratista y si existía algún retraso importante en el proyecto. Esta acción la realizaba la supervisión como una medida de control del plazo del proyecto, la cual era fundamental para todo el proyecto en sí, ya que luego de la ejecución de las obras civiles se tenía que realizar el montaje de las estructuras metálicas y finalmente concluir con el montaje electromecánico, por lo que una demora en la ejecución de las obras civiles podía repercutir directamente en el plazo general del proyecto.

Lo comentado en el párrafo previo se puede visualizar en la Figura N°48.

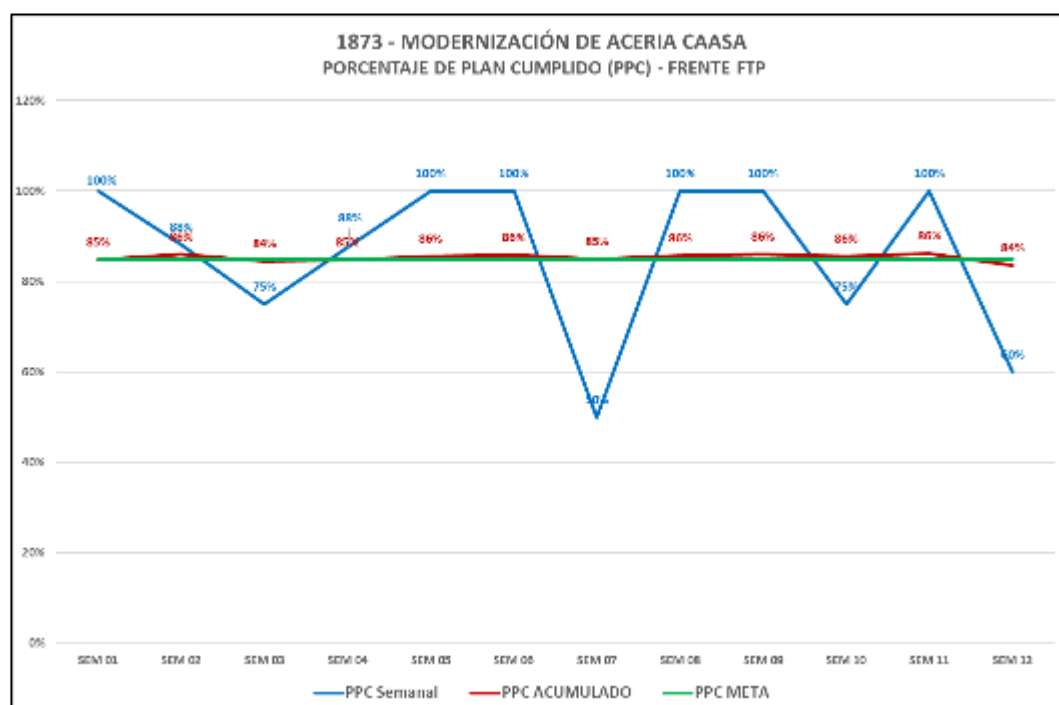


Figura N°48: Gráfico resumen del PPC para el frente del FTP.
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN DEL CONTROL DE PRODUCTIVIDAD DEL PROYECTO

5.1. ALCANCE DEL CAPÍTULO

El alcance del presente capítulo consiste en la presentación del control de productividad realizado en el proyecto “Nueva planta de aceros Arequipa en Pisco”, cuya información fue recabada durante un periodo de 09 semanas, que comprende desde la semana 04 hasta la semana 12 de ejecución del proyecto (el detalle de cada semana se presenta en los anexos del trabajo de suficiencia profesional).

Por la cantidad de información disponible a lo largo de estas 9 semanas de proyecto, en el presente capítulo sólo se analizará a detalle la semana 12, que comprende del sábado, 16 de marzo del 2019 hasta el viernes, 22 de marzo del 2019, además se incluirá un cuadro resumen de alguna partida de control. Sin embargo, este análisis realizado de la semana 12 es el mismo que se ha empleado en los demás informes de productividad de mano de obra de las siguientes semanas, las cuales se adjuntan en los anexos.

5.2. DESARROLLO

Para el desarrollo del informe de productividad, el cual sirvió de base para realizar el control de productividad del proyecto, se tuvo en cuenta la siguiente información:

5.2.1. Estructura de control

Las actividades cuya productividad se midió a lo largo del proyecto fueron las denominadas partidas de control y formaron parte de la estructura de control, cuya creación se hizo al inicio del proyecto.

Se recomienda llevar el control de la productividad de todas las partidas de control definidas, de manera que se pueda evaluar la eficiencia de toda la mano de obra del proyecto.

En caso existan partidas de menor cuantía y que no ameriten una evaluación individual, éstas podrán agruparse en una bolsa o paquete de partidas y evaluarse de forma general o global.

En el presente proyecto se estableció los siguientes frentes y partidas de control:

Código frente	Descripción del frente
A100	EDIFICIO DE ACERIA
B120	HORNO ARCO ELÉCTRICO (EAF)
C140	EDIFICIO ELECTRICO - HORNO ARCO ELECTRICO (EAF)
D160	HORNO CUCHARA (LF)
E180	EDIFICIO ELECTRICO - HORNO CUCHARA (LF)
F200	COLADA CONTINUA (CCM)
G210	NAVE DE PALANQUILLAS
H220	EDIFICIO ELECTRICO - COLADA CONTINUA (CCM)
I230	BYPASS (CCM)
J240	FOSO DE CASCARILLAS (SCALE PIT)
K260	ÁREA DE CHATARRA (SCRAP YARD)
L280	ZONA DE ACOPIO DE MATERIALES (MHS)
M300	PLANTA TRATAMIENTO DE HUMOS (FTP)
N320	EDIFICIO ELÉCTRICO - PLANTA TRATAMIENTO DE HUMOS (FTP)
P340	PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA (WTP)
Q360	EDIFICIO ELÉCTRICO - PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA (WTP)

Tabla N°3: Listado de frentes del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

Código Unidad de Control	Nombre de Unidad de Control	Unidad de medida
100	VALLADO EN ZONA DE OPERACIÓN	ml
103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3
201	CONCRETO POBRE	m3
202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3
203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3
204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3
205	ENCOFRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2
206	ENCOFRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2
207	ENCOFRADO DE LOSAS ELEVADAS	m2
210	PERFORACIONES Y PERNOS DE ANCLAJE	kg
211	CANTONERA Y EMBEBIDOS	kg
212	JUNTAS	ml
213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS CORTAFUEGO	m2
217	PERFILADO DE EXCAVACIONES	m2
218	DESCABEZADO DE PILOTES	m
219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3
220	CONCRETO CICLÓPEO	m3
222	CONCRETO PARA CALZADURAS	m3
223	ENCOFRADO PARA CALZADURAS	m3
224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	kg
301	REDES ENTERRADAS	m2
601	INSTALACIONES SANITARIAS	ml
701	URBANIZACION	m2
801	TRABAJOS POR TIEMPO/ MATERIAL	hr

Tabla N°4: Listado de partidas de control del proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Avances reales

Son los avances referidos a las actividades o partidas de control y que forman parte de la estructura de control, estos avances reales se materializan en un reporte que incluye los metrados ejecutados hasta la fecha de corte. La información que contiene este reporte es el input para realizar el informe de productividad de mano de obra (IP de MO).

Por ejemplo, en la Tabla N°5 se puede observar un reporte que contiene una base de datos del avance respecto a la partida 103 hasta la semana 12, además en esta tabla se puede observar que existe 1 510 m3 de avance en dicha semana y un avance acumulado total de 28 448 m3 desde la semana 01 hasta la semana 12.

Avance por Partidas de Control						Sem	Sem	Sem
						12.00	11.00	10.00
Código frente	Nombre de frente	Código partid	Nombre de partida de control	Metrado tota	Acumulado	Año 2019	Año 2019	Año 2019
1000	EDIFICIO DE ACERÍA	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	24,717.81	13,825.73	780.37	480.37	444.00
1200	HORNO ARCO ELÉCTRICO (EAF)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	564.33	247.00	10.00		
1400	EDIFICIO ELÉCTRICO - HORNO ARCO ELECTRIC	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	250.00	-			
1600	HORNO CUCHARA (LF)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	302.21	411.52	280.00		
1800	EDIFICIO ELÉCTRICO - HORNO CUCHARA (LF)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	250.00	60.00	60.00		
2000	COLADA CONTINUA (CCM)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1,493.04	-			
2200	EDIFICIO ELÉCTRICO - COLADA CONTINUA (CC)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	230.54	-			
2400	FOSO DE CASCARILLAS (SCALE PIT)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	-	-			
2600	ÁREA DE CHATARRA (SCRAP YARD)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	29,916.15	11,686.53	380.00	1,050.53	996.35
2800	ZONA DE ACOPIO DE MATERIALES (MHS)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	110.00	-			
3000	PLANTA TRATAMIENTO DE HUMOS (FTP)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	2,198.95	2,006.74			
3200	EDIFICIO ELÉCTRICO - PLANTA TRATAMIENTO	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	178.21	211.00			
3400	PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA (WTP)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1,466.88	-			
3600	EDIFICIO ELÉCTRICO - PLANTA TRATAMIENTO	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	250.00	-			
3800	URBANIZACIÓN	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	-	-			
4000	REMATES Y ACABADOS	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	-	-			
00	TRABAJOS PROVISIONALES Y PRELIMINARES	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	-	-			
2100	NAVE DE PALANQUILLAS	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	5,445.15	-			
				67373	28448	1510		

Tabla N°5: Base de datos de avance de la partida de control 103.
Fuente: Elaboración propia.

Estos avances se reportan en la columna de avance del informe de productividad de mano de obra, de esta forma se obtiene el porcentaje (%) acumulado real por cada partida de control. Además, permite conocer el % avance del proyecto hasta la semana cuando se presenta el informe de productividad de mano de obra.

Por ejemplo, en la columna de avance de la Tabla N°6 se puede observar respecto a la partida 103 que le corresponde un metrado total a ejecutar a lo largo de todo el proyecto de 67 373 m3 y que hasta la semana 12 presenta un avance acumulado de 28 448 m3, que coincide con los valores de la Tabla N°5. Asimismo, en la Tabla N°6 se puede identificar el porcentaje (%) de avance respecto a la partida 103, mientras que en la Tabla N°7 se puede observar el porcentaje (%) de avance del proyecto con corte a la semana 12.

De esta forma se obtiene un orden de magnitud del avance de la obra, por ejemplo, hasta la semana 12 se tuvo un avance del proyecto del 35%.

Proyecto:	1873 - OBRAS CIVILES CAASA
Semana:	12
Fecha:	16/03/2019 al 22/03/2019
Frete:	OBRA TOTAL

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE			
			TOTAL REAL A EJECUTAR	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	ml	2,969.40	587.06	19.77%	10,333.52	2,042.95	1,623.00	7,089.43
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	67,373.26	28,448.52	42.23%	55,551.12	23,456.59	19,756.00	27,604.85
0201	CONCRETO SOBRE	m3	1,960.88	870.85	44.41%	3,326.43	1,477.30	2,018.00	2,141.80
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	22,117.79	7,819.46	35.35%	56,228.93	19,879.02	12,415.00	31,470.57
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	9,229.93	3,909.01	42.35%	38,480.50	16,297.04	12,389.00	16,978.79

Tabla N°6: Información del IP de mano de obra semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

0220	CONCRETO CICLOPEO	m3	2,590.60	1,069.58	41.29%	3,885.90	1,604.38	1,807.50	-
0222	CONCRETO DE CALZADURA	m3	139.00	139.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-
0223	ENCOFRADO DE CALZADURA	m3	110.07	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-
0301	REDES ENTERRADAS	ml	6,584.53	928.00	14.09%	9,876.80	1,392.00	829.50	8,484.80
0601	INSTALACIONES SANITARIAS	ml	389.00	-	0.00%	1,174.52	-	-	1,174.52
0701	URBANIZACIÓN	m2	28,690.00	-	0.00%	8,196.88	-	-	8,196.88
0801	TRABAJOS POR TIEMPO/ MATERIAL	hr	52.00	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-
0224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	kg	5,260.00	5,260.00	100.00%	631.20	631.20	351.00	-
0225	RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA SC	m3	2,120.23	2,120.23	100.00%	-	-	-	-
						555,669.16	194,339.71	166,176.00	317,258.46
						PREVISTAS		PROYECTADAS	
						555,669.16	483,434.46		
						ACUMULADO		SEMANAL	
						35.0%		2.6%	

Tabla N°7: Información del IP de mano de obra semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.3. Metrados totales

La productividad de las actividades con respecto a alguna fecha se debe interpretar juntamente con el estado de avance de las actividades, es decir, teniendo presente los saldos de metrados pendiente por ejecutar, para que de esta forma se pueda estimar una proyección de la productividad de estas actividades al término del proyecto.

Por ejemplo, en la Tabla N°8 para la partida 103 se puede observar en la columna de horas hombre proyectado para el saldo un total de 27 604 horas hombres y un ratio de 0.71 HH/m3.

Si se quiere analizar el valor del ratio proyectado para el saldo cuyo valor es de 0.71 HH/m3, se observa que es menor al ratio meta cuyo valor es de 0.82 HH/m3. Además, los ratios tanto acumulado y de la semana están en 0.69 HH/m3 y 0.97

HH/m³ respectivamente. Es así que se concluye que el ratio de 0.71 HH/m³, el cual es el que se debería mantener hasta el final de la obra para que no exista pérdidas ni ganancia, es alcanzable y muy probable que el equipo de obra lo supere, ya que como se observa desde la semana 1 hasta la semana 12 el equipo de obra ha logrado un ratio de 0.69 HH/m³.

Por esta razón, es importante analizar el ratio proyectado para el saldo, ya que en caso se verifique que su valor es inalcanzable para el equipo de proyecto, se debe reformular todo el proceso constructivo de dicha partida para evitar incurrir en pérdidas.

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	HORAS HOMBRE				INDICES DE PRODUCTIVIDAD			
			TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	RATIO			
							META	ACUMULADO REAL	ÚLTIMA SEMANA	PROYECTADO PARA EL SALDO
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	m1	10,333.52	2,042.95	1,623.00	7,089.43	3.48	2.76	-	2.98
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	55,551.12	23,456.59	19,756.00	27,604.85	0.82	0.69	0.97	0.71
0201	CONCRETO POBRE	m3	3,326.43	1,477.30	2,018.00	2,141.80	1.70	2.32	1.55	1.96
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	56,228.93	19,879.02	12,415.00	31,470.57	2.54	1.59	3.78	2.20
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	38,480.50	16,297.04	12,389.00	16,978.79	4.17	3.17	3.39	3.19
0204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	26,390.52	216.97	134.00	24,038.52	4.08	2.52	2.52	3.74
0205	ENCOFRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	68,185.86	16,102.60	16,657.00	47,628.25	3.04	3.15	6.12	2.78
0206	ENCOFRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	108,665.16	41,175.92	30,262.00	56,934.41	5.16	3.80	4.25	4.36

Tabla N°8: Información del IP de mano de obra semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. Consumo de horas hombre (HH)

La cantidad de horas hombre consumidas de acuerdo con la estructura de control se obtiene mediante el uso del sistema de planillas de obreros, el cual brinda los datos de la cantidad de horas hombre consumidas por frente y por cada una de las partidas de control, de esta forma estos valores se distribuyen adecuadamente en la columna correspondiente de cada semana de avance.

Por ejemplo, en la Tabla N°9 se puede observar que para la partida 103, durante la semana 12 se consumieron 1 470 horas hombre en el desarrollo de la actividad de relleno y compactación. Asimismo, en la columna de “HH totales prevista” se estima un total de 55 551 horas hombre para el desarrollo total de la actividad de relleno y compactación en el proyecto. Las columnas como “Acumulado previsto” es la cantidad de horas hombre que se debieron consumir, mientras que el

“Acumulado real” es la cantidad de horas hombre que se consumieron realmente y la columna “Proyectado para el saldo” muestra la cantidad de horas hombre que se estima se consumirán desde la semana 13 hasta finalizar la actividad de relleno de compactación.

HH por Partidas de Control								Sem 11 no	Sem 10 no	Sem 9 no
Código frente	Nombre de frente	Código partida	Nombre de partida de control	HH totales previsti	Acumulado previsto	Acumulado real	Proyectado para el saldo	Año 2019	Año 2019	Año 2019
1000	EDIFICIO DE ACERÍA	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	20.381	11.400	8.339	8.981	491,00	424,00	415,00
1200	HORNO ARCO ELÉCTRICO (EAF)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	465	204	757	262	23,00		
1400	EDIFICIO ELÉCTRICO - HORNO ARCO ELÉCTRICO (EAF)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	206	0	0	206			
1600	HORNO CUCHARA (LF)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	249	339	1.015	-90	250,00		
1800	EDIFICIO ELÉCTRICO - HORNO CUCHARA (LF)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	206	49	105	157	105,00		
2000	COLADA CONTINUA (CCM)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1.231	0	0	1.231			
2200	EDIFICIO ELÉCTRICO - COLADA CONTINUA (CCM)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	190	0	0	190			
2400	FOSO DE CASCARILLAS (SCALE PIT)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	0	0	35	0	35,00		
2600	ÁREA DE CHATARRA (SCRAP YARD)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	24.667	9.636	7.937	15.031	566,00	842,00	1.144,00
2800	ZONA DE ACOPIO DE MATERIALES (MHS)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	91	0	0	91			
3000	PLANTA TRATAMIENTO DE HUMOS (FTP)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1.813	1.655	1.309	158			
3200	EDIFICIO ELÉCTRICO - PLANTA TRATAMIENTO DE HUMOS (FTP)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	147	174	260	-27			
3400	PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA (WTP)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	1.209	0	0	1.209			
3600	EDIFICIO ELÉCTRICO - PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA (WTP)	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	206	0	0	206			
3800	URBANIZACIÓN	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	0	0	0	0			
2100	NAVE DE PALANQUILLAS	0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	4.490	0	0	0			

Tabla N°9: Base de datos de horas hombre de la partida de control 103.
Fuente: Elaboración propia.

5.2.5. Ratios meta

Representan la eficiencia prevista para la ejecución de las actividades. Se obtienen de los análisis de precios unitarios del presupuesto meta, en función de la cuadrilla y del rendimiento previsto para ejecutar la actividad.

Código Unidad de Control	Nombre de Unidad de Control	Unidad de medida	Ratio Meta
100	VALLADO EN ZONA DE OPERACIÓN	m	3.48
103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	0.82
201	CONCRETO POBRE	m3	1.70
202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	2.54
203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	4.17
204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	4.08
205	ENCOFRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	3.04
206	ENCOFRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	5.16
207	ENCOFRADO DE LOSAS ELEVADAS	m2	6.13
210	PERFORACIONES Y PERNOS DE ANCLAJE	kg	0.38
211	CANTONERA Y EMBEBIDOS	kg	0.36
212	JUNTAS	ml	0.49
213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS CORTAFUEGO	m2	0.35
217	PERFILADO DE EXCAVACIONES	m2	0.30
218	DESCABEZADO DE PILOTES	m	20.00
219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	2.25
220	CONCRETO CICLÓPEO	m3	1.50
222	CONCRETO PARA CALZADURAS	m3	1.00
223	ENCOFRADO PARA CALZADURAS	m3	3.00
224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	kg	0.12
301	REDES ENTERRADAS	m2	1.50
601	INSTALACIONES SANITARIAS	ml	3.50
701	URBANIZACION	m2	0.40
801	TRABAJOS POR TIEMPO/ MATERIAL	hr	1.00

Tabla N°10: Ratios meta de las partidas de control.
Fuente: Elaboración propia.

5.3. INFORME DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

El informe de productividad de mano de obra (IP de MO) brinda información para cada partida de control de la comparación entre los ratios de las horas hombre reales y las horas hombre previstas, de esta forma a través de los índices de productividad se obtiene el estado de productividad de mano de obra del proyecto.

Asimismo, con ayuda del informe de productividad de mano de obra se logra medir las horas hombre ganadas o perdidas hasta una determinada fecha de corte. Además, con base al análisis de los resultados obtenidos se puede proyectar un ratio para el saldo del proyecto, obteniendo de esta forma las horas hombre ganadas o perdidas que se estiman para el saldo de obra. Finalmente, si se realiza la suma tanto de las horas hombre ganadas o perdidas hasta una determinada fecha de corte y las horas hombre ganadas o perdidas del saldo de obra, se obtiene las horas hombre ganadas o perdidas proyectadas al final del proyecto. De esta forma se logra saber si al finalizar el proyecto existirá ganancia o pérdida, la ganancia se traduce en una mayor utilidad a la esperada, mientras que la pérdida se traduce en una menor utilidad a la esperada.

En la Tabla N°11 se presenta un recorte del informe de productividad de mano de obra correspondiente a la semana 12, en la cual se identifica que:

- Los avances y las horas hombre reales se obtienen directamente de las fuentes indicadas en los párrafos previos.
- El valor de las horas hombre acumuladas previstas se obtiene de multiplicar el ratio meta y el metrado acumulado real.
 - Tal como se muestra en la Tabla N°11, para calcular las horas hombre acumuladas previstas de la partida 0201 y que corresponde a la actividad de concreto pobre, se tiene un ratio meta de 1.70 HH/m³ el cual multiplicado por el metrado acumulado real de 870.85 m³ resulta un valor de 1 480 horas hombre acumuladas previstas a gastar hasta la semana 12.

- Los ratios reales son el resultado del cociente entre las horas hombre acumuladas reales y el avance acumulado real.
 - Tal como se muestra en la Tabla N°11, para calcular las horas hombre acumuladas previstas de la partida 0204 y que corresponde a la actividad de concreto de losas elevadas, se tiene un total de 134 horas hombre acumuladas reales que divido entre un total de 53.24 m3 de avance acumulado real da como resultado un ratio acumulado real de 2.52 hh/m3.

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE			HORAS HOMBRE			PROYECTADO PARA EL SALDO	INDICES DE PRODUCTIVIDAD			
			TOTAL REAL A EJECUTAR	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL		META	ACUMULADO REAL	ÚLTIMA SEMANA	PROYECTADO PARA EL SALDO
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	m1	2,969.40	587.06	19.77%	10,333.52	2,042.95	1,623.00	7,089.43	3.48	2.76	-	2.98
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	67,373.26	28,448.52	42.23%	55,551.12	23,456.59	19,756.00	27,604.85	0.82	0.69	0.97	0.71
0201	CONCRETO SOBRE	m3	1,960.88	870.85	44.41%	3,326.43	1,477.30	2,018.00	2,141.80	1.70	2.32	1.55	1.96
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	22,117.79	7,819.46	35.35%	56,228.93	19,879.02	12,415.00	31,470.57	2.54	1.59	3.78	2.20
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	9,229.93	3,909.01	42.35%	38,480.50	16,297.04	12,389.00	16,978.79	4.17	3.17	3.39	3.19
0204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	6,475.63	53.24	0.82%	26,390.52	216.97	134.00	24,038.52	4.08	2.52	2.52	3.74
0205	ENCOFRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	22,402.25	5,290.46	23.62%	68,185.86	16,102.60	16,657.00	47,628.25	3.04	3.15	6.12	2.78
0206	ENCOFRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	21,043.59	7,973.94	37.89%	108,665.16	41,175.92	30,262.00	56,934.41	5.16	3.80	4.25	4.36

Tabla N°11: Información del IP de mano de obra semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

Las horas hombre ganadas o perdidas a la fecha se obtienen directamente de la diferencia entre las horas hombre acumuladas previstas y las horas hombre acumuladas reales. El cálculo de las horas hombre ganadas o perdidas al final del proyecto se muestra en la Figura N°49.

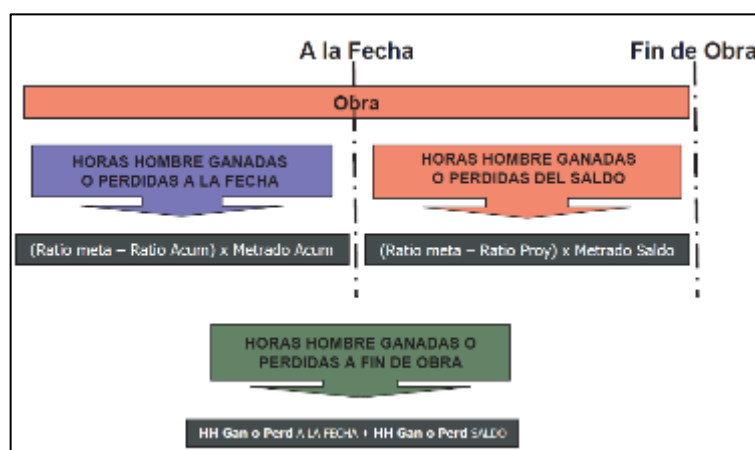


Figura N°49: Detalle de cálculo de horas hombre ganadas o perdidas en el proyecto.
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla N°12 se puede observar la cantidad de horas hombre ganadas y perdidas para las diferentes partidas de control desde la semana 01 hasta la

semana 12. Asimismo, existe una columna que permite conocer las horas hombre ganadas y perdidas durante la semana de análisis.

Proyecto: 1873 - OBRAS CIVILES CAASA						ACUM SEMANA ACTUAL			SEMANA ACTUAL	
Semana: 12						HH GANADAS Y PERDIDAS			HH GAN Y PERD	
Fecha: 16/03/2019 al 22/03/2019										
Frete: OBRA TOTAL										
		HORAS HOMBRE								
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	TOTAL PROJ A FIN DE OBRA	REAL SEMANAL
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	ml	10,333.52	2,042.95	1,623.00	7,089.43	419.95	1,201.13	1,621.08	0.00
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	55,551.12	23,456.59	19,756.00	27,604.85	3,700.59	4,489.67	8,190.26	-224.66
0201	CONCRETO SOBRE	m3	3,326.43	1,477.30	2,018.00	2,141.80	-540.70	-292.68	-833.37	27.67
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	56,228.93	19,879.02	12,415.00	31,470.57	7,464.02	4,879.35	12,343.37	-94.28
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	38,480.50	16,297.04	12,389.00	16,978.79	3,908.04	5,204.67	9,112.71	466.52
0204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	26,390.52	216.97	134.00	24,038.52	82.97	2,135.03	2,218.00	82.97
0205	ENCOFRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	68,185.86	16,102.60	16,657.00	47,628.25	-554.40	4,455.01	3,900.61	-328.11
0206	ENCOFRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	108,665.16	41,175.92	30,262.00	56,934.41	10,913.92	10,554.83	21,468.76	951.03
0207	ENCOFRADO DE LOSAS ELEVADAS	m2	28,451.13	1,465.10	1,307.00	24,244.95	158.10	2,741.08	2,899.18	167.18
0210	PERFORACIONES Y PERNOS DE ANCLAJE	kg	38,161.97	16,921.90	9,882.00	17,434.19	7,039.90	3,805.88	10,845.77	90.85
0211	CANTONERA Y EMBEBIDOS	kg	39,439.25	5,719.83	3,426.00	31,010.05	2,293.83	2,709.36	5,003.19	953.33
0212	JUNTAS	ml	79.93	5.90	34.00	74.03	-28.10	0.00	-28.10	-28.10
0213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS CORTAFUEGO	m2	10,934.70	-	-	8,700.72	0.00	2,233.98	2,233.98	0.00
0217	PERFILADO DE EXCAVACIONES	m2	288.79	288.79	1,186.80	-	-898.01	0.00	-898.01	0.00
0218	DESCABEZADO DE PILOTES	m	4,840.00	3,675.90	3,985.00	1,164.10	-309.10	0.00	-309.10	-9.00
0219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	3,944.48	3,099.74	1,154.50	938.60	1,945.24	-93.86	1,851.38	0.00

Tabla N°12: Información del IP de mano de obra semana 12.

Fuente: Elaboración propia.

Durante las reuniones semanales de producción, se analiza el informe de productividad de mano de obra (IP de MO) para identificar cualquier desviación o tendencia desfavorable respecto a lo previsto. El gerente de proyecto y el ingeniero de producción deben proponer acciones que permitan analizar con mayor profundidad lo que ocurre en cada actividad a fin de tomar acciones correctivas. Para ello se podrá utilizar metodologías de estudio tales como cartas balance, estudios de ciclo, nivel general de actividad, etc. Los responsables de la toma de las acciones correctivas deben ser el gerente de proyecto, el ingeniero de producción y el responsable de llevar el control de productividad, quienes también deben estar encargados del seguimiento de estas acciones correctivas hasta su implementación total en la obra.

Por ejemplo, en la Tabla N°13 se puede observar a detalle el desempeño del que tuvo el equipo de producción entre las semanas 04 y 12 con relación a la partida de control de relleno y compactación. En esta tabla se puede visualizar el avance general del proyecto teniendo como referencia el metrado acumulado real. Es así como para la semana 04, el proyecto se encontraba con un avance del 16.9% mientras que para la semana 12 se encontraba con un avance del 35%. Asimismo, se puede observar las horas hombre ganadas en todo el proyecto y para la partida

de relleno y compactación. Pero lo más importante de la presente tabla es la comparación de los ratios o índices de productividad, que son indispensables para llevar el control adecuado de la productividad del proyecto.

Para este caso en específico, se puede observar que en la semana 06 existió una desviación entre el ratio semanal cuyo valor es de 1.05 HH/m³ y el ratio meta cuyo valor es de 0.82 HH/m³, lo que obligó al equipo de producción a tomar acciones correctivas para corregir dicha desviación, para este caso particular si bien se cumplió con la planificación semanal no se fue lo más eficiente posible, debido a la espera que generaba las liberaciones de densidad por parte del área de calidad, esto debido a la falta de recursos, desviación que se corrigió con la incorporación de un técnico de calidad adicional. Gracias a esta incorporación fue que durante las semanas posteriores se obtuvieron ratios por debajo del meta, lo que generó ganancias de horas hombre para el proyecto. Sin embargo, durante las semanas 10, 11 y 12 nuevamente se presentó desviaciones del ratio semanal respecto al ratio meta, lo que obligó nuevamente al equipo de producción a tomar acciones correctivas para corregir dicha desviación, la desviación radicó en fallas que se presentaron en los equipos de compactación, obligando a generar esperas mientras se reparaban dichos equipos (canguros y rodillos bermeros), para evitar problemas a futuro se solicitó al proveedor el cambio de estos.

En las Figura N°50 y Figura N°51 se puede observar un resumen de lo comentado en el párrafo anterior.

Para obtener más información de los resúmenes de las demás partidas de control, ver los anexos.

Código de Partida:		103								
Partida de control:		RELLENO Y COMPACTACIÓN								
Año		Año 2019	Año 2019	Año 2019	Año 2019	Año 2019	Año 2019	Año 2019	Año 2019	Año 2019
Semana		Sem 04	Sem 05	Sem 06	Sem 07	Sem 08	Sem 09	Sem 10	Sem 11	Sem 12
PARTIDA GENERAL	% Avance Gen	16.9%	18.9%	20.5%	22.7%	25.2%	27.8%	29.9%	32.9%	35.0%
	HH Gan/Per Acumulado Real Gen	14,681.62	16,804.93	17,394.39	18,966.07	21,000.79	22,549.19	23,510.58	24,656.68	28,163.71
	HH Gan/Per Semanal Part	1,115.67	1,410.42	-342.18	436.49	547.24	197.37	-371.39	-168.64	-224.66
	Ratio Semanal	0.44	0.42	1.05	0.65	0.62	0.75	1.08	0.95	0.97
	Ratio Acumulado	0.59	0.56	0.61	0.61	0.63	0.64	0.67	0.68	0.69
	Ratio Meta	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
PARTIDA GENERAL	HH Acumulado Previsto Gen	538,865.65	541,087.81	544,248.98	545,334.08	546,360.48	547,548.16	553,896.16	543,160.48	555,669.16
	HH Acumulado Real Gen	90,917.62	102,103.93	111,645.39	123,606.57	137,731.29	152,324.19	165,381.58	178,813.68	194,339.71
PARTIDA GENERAL	HH Acumulado Previsto Part	9,773.04	12,640.46	13,909.28	15,991.77	17,827.89	19,866.61	21,054.22	22,151.58	23,456.59
	HH Acumulado Real Part	7,029.50	8,558.50	10,219.50	11,870.50	13,557.50	15,461.00	17,020.00	18,286.00	19,756.00
	% Avance Part	15.6%	20.1%	21.2%	24.4%	27.2%	30.2%	37.9%	33.7%	42.2%

Tabla N°13: Cuadro resumen de partida de control 103 entre las semanas 04 y 12.
Fuente: Elaboración propia.

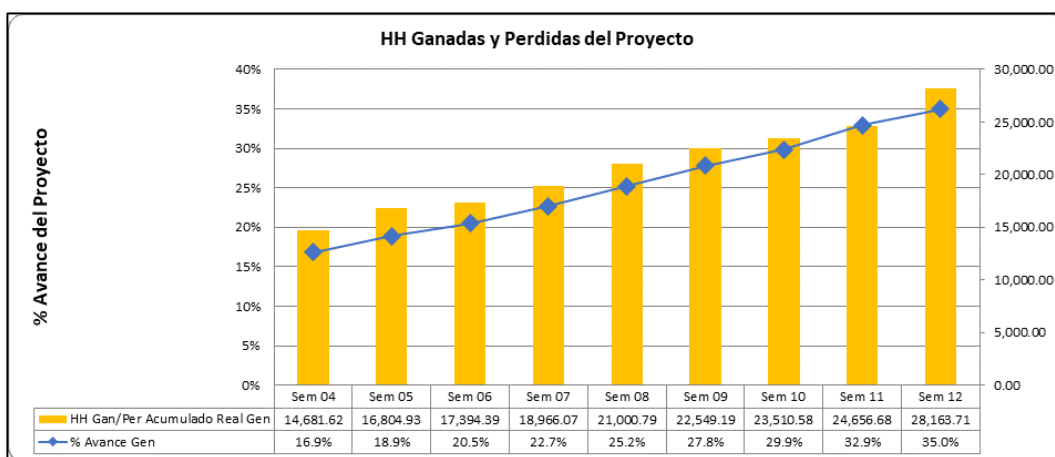


Figura N°50: Cuadro resumen de horas hombre ganadas y perdidas del proyecto entre las semanas 04 y 12.
Fuente: Elaboración propia.

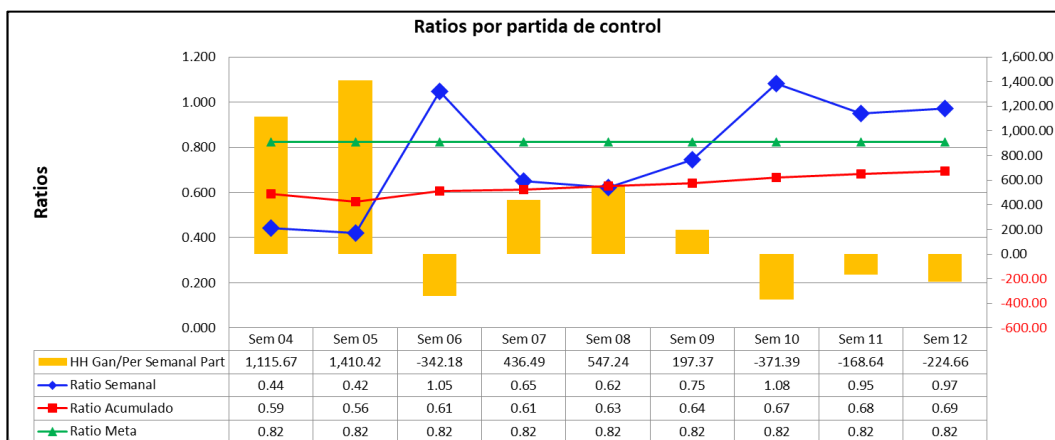


Figura N°51: Cuadro resumen de horas hombre ganadas y perdidas y ratios de la partida 103 entre las semanas 04 y 12.
Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- En el proceso de desarrollo de la obra se realizó la aplicación de las herramientas de gestión para planificar y controlar el avance en la construcción de las obras civiles de la nueva planta de Aceros Arequipa en Pisco, las cuales se detallan en el presente trabajo, además se pone a disposición estas herramientas de gestión que son empleadas actualmente en el ámbito de la construcción de proyectos de obras civiles, pudiéndose aplicar a proyectos bajo el enfoque fast track. Los proyectos con este tipo de enfoque están orientados a la compresión del cronograma en la que actividades o fases que normalmente se realizan en secuencia (en este caso la fase de ingeniería y construcción) se llevan a cabo en paralelo, tal como lo indicado en la guía del PMBOK (2017).
- En el presente trabajo se ha descrito cómo fue realizada la planificación intermedia en el proyecto de obras civiles de la nueva planta de Aceros Arequipa, además de explicar cómo una correcta planificación de los proyectos se logra cuando el plan general o cronograma de obra se analiza a detalle y se genera una planificación en un periodo de corto plazo, para que de esta forma se tenga una planificación más a detalle y con una probabilidad alta de ser realizada y cumplida.
- Durante la construcción del proyecto de la nueva planta de Aceros Arequipa se ha realizado una correcta planificación intermedia, ya que se tuvo en cuenta la duración del Lookahead, esta duración debe ser determinada por el equipo de proyecto en función de las características particulares de cada proyecto, para el proyecto de la nueva planta de Aceros Arequipa en particular se escogió trabajar con un plazo de 3 semanas, basado en el lead time de materiales, tiempo de contratación de personal y resolución de consulta técnicas por parte de la supervisión. Al emplear la herramienta del lookahead es importante tener presente que la primera semana debe estar compuesta únicamente por actividades que no presentan restricciones para su ejecución. Además, el lookahead no es simplemente colocar actividades y cuantificarlas (tiempo y alcance), sino es establecer una secuencia constructiva detallada y sustentada, a partir

de la cual se desprenderá las actividades necesarias para cumplir con el trabajo.

- A lo largo del trabajo se ha explicado cómo presentar un correcto porcentaje del plan completado (PPC), que es una herramienta importante que se debe aplicar en todo proyecto desde el arranque hasta la finalización de este, ya que permite verificar cuánto se ha avanzado en la semana de estudio respecto a lo programado. De esta forma se puede detectar alguna desviación que esté afectando el desarrollo de las actividades programadas y definir una acción de mitigación para evitar su recurrencia.
- Para medir el éxito del porcentaje de plan completado, se debe tener presente que el porcentaje meta del porcentaje de plan completado (PPC) que se quiere obtener en el proyecto va a depender de las expectativas de la gerencia, por lo general y en particular para este proyecto dicho porcentaje fue del 85%. Sin embargo, al momento de realizar las actividades siempre se busca lograr cumplir con todas las actividades y obtener un 100%, por lo que el 85% es un punto de comparación y lo mínimo que se debe alcanzar en la semana. El saldo para lograr el 100% se logra al consumir el tiempo o buffer que se tiene al realizar un planeamiento integral del contratista más ajustado que el planeamiento integral contractual, otra alternativa para cumplir con el saldo es realizar una replanificación y generar un cronograma acelerado donde se puede llegar a trabajar hasta en dos turnos (turno día y turno noche).
- En el trabajo se suficiencia profesional se ha mostrado cómo realizar el informe de productividad del trabajo, que es la herramienta más importante para llevar un control adecuado de los recursos asignados al proyecto, es decir qué tan eficientes somos con respecto al uso de los recursos. Tal como se ha mencionado en el presente trabajo es importante identificar las partidas con alta sensibilidad o las más importantes del proyecto y que marquen el avance de este, ya que analizar la productividad de todas las partidas de un proyecto sería imposible.

- Si bien el avance de la obra, generalmente se mide mediante herramientas como la Curva S, para obtener un avance referencial en este proyecto se empleó el informe de productividad del trabajo, donde se obtuvo un comparativo entre las horas hombre previstas acumuladas hasta cierta fecha y las horas hombres previstas para todo el proyecto, de esta forma se tuvo un porcentaje de avance del proyecto que sirvió como referencia y brindó un orden de magnitud de donde se encontraba el proyecto.
- Tal como se detalla en el marco teórico, las principales metodologías para el seguimiento y control de los proyectos de construcción nacen en el extranjero, por lo que su adaptación a la realidad nacional se ha realizado en base a la experiencia durante la ejecución y aplicación en varios proyectos a lo largo de los años. Estos cambios necesarios para que las herramientas sean aplicables en proyectos nacionales se detallan en los diferentes capítulos del presente trabajo de suficiencia profesional, dando como resultado herramientas que van a poder ser aplicables a futuros proyectos de obras civiles en el ámbito nacional. Sin embargo, estas herramientas podrán sufrir modificaciones o cambios según la realidad particular de cada proyecto de obras civiles en las que se apliquen.

RECOMENDACIONES

- Los proyectos en la actualidad son multidisciplinarios, por lo que se sugiere tratar de aplicar los conceptos y las herramientas expuestas en el presente trabajo no sólo a las obras civiles, sino también a las obras de montaje de estructuras metálicas y las obras electromecánicas, o caso contrario realizar una adaptación para que puedan ser aplicables a estos tipos de proyectos.
- Se sugiere ampliar los temas tratados en el presente trabajo de suficiencia profesional y que permita obtener el máximo provecho a cada una de las herramientas desarrolladas. Por ejemplo:
 - Con respecto al Lookahead que se desarrolló bajo una metodología convencional empleando excel, se sugiere complementarla mediante la metodología BIM y/o construcción virtual, donde se pueda observar a través de software BIM la construcción de las actividades planificadas, de esta forma el último planificador o los responsables de realizar las actividades, tendrán una mejor noción de los trabajos que van a realizar.
 - Complementar el Lookahead con un plan de levantamiento de restricciones, donde se establezca el tiempo que se tiene como máximo para el levantamiento de las restricciones y los responsables de realizar dicho levantamiento, de esta forma se irá liberando actividades que luego se incorporarán en la planificación semanal.
 - Con respecto al Porcentaje de plan completado (PPC) se sugiere complementar esta herramienta con la implementación en la obra de una estrategia contractual de cómo se abordará las causas de no cumplimiento ante el contratante. Ya que al no cumplir una actividad se debe identificar si es imputable al contratista o no lo es, en caso lo sea se debe emplear un plan de aceleración si fuera el caso para recuperar dicha actividad en la siguiente semana. Sin embargo, si es imputable al contratante, se debe definir los canales, los sustentos a presentar y los flujos de comunicación a seguir para que dicho atraso sea reconocido y asumido por el contratante.

- Respecto al informe de productividad se sugiere automatizar mediante macros el formulario Excel desarrollado en el presente trabajo de suficiencia profesional.
- El proyecto de obras civiles de la nueva planta de Aceros Arequipa fue un proyecto “brownfield”, es decir un proyecto donde se tuvo construcciones existentes y en operación, aquí se debió tener presente que se podían encontrar estructuras existentes enterradas como por ejemplo tuberías en operación o bancoductos. Razón por lo que se recomienda que al encontrarse en proyectos de este tipo se debe solicitar los planos de interferencia previo a la ejecución de cualquier trabajo, así como destinar un par de cuadrillas de identificación de interferencias y realizar el replanteo de las interferencias en terreno, luego realizar auscultaciones con equipos detectores de interferencias y excavar con mucha precaución hasta identificar las interferencias, finalmente se debe levantar un protocolo de liberación del terreno que respalde frente al contratante que el contratista fue diligente al momento de identificar interferencias.
- Existe diferentes metodologías, Lean Construction, PMI, que de por sí pueden adaptarse a la naturaleza de cualquier proyecto, se recomienda que esta aplicabilidad pueda ser hecha por el equipo de obra, donde deben participar profesionales con amplia experiencia que puedan tomar decisiones acertadas en pro del proyecto.
- Los formatos, formularios y demás información se presentan en el anexo y además se incluye la versión editable para que los lectores y estudiantes puedan emplearlo en sus futuros proyectos.
- La ingeniería nacional requiere de teorías, tecnologías, metodologías propias para su desarrollo y que sean aplicables a los proyectos de obras civiles en el ámbito nacional, se recomienda el desarrollo de las mismas que sean avaladas por el estado peruano y con aplicación obligatoria en el territorio peruano, para de esta forma no depender de metodologías extranjeras que están orientadas a otras realidades diferentes a la realidad peruana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceros Arequipa. (2016). *Video: Proceso de producción del acero. Perú*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=fPRWq3HqGzM>
- Aceros Arequipa. (2018). *Noticia: Aceros Arequipa anuncia inversión de 180 millones de dólares en nuevo complejo de acería. Lima, Perú*. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/noticias/156/aceros-arequipa-anuncia-inversion-de-180-millones-de-dolares-en-nuevo-complejo-de-aceria>
- Aceros Arequipa. (Noviembre de 2019). Presentación Corporativa. Pisco, Ica, Perú. Obtenido de <https://investors.acerosarequipa.com/storage/presentacion-inversionistas/November2019/Swez8xqEXnZtQvQzM7a7.pdf>
- Aceros Arequipa. (2021). *Proceso de producción del acero*. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/procesos-de-produccion>
- Asociación Latinoamericana del Acero. (2019). América Latina en Cifras 2019. Sao Paulo, Brasil. Obtenido de <http://www.acero.org.ar/wp-content/uploads/2020/02/America-Latina-2019.pdf>
- Ayala, Y. (2014). Informe de suficiencia: Planificación de obra bajo el enfoque Last Planner en la construcción de muros anclados del edificio Vitra. *Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil*. Lima, Perú.
- Ballard, G., & Howell, G. (1997). Shielding Production: An Essential Step in Production Control. *Journal of Construction Engineering and Management*, (124), 11-17.
- Corpotación Aceros Arequipa S.A. (2020). Catálogo de productos y servicios. Perú. Obtenido de <https://www.acerosarequipa.com/sites/default/files/catalogo/2020-02/Catalogoproductosacerosarequipa.pdf?fv=kn1R6n0g>
- García, M. (2014). Informe de suficiencia: Implementación del sistema "Último planificador" para mitigación de retraso del proyecto: Centro empresarial Cantuarias. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.
- GyM S.A. (Junio de 2008). Manual de gestión de proyectos de construcción de GyM S.A. Lima, Perú.

- Mantari, C. (2019). Tesis de grado: Programación, planeamiento y control del proceso de excavación de sótanos en la construcción del edificio Labok centro empresarial. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (Junio de 2018). Reporte Comercial de Productos. Obtenido de https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/exportaciones/Reporte_Comercial_Acero.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019). Plan Nacional de Infraestructura para la competitividad. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNIC_2019.pdf
- Nieto, A., Ruz, F., & Nieto, C. (2009). Estrategias para la Implementación del Sistema de Gestión Last Planner, XIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. 197-206. Badajoz, España.
- Project Management Institute. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos, guía del PMBOK. *6ta Edición*. Pennsylvania, EEUU: Project Management Institute, Inc.
- Ramos, K. (2015). Informe de suficiencia: Aplicación de Lean Construction a edificios de recepción férrea. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.
- Revista Energiminas. (2021). Noticia: Primera colada en la nueva acería de Aceros Arequipa. Lima, Perú. Obtenido de <https://energiminas.com/primera-colada-en-la-nueva-aceria-de-aceros-arequipa/>
- Siderperú. (2019). Perfil Siderperú. Obtenido de <https://www.siderperu.com.pe/conocenos/perfil-siderperu#page-1>
- Vicencio, G. (2015). Tesis de grado: Desarrollo del sistema último planificados usando tecnología BIM-4D en proyectos de construcción. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.
- Yika, L. (2018). Tesis de grado: Aplicación de Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control del proyecto Condominio Oasis Bahía de Paracas. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.

FORMULARIO		GESTIÓN DE PROYECTOS													FORMATO													
		LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN													0													
		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO													1/02/2019													
		NOMBRE DE PROYECTO													1 de 1													
CODIGO DE PROYECTO		M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)													AREA/FRENTE													
PARTIDA DE CONTROL		DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL 02/02/2019 AL 22/02/2019													SEMANA 7							SEMANA 8						
1890		CHIMENEA													S							D						
SUBCONTRATO		n2=4,00m - Armado de andamios													2							3						
211		n2=4,00m - Acero de refuerzo de muros													4							5						
206		n2=4,00m - Cobocación de muros													6							7						
203		n2=4,00m - Encofrado de muros													8							9						
203		n3=4,00m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2													10							11						
SUBCONTRATO		n3=4,00m - Armado de andamios													12							13						
SUBCONTRATO		n3=4,00m - Acero de refuerzo de muros													14							15						
211		n3=4,00m - Cobocación de muros													16							17						
206		n3=4,00m - Encofrado de muros													18							19						
203		n3=4,00m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2													20							21						
SUBCONTRATO		n4=2,30m - Armado de andamios													22							23						
SUBCONTRATO		n4=2,30m - Acero de refuerzo de muros													24							25						
211		n4=2,30m - Cobocación de muros													26							27						
206		n4=2,30m - Encofrado de muros													28							29						
203		n4=2,30m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2													30							31						
SUBCONTRATO		CIMENTACIÓN VENTILADORES													32							33						
SUBCONTRATO		LADO NORTE													34							35						
SUBCONTRATO		Excavación													36							37						
206		Encofrado II concreto cédipso													38							39						
206		Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS													40							41						
SUBCONTRATO		Acero de refuerzo de zapata													42							43						
206		Encofrado de zapata													44							45						
202		Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2													46							47						
SUBCONTRATO		LADO OESTE													48							49						
SUBCONTRATO		Excavación													50							51						
206		Encofrado II concreto cédipso													52							53						
206		Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS													54							55						
SUBCONTRATO		Acero de refuerzo de zapata													56							57						
206		Encofrado de zapata													58							59						
202		Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2													60							61						
SUBCONTRATO		LADO SUR													62							63						
SUBCONTRATO		Excavación													64							65						
206		Encofrado II concreto cédipso													66							67						
206		Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS													68							69						
SUBCONTRATO		Acero de refuerzo de zapata													70							71						
206		Encofrado de zapata													72							73						
202		Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2													74							75						

Figura N°54: 3WLA Semana 06 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO GESTIÓN DE PROYECTOS		Revisión: 0	M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)																																
LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN		Fecha: 8/02/2019	SEMANA 9																																
		Página: 1 de 1	SEMANA 8							SEMANA 7						SEMANA 6																			
NOMBRE DE PROYECTO		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO			SEMANA 7							SEMANA 6						SEMANA 5																	
CODIGO DE PROYECTO		1890			SEMANA 7							SEMANA 6						SEMANA 5																	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL		08/02/2019 AL 01/03/2019			SEMANA 7							SEMANA 6						SEMANA 5																	
PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL	UND	METRADO TOTAL	AVANCE PROYECTADO	SALDO	RATIO	HH REQUER.	CANT. PERSONAL	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V						
	CHIMENEA																																		
SUBCONTRATO	n2=4,00m - Armado de andamios	und	1	-	-	-	-	-																											
SUBCONTRATO	n2=4,00m - Acero de refuerzo de muros	kg	25,143	-	10,776	-	-	-																											
211	n2=4,00m - Cobocación de fierros	kg	720	-	-	-	-	-																											
206	n2=4,00m - Encofrado de muros	m2	169	-	-	-	-	-	0,36																										
203	n3=4,00m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	42	-	-	-	-	-	4,17																										
SUBCONTRATO	n3=4,00m - Armado de andamios	und	2	-	2	-	-	-																											
SUBCONTRATO	n3=4,00m - Acero de refuerzo de muros	kg	25,143	-	25,143	-	-	-																											
211	n3=4,00m - Cobocación de fierros	kg	720	-	720	-	-	-	0,36																										
206	n3=4,00m - Encofrado de muros	m2	169	-	169	-	-	-	0,36																										
203	n3=4,00m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	42	-	42	-	-	-	4,17																										
SUBCONTRATO	n4=2,30m - Armado de andamios	und	2	-	2	-	-	-																											
SUBCONTRATO	n4=2,30m - Acero de refuerzo de muros	kg	12,571	-	12,571	-	-	-																											
211	n4=2,30m - Cobocación de fierros	kg	720	-	360	-	-	-	0,36																										
206	n4=2,30m - Encofrado de muros	m2	169	-	169	-	-	-	0,36																										
203	n4=2,30m - Concreto de muros f'c=310 kg/cm2	m3	24	-	24	-	-	-	4,17																										
	CIMENTACIÓN VENTILADORES																																		
	LADO NORTE																																		
SUBCONTRATO	Excavación	m3	112	-	-	-	-	-	-																										
208	Encofrado II concreto cédipso	m2	32	-	-	-	-	-	3,04																										
209	Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS	m3	85	-	-	-	-	-	1,50																										
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	-	-	-	-	-	4,620																										
205	Encofrado de zapata	m2	29	-	-	-	-	-	3,04																										
202	Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2	m3	46	-	-	-	-	-	2,54																										
	LADO OESTE																																		
SUBCONTRATO	Excavación	m3	112	-	-	-	-	-	-																										
208	Encofrado II concreto cédipso	m2	32	-	-	-	-	-	3,04																										
209	Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS	m3	85	-	-	-	-	-	1,50																										
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	-	-	-	-	-	4,620																										
205	Encofrado de zapata	m2	29	-	-	-	-	-	3,04																										
202	Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2	m3	46	-	-	-	-	-	2,54																										
	LADO SUR																																		
SUBCONTRATO	Excavación	m3	112	-	-	-	-	-	-																										
208	Encofrado II concreto cédipso	m2	32	-	-	-	-	-	3,04																										
209	Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS	m3	85	-	-	-	-	-	1,50																										
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	-	-	-	-	-	4,620																										
205	Encofrado de zapata	m2	29	-	-	-	-	-	3,04																										
202	Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2	m3	46	-	-	-	-	-	2,54																										
	TOTAL																																		
SUBCONTRATO	Excavación	m3	112	-	-	-	-	-	-																										
208	Encofrado II concreto cédipso	m2	32	-	-	-	-	-	3,04																										
209	Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS	m3	85	-	-	-	-	-	1,50																										
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	-	-	-	-	-	4,620																										
205	Encofrado de zapata	m2	29	-	-	-	-	-	3,04																										
202	Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2	m3	46	-	-	-	-	-	2,54																										
	TOTAL																																		
SUBCONTRATO	Excavación	m3	112	-	-	-	-	-	-																										
208	Encofrado II concreto cédipso	m2	32	-	-	-	-	-	3,04																										
209	Concreto cédipso f'c=150 kg/cm2 + 30% PS	m3	85	-	-	-	-	-	1,50																										
SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	-	-	-	-	-	4,620																										
205	Encofrado de zapata	m2	29	-	-	-	-	-	3,04																										
202	Concreto de zapata f'c=350 kg/cm2	m3	46	-	-	-	-	-	2,54																										
	TOTAL																																		
SUBCONTRATO	Excavación	m3	112	-	-	-	-	-	-																										
208	Encofrado II concreto cédipso	m2	32	-	-	-	-	-	3,04																										

FORMULARIO		FORMATO	
GESTIÓN DE PROYECTOS		Revisión:	0
LOOKAHEAD DE PRODUCCIÓN		Fecha:	1/03/2019
		Páginas:	1 de 1
CODIGO DE PROYECTO 1890		ÁREA / FRENTE	
NOMBRE DE PROYECTO		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO	
PARTIDA DE CONTROL		DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL 01/03/2019 AL 22/03/2019	
CHIMENEA	UND	AVANCE PROYECTADO	METRAMADO TOTAL
SUBCONTRATO	1		
R2=4.00m - Armado de andamios	und		
R2=4.00m - Acero de refuerzo de muros	kg		26,183
211	kg		720
R2=4.00m - Colocación de fierros	m2		169
203	m3		42
R2=4.00m - Enfrío de muros	und		2
R2=4.00m - Concreto de muros (c=310 kg/cm2)	kg		26,183
SUBCONTRATO	2		
R3=4.00m - Armado de andamios	und		2
R3=4.00m - Acero de refuerzo de muros	kg		169
211	m2		42
R3=4.00m - Colocación de fierros	und		2
R3=4.00m - Enfrío de muros	kg		169
203	m3		42
R3=4.00m - Concreto de muros (c=310 kg/cm2)	und		2
SUBCONTRATO	3		
R4=2.30m - Armado de andamios	und		2
R4=2.30m - Acero de refuerzo de muros	kg		169
208	m2		87
R4=2.30m - Enfrío de muros	und		2
203	m3		24
R4=2.30m - Concreto de muros (c=310 kg/cm2)	und		2
CIMENTACIÓN VENTILADORES			
LADO NORTE			
SUBCONTRATO	112		
Excavación	m3		
205	m2		32
Formado p/ concreto c/obpo	m3		85
220	kg		4,620
Concreto c/obpo (c=150 kg/cm2 + 30% FG)	m2		29
SUBCONTRATO	46		
Acero de refuerzo de zapata	m3		46
202	m2		117
Enfrío de zapata	kg		825
206	m2		20
Formado de pedestal	kg		170
SUBCONTRATO	8		
Acero de refuerzo de pedestal	m3		8
203	kg		170
Enfrío de muros	m3		8
210	m3		8
Instalación de fierros	m3		8
203	m3		8
Verado de concreto de pedestal	m3		8
LADO OESTE			
SUBCONTRATO	112		
Excavación	m3		
205	m2		32
Formado p/ concreto c/obpo	m3		85
220	kg		4,620
Concreto c/obpo (c=150 kg/cm2 + 30% FG)	m2		29
SUBCONTRATO	46		
Acero de refuerzo de zapata	m3		46
202	m2		117
Enfrío de zapata	kg		825
206	m2		20
Formado de pedestal	kg		170
SUBCONTRATO	8		
Acero de refuerzo de pedestal	m3		8
203	kg		170
Enfrío de muros	m3		8
210	m3		8
Instalación de fierros	m3		8
203	m3		8
Verado de concreto de pedestal	m3		8
LADO SUR			
SUBCONTRATO	112		
Excavación	m3		
205	m2		32
Formado p/ concreto c/obpo	m3		85
220	kg		4,620
Concreto c/obpo (c=150 kg/cm2 + 30% FG)	m2		29
SUBCONTRATO	46		
Acero de refuerzo de zapata	m3		46
202	m2		117
Enfrío de zapata	kg		825
206	m2		20
Formado de pedestal	kg		170
SUBCONTRATO	8		
Acero de refuerzo de pedestal	m3		8
203	kg		170
Enfrío de muros	m3		8
210	m3		8
Instalación de fierros	m3		8
203	m3		8
Verado de concreto de pedestal	m3		8

Figura N°58: 3WLA Semana 10 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO B: Plan semanal y análisis de confiabilidad

FORMULARIO																	FORMATO
GESTIÓN DE PROYECTOS																	Revisión: 0
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD																	Fecha: 25/02/2019
PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CASA - PISCO																	Página: 1 de 1
NOMBRE PROYECTO																	AREA / FRETE
1890																	M30 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 19/01/2019 AL 25/01/2019																	ANALISIS DE CUMPLIMIENTO
CODIGO PROYECTO	PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	S	D	L	M	M	M	J	V	S	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
					19	20	21	22	23	24	25						
	211	Embotijos de Pedruzales - Eft 1.2	kg	181	-	-	181	-	-	-	-	-	-	X	-		
	206	Encofrado de Pedruzales - Eft 1.2	m ²	7	-	-	7	-	-	-	-	-	-	X	-		
	203	Concreto de Pedruzales - Eft 1.2	m ³	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	X	-		
	211	h1=4.01m - Colocación de fierros	kg	290	80	-	80	-	-	-	-	-	-	X	-		
	206	h1=4.01m - Encofrado de muros	m ²	88	-	-	88	-	-	-	-	-	-	X	-		
	203	h1=4.01m - Concreto de muros Fc=30.0kg/cm ²	m ³	42	-	-	42	-	-	-	-	-	-	X	-		
	h2=1.80m - Armado de andamios	unp	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	X	-		
	h2=1.80m - Acero de refuerzo de muros	kg	1,760	-	-	-	-	-	-	-	-	880	-	X	-		
	ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)												87.5%	12.5%			
LEYENDA:																	
ADM	Programación																
CLI	Ejecución																
EJ	Personal																
EQ	Administración																
EXT	Equipos																
ING	Inferencias																
INTERR	Calidad																
PROG	Programación																
(PROG)	Lógica																
(OP)	Subcontratos																
(QA/QC)	Externo																
(SC)	Topografía																
O	Otros																

Figura N°59: PPC de la semana 04 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO		GESTIÓN DE PROYECTOS		FORMA DE PRESENTACIÓN																																							
Revisión: 0		Fecha: 01/02/2019		Página: 1 de 1																																							
FORMATO																																											
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD																																											
CODIGO PROYECTO		NOMBRE PROYECTO		AREA / FRENTE																																							
1890		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO		05008 - FTP PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS																																							
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 26/01/2019 AL 01/02/2019		SEMANA 05		ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO																																							
PARTIDA CONTROL	UNID	CANTIDAD	S	D	L	M	M	J	J	V	S	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																												
211	Lts	2,600	26	27	28	29	30	31	31	1	-	-																															
206	kg	400	-	-	-	880	880	880	880	-	240	240	X																														
	kg	84	-	-	-	-	-	-	-	-	84	84	X																														
ANÁLISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)											100.00%	0.00%	100.00%																														
<p>LEYENDA:</p> <table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>Programación</td></tr> <tr><td>EJEC</td><td>Ejecución</td></tr> <tr><td>PER</td><td>Personal</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>Administración</td></tr> <tr><td>EQ</td><td>Equipos</td></tr> <tr><td>INT</td><td>Interferencias</td></tr> <tr><td>O</td><td>Calidad</td></tr> <tr><td>SEG</td><td>SSOMA</td></tr> <tr><td>ING</td><td>Ingeniería</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>Logística</td></tr> <tr><td>SUB</td><td>Subcontratos</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>Externo</td></tr> <tr><td>TOP</td><td>Topografía</td></tr> <tr><td>O</td><td>Otros</td></tr> </table>																PROG	Programación	EJEC	Ejecución	PER	Personal	ADM	Administración	EQ	Equipos	INT	Interferencias	O	Calidad	SEG	SSOMA	ING	Ingeniería	LOG	Logística	SUB	Subcontratos	EXT	Externo	TOP	Topografía	O	Otros
PROG	Programación																																										
EJEC	Ejecución																																										
PER	Personal																																										
ADM	Administración																																										
EQ	Equipos																																										
INT	Interferencias																																										
O	Calidad																																										
SEG	SSOMA																																										
ING	Ingeniería																																										
LOG	Logística																																										
SUB	Subcontratos																																										
EXT	Externo																																										
TOP	Topografía																																										
O	Otros																																										

Figura N°60: PPC de la semana 05 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO									
GESTIÓN DE PROYECTOS									
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD									
FORMA TO									
Revisión: 0									
Fecha: 08/02/2019									
Página: 1 de 1									
M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)									
AREA / FRENTE									
ANALISIS DE CUMPLIMIENTO									
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO									
MEDIDA CORRECTIVA									
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)									
100.0%									
0.0%									
PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAMISA - PISCO									
SEMANA XX									
CODIGO PROYECTO 1890									
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 02/02/2019 AL 08/02/2019									
211 12=4,00m - Colocación de Insectos									
206 12=4,00m - Encofrado de muros									
PARTIDA DE CONTROL									
UND CANTIDAD									
5g 240									
m2 84									
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)									
100.0%									
0.0%									
LEYENDA:									
PROG Programación									
EJEC Ejecución									
PER Personal									
ADM Administración									
EQ Equipos									
INT Interferencias									
O Calidad									
SEG SSCOMA									
ING Ingeniería									
LOG Logística									
SUB Subcontratos									
EXE Extemo									
OP Operación									
O Otros									

Figura N°61: PPC de la semana 06 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO		FORMATO	
GESTIÓN DE PROYECTOS		Revisión: 0	Fecha: 15/02/2019
		Página: 1 de 1	
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD			
NOMBRE PROYECTO		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CASA - PISCO	
CODIGO PROYECTO	1880	AREA / FRENTE	M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)
PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 09/02/2019 AL 15/02/2019	ANALISIS DE CUMPLIMIENTO	
SUBCONTRATO	13=4,00m - Armado de andamios	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
SUBCONTRATO	13=4,00m - Acero de refuerzo de muros	NO	Plificar el ingreso del personal con anticipación, verificar la documentación para su ingreso.
UND	2	SI	Tardío ingreso de personal durante la semana.
UND	25,143	NO	
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)		SI	50,0%
		NO	50,0%

SEMANA XX						
S	D	L	M	M	J	V
9	10	11	12	13	14	15
1	-	1	-	6,286	6,286	6,286
-	-	-	-	6,286	6,286	6,286
50,0% / 50,0%						

LEYENDA:	
PROG	Programación
EJEC	Ejecución
PER	Personal
ADM	Administración
EQ	Equipos
MT	Maquinaria
O	Otros
SC	Subcontratos
ING	Ingeniería
LOG	Logística
SUB	Subcontratos
EXT	Externo
TOP	Topografía
O	Otros

Figura N°62: PPC de la semana 07 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO GESTIÓN DE PROYECTOS													FORMATO 0	
													Revisión: 22/02/2019	
													Fecha: 1 de 1	
													Página:	
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD													M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)	
PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO													AREA / FRENTE	
CODIGO PROYECTO													ANALISIS DE CUMPLIMIENTO	
NOMBRE PROYECTO													CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	
S SEMANA XX													MEDIDA CORRECTIVA	
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 16/02/2019 AL 22/02/2019														
PARTIDA DE CONTROL	UND	CANTIDAD	S	D	L	M	M	J	V	SI	NO	TIPO		
206	UND	10,029	16	17	18	19	20	21	22	X				
203	m ²	169				56	56	56		X				
	m ³	42						42		X				
										100.00%	0.00%			
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)													100.00%	

LEYENDA:	
PROG	Programación
EJEC	Ejecución
PER	Personal
ADM	Administración
EQ	Equipos
INT	Interferencias
O	Calidad
SEG	SEGOMA
ING	Ingeniería
OS	Oficina
SC	Subcontratos
OP	Operación
TOP	Topografía
O	Otros

Figura N°63: PPC de la semana 08 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO GESTIÓN DE PROYECTOS PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD														
FORMATO Revisión: 0 Fecha: 01/03/2019 Página: 1 de 1														
M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)														
AREA / FRENTE														
ANALISIS DE CUMPLIMIENTO														
CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO														
MEDIDA CORRECTIVA														
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)														
100.0%														
0.0%														
100.0%														
PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAMISA - PISCO														
SERIADA XX														
NOMBRE PROYECTO														
1890														
CODIGO PROYECTO														
PARTIDA DE CONTROL														
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 23/02/2019 AL 01/03/2019														
s														
23														
D														
24														
L														
25														
M														
26														
M														
27														
J														
28														
V														
1														
3,143														
3,143														
3,143														
9,429														
2														
und														
lg														

PROG	Programación
EJEC	Ejecución
PER	Personal
ADM	Administración
EQ	Equipos
INT	Interferencias
Q	Calidad
SEG	SSOMA
ING	Ingeniería
LOG	Logística
SUB	Subcontratos
EXI	Extrínsecos
OP	Operación
O	Otros

LEYENDA:

Figura N°64: PPC de la semana 09 del frente FTP.

Fuente: Elaboración propia.

FORMULARIO GESTIÓN DE PROYECTOS												FORMATO 0		
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD												Fecha: 06/03/2019		
PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO												Pagina: 1 de 1		
CODIGO PROYECTO		NOMBRE PROYECTO		AREA / FRENTE							M300 - FTP (PLANTA DE TRATAMIENTO DE HUMOS)			
1890		PROYECTO MODERNIZACIÓN DE ACERÍA - CAASA - PISCO		ANALISIS DE CUMPLIMIENTO							MEDIDA CORRECTIVA			
FRENTE	PARTIDA DE CONTROL	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE 07/03/2019 AL 08/03/2019	UND	CANTIDAD	SEMANA XX							CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	
CHIMENEA	SUBCONTRATO	H4=2.30m - Acero de refuerzo de muros	kg	3,142	S	D	L	M	M	J	V	B		
	ZOB	H4=2.30m - Encofrado de muros	m2	108	1,571	-	-	-	-	-	-	-	-	X
	SUBCONTRATO	H4=2.30m - Concreto de muros f=310 kg/cm2	m3	24	-	-	-	-	84	-	-	-	-	X
VENTILADOR	SUBCONTRATO	Acero de refuerzo de zapata	kg	4,620	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
				75.0%	75.0%							25.0%		
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)												75.0%		
LEYENDA:												PROG		
Ejecución												PROG		
Personal												PER		
Administración												ADM		
Equipos												EQ		
Interferencias												INT		
Calidad												O		
SEG												SSOMA		
ING												ING		
LOG												LOG		
SUB												SUB		
SILICONADOS												SILCON		
EXT												EXT		
TOP												TOP		
OTROS												O		
No se estimó el tiempo de instalación de estribos.												Definir un caso real en función de las bases hombre reales empleadas.		

Figura N°65: PPC de la semana 10 del frente FTP.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO C: Control semanal de productividad

CÓDIGO	UNID	PARÁMETROS DE CONTROL	AVANCE			HORAS HOMBRE			INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD			ACUM SEMANA ACTUAL			SEMANA ACTUAL HHGAN Y PERD REAL SEMANAL
			TOTAL REAL A EFECTUAR	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	RATIO ACUMULADO REAL ÚLTIMA SEMANA	PROYECTADO PARA EL SALDO	HH GANADAS Y PERDIDAS ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	
0100	m3	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	2,884.40	482.06	16.71%	10,037.72	1,677.55	1,597.00	7,159.03	3.48	3.13	1,201.13	1,371.68	-158.00	
0103	m3	RELLENO Y COMPACTACIÓN	76,124.37	11,852.90	15.57%	62,766.65	9,773.04	7,029.50	59,993.61	0.82	0.82	2,743.54	2,743.54	1,115.67	
0201	m3	CONCRETO POBRE	2,686.11	375.48	13.98%	4,556.71	636.95	1,082.00	4,301.81	1.70	2.88	-382.06	-827.10	-19.42	
0202	m3	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	20,258.03	3,666.37	18.10%	51,500.95	9,320.83	5,685.50	41,498.82	2.54	1.55	681.31	4,316.64	226.35	
0203	m3	CONCRETO DE PEBRESTALES, COLUMNAS Y MUROS	4,972.91	748.73	15.06%	20,732.57	3,121.53	2,438.00	17,271.28	4.17	3.26	339.77	1,022.30	620.97	
0204	m3	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	5,231.04	-	0.00%	21,318.37	-	-	21,318.37	4.08	-	0.00	0.00	0.00	
0205	m2	ENCAPLADO DE FUNDACIONES Y MUROS SOBRE TERRENOS	18,629.82	2,615.39	14.11%	56,399.33	7,960.48	7,279.00	48,438.86	3.04	2.78	681.48	681.48	-69.08	
0206	m2	ENCAPLADO DE PEBRESTALES, COLUMNAS Y MUROS	21,686.33	1,831.30	8.46%	111,725.98	9,456.49	5,130.00	102,269.49	5.16	2.80	4,326.49	4,326.49	900.85	
0207	m2	ENCAPLADO DE LOSAS ELEVADAS	12,560.46	-	0.00%	76,997.05	-	-	76,997.05	6.13	-	-0.00	-0.00	0.00	
0210	kg	PERFORACIONES Y PERFOROS DE ANCLAJE	76,467.27	23,191.36	30.33%	29,283.08	8,881.12	4,238.00	20,401.97	0.38	0.18	4,643.12	4,643.12	618.63	
0211	kg	CANTONERA Y EMBERIDOS	35,128.63	5,499.60	15.51%	12,682.19	1,962.94	874.00	10,799.25	0.36	0.16	1,106.94	1,106.94	923.57	
0212	m2	JUNTAS	162.50	-	0.00%	79.93	-	-	79.93	0.49	-	0.00	0.00	0.00	
0213	m2	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS CORTAFUEGO	31,242.00	-	0.00%	10,934.70	-	-	8,700.72	0.35	-	2,233.98	2,233.98	0.00	
0217	m2	PERFILADO DE EXCAVACIONES	903.28	903.28	100.00%	270.98	270.98	978.80	-	0.30	1.08	-707.82	-707.82	-77.90	
0218	m	DESCARAZADO DE PIOTES	242.00	117.57	48.58%	4,840.00	2,351.36	2,636.00	2,488.64	20.00	22.42	0.00	-264.64	-3.14	
0219	m3	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	1,686.32	1,230.35	72.96%	3,794.21	2,768.29	1,023.50	1,199.52	2.25	0.83	-115.99	1,630.80	13.25	
0220	m3	CONCRETO CICLOPEO	2,591.08	583.58	22.52%	3,886.63	875.38	1,198.50	-	1.50	2.05	0.00	-333.12	0.00	
0222	m3	CONCRETO DE CALZADURA	139.00	139.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-	1.00	2.60	0.00	-222.00	0.00	
0223	m3	ENCOPRADO DE CALZADURA	110.07	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-	3.00	3.77	0.00	-84.79	0.00	
0301	m	REDES ENTERRADAS	10,801.00	100.00	0.93%	16,201.50	350.00	67.00	16,051.50	1.50	0.67	83.00	83.00	83.00	
0601	m2	INSTALACIONES SANITARIAS	389.00	-	0.00%	1,361.50	-	-	1,174.52	3.90	-	386.98	186.98	0.00	
0701	m2	URBANIZACIÓN	28,690.00	-	0.00%	11,476.00	-	-	8,196.88	0.40	-	3,279.12	3,279.12	0.00	
0801	hr	TRABAJOS POR TIEMPO/MATERIAL	52.00	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	
0224	kg	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	4,700.00	4,700.00	100.00%	564.00	564.00	291.00	-	0.12	0.06	273.00	273.00	-36.00	
OTROS						26,834.37	30,605.46	33,949.20	1,949.00			-3,348.74	-2,788.83	-433.00	
						538,865.65	90,917.62	76,236.00	443,230.63				14,681.62	4,717.40	19,399.02
			TOTAL HH			538,865.65	538,865.65	PROYECTADAS	519,466.63	Eficiencia			119.3%	101.1%	103.7%
			% AVANCE			16.9%	ACUMULADO	SEMANAL	2.4%						

Tabla N°14: Control de productividad de la Semana 04.
Fuente: Elaboración propia.

Proyecto: 1873 - OBRAS CIVILES CAASA		Semana: 05		Fecha: 26/01/2019 al 01/02/2019		Fuente: OBRA TOTAL									
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UNID	AVANCE		HORAS HOMBRE		INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD		ACUM SEMANA ACTUAL		SEMANA ACTUAL	HH GAN Y PERD			
			TOTAL REAL A EJECUTAR	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO REAL	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO			TOTAL PROY A FIN DE OBRA		
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	m	2,884.40	17.41%	10,037.72	1,747.15	1,585.00	7,089.43	3.48	3.16	3.90	2.98	1,201.13	1,363.28	-8.40
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	76,124.37	20.14%	62,766.05	12,640.46	8,558.50	50,126.19	0.82	0.56	0.42	0.82	4,081.96	4,081.96	1,410.42
0201	CONCRETO POBRE	m3	2,737.66	17.89%	4,644.16	817.07	1,250.00	4,149.73	1.70	2.60	2.52	1.84	-432.99	-321.64	-54.93
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	20,258.03	22.53%	51,500.95	11,602.75	7,057.50	39,320.74	2.54	1.55	1.46	2.51	4,545.25	5,122.71	969.92
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	4,972.91	17.62%	20,732.57	3,653.81	2,772.00	16,779.99	4.17	3.16	2.37	4.10	881.81	299.17	1,180.98
0204	ENCOFRADO DE LOSAS ELEVADAS	m3	5,231.04	0.00%	21,318.37	-	-	21,318.37	4.08	-	-	4.08	0.00	0.00	0.00
0205	ENCOFRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	18,529.82	16.12%	56,399.33	9,090.43	8,751.00	47,308.91	3.04	2.99	3.90	3.04	399.43	0.00	339.48
0206	ENCOFRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	21,636.33	9.76%	111,725.98	10,903.60	6,702.00	100,822.39	5.16	3.17	4.91	5.16	4,201.60	0.00	4,201.60
0207	ENCOFRADO DE LOSAS ELEVADAS	m2	12,569.46	0.00%	76,997.05	-	-	76,997.05	6.13	-	-	6.13	0.00	-0.00	-0.00
0210	PERFORACIONES Y PERFOROS DE ANCLAJE	kg	76,467.27	32.03%	29,283.08	9,379.52	4,461.00	19,903.56	0.38	0.18	0.17	0.38	4,918.52	0.00	4,918.52
0211	CANTONERA Y EMBERIDOS	kg	35,126.63	15.51%	12,782.19	1,882.94	874.00	10,799.25	0.36	0.16	-	0.36	1,108.94	0.00	1,108.94
0212	JUNTAS	ml	162.50	0.00%	79.93	-	-	79.93	0.49	-	-	0.49	0.00	0.00	0.00
0213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS	m2	31,242.00	0.00%	10,934.70	-	-	8,700.72	0.35	-	-	0.28	0.00	2,238.98	2,238.98
0217	PERILADO DE EXCAVACIONES	m2	925.64	100.00%	278.59	278.59	1,079.80	-	0.30	1.16	3.98	-	-801.21	0.00	-801.21
0218	DESCARIZADO DE PILOTES	m	242.00	49.76%	4,840.00	2,408.23	2,694.00	2,431.77	20.00	22.37	20.40	20.00	-285.77	0.00	-285.77
0219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	1,720.32	73.56%	3,870.71	2,847.49	1,054.50	1,136.92	2.25	0.83	0.88	2.50	1,792.99	-113.69	1,679.30
0220	CONCRETO CICLOPEO	m3	2,591.08	22.66%	3,886.63	880.63	1,202.50	-	1.50	2.05	1.14	-	-321.87	0.00	-321.87
0222	CONCRETO DE CALZADURA	m3	139.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-	1.00	2.60	-	-	-222.00	0.00	-222.00
0223	ENCOFRADO DE CALZADURA	m3	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-	3.00	3.77	-	-	-84.79	0.00	-84.79
0301	REDES ENTERRADAS	ml	10,801.00	0.93%	16,201.50	150.00	202.00	16,051.50	1.50	2.02	-	1.50	-52.00	0.00	-52.00
0601	INSTALACIONES SANITARIAS	ml	389.00	0.00%	1,361.50	-	-	1,174.52	3.50	-	-	3.02	0.00	186.98	186.98
0701	URBANIZACION	m2	28,690.00	-	11,476.00	-	-	8,196.88	0.40	-	-	0.29	0.00	3,279.12	3,279.12
0801	TRABAJOS POR TIEMPO / MATERIAL	hr	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-	1.00	1.00	-	1.00	0.00	0.00	0.00
0224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SUPORTERIA OTROS	kg	5,260.00	100.00%	631.20	631.20	351.00	-	0.12	0.07	0.11	-	280.20	0.00	280.20
OTROS			26,817.77		32,568.86	35,876.20	1,945.00						-3,307.34	-2,694.08	-6,001.43
			541,087.81		102,103.93	85,299.00	434,336.44						16,804.93	4,647.44	21,452.37
TOTAL HH			541,087.81		541,087.81		519,635.44						119.7%	101.1%	104.1%
ACUMULADO			18.9%				SEMANAL								
SEMENAL			2.1%												
Eficiencia															

Tabla N°15: Control de productividad de la Semana 05.
Fuente: Elaboración propia.

Proyecto: 1873 - OBRAS CIVILES CAASA		Semana: 06		Fecha: 02/02/2019 al 08/02/2019		Fuente: OBRA TOTAL								
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UND	AVANCE		HORAS HOMBRE		INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD			ACUM SEMANA ACTUAL		SEMANA ACTUAL	HH GAN Y PERD	
			TOTAL REAL A EJECUTAR	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO REAL	PREVISTO REAL	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO			TOTAL PROYECTADO FIN DE OBRA
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	m	2,884.40	17.41%	10,037.72	1,747.15	1,585.00	7,089.43	3.48	3.16	1,201.13	1,363.28	0.00	0.00
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	79,445.09	21.23%	65,594.67	13,299.28	10,219.50	51,595.39	0.82	0.61	0.00	3,689.78	-342.18	57.07
0201	CONCRETO SOBRE TERRENO	m3	2,737.34	19.04%	4,643.62	884.15	1,260.00	4,072.07	1.70	2.42	-317.60	-688.45	885.95	711.98
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENO	m3	20,448.80	26.08%	5,332.96	13,557.70	8,426.50	37,898.29	2.54	1.58	5,131.20	5,663.69	0.00	0.00
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	4,948.96	23.37%	20,632.73	4,822.79	3,479.00	15,547.09	4.17	3.01	1,343.79	1,606.64	0.00	0.00
0204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	5,198.40	0.00%	21,185.35	-	-	21,185.35	4.08	-	0.00	0.00	0.00	0.00
0205	ENCOFRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENO	m2	18,529.82	17.81%	56,399.33	10,044.69	9,830.00	46,354.64	3.04	2.98	214.69	214.69	206.36	351.90
0206	ENCOFRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	21,636.33	11.82%	2,558.09	111,725.98	8,856.00	98,516.48	5.16	3.46	4,353.50	4,353.50	0.00	0.00
0207	ENCOFRADO DE LOSAS ELEVADAS	m2	12,568.46	0.00%	76,997.05	-	-	76,997.05	6.13	-	0.00	-0.00	0.00	0.00
0210	PERFORACIONES Y PERFOROS DE ANCLAJE	kg	76,467.27	35.02%	29,283.08	10,254.14	5,128.00	19,028.94	0.38	0.19	5,126.14	5,126.14	207.62	88.01
0211	CANTONERA Y EMBERIDOS	kg	35,128.68	17.88%	12,782.19	2,284.95	1,088.00	10,497.24	0.36	0.17	1,196.95	1,196.95	0.00	0.00
0212	JUNTAS	ml	162.50	0.00%	79.93	-	-	79.93	0.49	-	0.00	0.00	0.00	0.00
0213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS	m2	31,242.00	0.00%	10,934.70	-	-	8,700.72	0.35	-	0.00	2,238.98	0.00	0.00
0217	PERILADO DE EXCAVACIONES	m2	925.64	100.00%	278.59	1,079.80	-	-	0.30	1.16	-801.21	-801.21	0.00	0.00
0218	DESCARIZADO DE PILOTES	m	242.00	54.07%	4,840.00	2,616.87	2,988.00	2,223.13	20.00	22.23	-291.13	-291.13	-5.36	50.69
0219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	1,753.10	76.06%	3,944.48	3,000.17	1,156.50	1,049.23	2.25	0.87	1,843.67	1,738.75	0.00	0.00
0220	CONCRETO CICLOPEO	m3	2,590.60	22.66%	897.08	3,885.90	1,202.50	-	1.50	2.05	-321.87	-321.87	0.00	0.00
0223	CONCRETO DE CALZADURA	m3	138.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-	1.00	2.60	-222.00	-222.00	0.00	0.00
0223	ENCOFRADO DE CALZADURA	m3	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-	3.00	3.77	-84.79	-84.79	0.00	0.00
0301	REDES ENTERRADAS	ml	10,801.00	2.08%	16,201.50	337.50	352.00	15,864.00	1.50	1.56	-14.50	-14.50	37.50	0.00
0601	INSTALACIONES SANITARIAS	ml	389.00	0.00%	1,361.50	-	-	1,174.52	3.50	-	0.00	186.98	0.00	0.00
0701	URBANIZACION	m2	28,690.00	0.00%	11,476.00	-	-	8,196.88	0.40	-	0.00	3,279.12	0.00	0.00
0801	TRABAJOS POR TIEMPO / MATERIAL	hr	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA OTROS	kg	5,260.00	100.00%	631.20	631.20	351.00	-	0.12	0.07	280.20	280.20	0.00	0.00
OTROS					28,933.77	32,664.86	36,501.20	1,948.00			-3,836.34	-2,694.81	-531.00	-1,718.55
			544,248.98		111,645.39	94,251.00	428,019.38				17,394.39	4,584.22	219,786.61	
TOTAL HH			PREVISTAS	544,248.98	PROYECTADAS	522,270.38					118.5%	101.1%	104.2%	
% AVANCE			ACUMULADO	20.5%	SEMANAL	2.0%								

Tabla N°16: Control de productividad de la Semana 06.
Fuente: Elaboración propia.

Proyecto: 1B73 - OBRAS CIVILES CAASA		Semana: 07		Fecha: 09/02/2019 al 15/02/2019		Fuente: OBRA TOTAL								
CODIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UNID	AVANCE		HORAS HOMBRE		INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD			ACUM SEMANA ACTUAL		SEMANA ACTUAL	HH GAN Y PERD	
			TOTAL REAL & EFECTUAR	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVIESTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO			TOTAL PROY A FIN DE OBRA
								ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	PROYECTADO PARA EL SALDO	PROYECTADO PARA EL SALDO	REAL SEMANAL		
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TIEMPO BAL)	m	2,884.40	502.06	17.41%	10,037.72	1,747.15	1,585.00	7,089.43	3.48	3.16	-	2.98	0.00
0101	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	79,445.09	19,395.07	24.41%	65,594.07	15,991.77	11,970.50	49,512.90	0.82	0.61	0.65	0.82	436.49
0201	CONCRETO SOBRE TERRENO	m3	2,737.34	992.11	21.63%	4,643.62	1,004.46	1,440.00	3,804.94	1.70	2.43	2.26	1.77	-93.69
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	20,449.80	5,679.94	27.78%	51,988.48	14,439.81	9,089.50	37,100.77	2.54	1.60	1.75	2.51	302.18
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	4,948.96	1,344.13	31.20%	20,632.73	6,437.65	4,541.00	13,944.27	4.17	2.94	2.75	4.10	548.11
0204	ENCOPRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	5,198.40	-	0.00%	21,185.35	-	-	21,185.35	4.08	-	-	4.08	0.00
0205	ENCOPRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	18,529.82	3,622.90	19.55%	56,399.33	11,027.04	11,292.00	45,372.29	3.04	3.12	4.19	3.04	-370.65
0206	ENCOPRADO DE LOSAS ELEVADAS	m2	21,636.33	3,317.64	15.33%	111,725.98	17,131.68	11,228.00	94,594.30	5.16	3.38	3.79	5.16	898.98
0207	PERFORACIONES Y PERFOROS DE ANCLAJE	kg	12,560.46	-	0.00%	76,997.05	-	-	76,997.05	6.13	-	-	6.13	0.00
0210	ANTONTERA Y EMBRIDOS	kg	76,467.27	28,176.37	36.85%	29,283.08	10,790.12	5,752.00	18,492.96	0.38	0.20	0.45	0.38	-88.02
0211	JUNTAS	kg	35,126.63	6,886.44	19.60%	12,782.19	2,505.76	1,175.00	10,276.43	0.36	0.17	0.67	0.36	-39.51
0212	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS	m2	162.50	-	0.00%	79.93	-	-	79.93	0.49	-	-	0.49	0.00
0213	PERFORACIONES Y PERFOROS DE CORTAFUEGO	m2	31,242.00	-	0.00%	10,934.70	-	-	8,700.72	0.35	-	-	0.28	0.00
0217	PERFILADO DE EXCAVACIONES	m2	930.64	930.64	100.00%	279.19	279.19	1,086.80	-	0.30	1.17	3.50	-	-6.40
0218	DESCARBAZO DE PILOTES	m	242.00	151.62	62.65%	4,840.00	3,032.30	3,210.00	1,807.70	20.00	21.17	19.15	20.00	13.48
0219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	1,753.10	1,377.66	78.58%	3,944.48	3,099.74	1,154.50	938.60	2.25	0.84	0.34	2.50	100.13
0220	CONCRETO CICLOPEO	m3	2,590.60	987.08	22.66%	3,885.90	880.63	1,202.50	-	1.50	2.05	-	2.05	0.00
0222	CONCRETO DE CALZADURA	m3	139.00	139.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-	1.00	2.60	-	2.60	0.00
0223	ENCOPRADO DE CALZADURA	m3	110.07	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-	3.00	3.77	-	3.77	0.00
0301	REDES ENTERRADAS	m	10,801.00	225.00	2.08%	16,201.50	337.50	352.00	15,864.00	1.50	1.56	-	1.50	0.00
0601	INSTALACIONES SANITARIAS	m	389.00	-	0.00%	1,361.50	-	-	1,174.52	3.50	-	-	3.02	0.00
0701	URBANIZACION	m2	28,690.00	-	0.00%	11,476.00	-	-	8,196.88	0.40	-	-	0.29	0.00
0801	TRABAJOS POR TIEMPO/ MATERIAL	hr	52.00	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-	1.00	1.00	-	1.00	0.00
0224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	kg	5,260.00	5,260.00	100.00%	631.20	631.20	351.00	-	0.12	0.07	-	0.07	0.00
OTROS	OTROS					29,998.27	33,749.36	38,482.70	1,949.00					-897.00
						545,334.08	123,606.57	104,640.50	417,082.05					18,966.07
						PREVIESTAS	545,334.08	PROYECTADAS	521,722.55					4,645.47
						TOTAL HH	118.1%	101.1%	104.5%					23,611.54
						% AVANCE	22.7%	SEMANAL	2.1%					858.04
						ACUMULADO	118.1%	101.1%	104.5%					23,611.54
						PREVIESTAS	118.1%	101.1%	104.5%					858.04
						PROYECTADAS	118.1%	101.1%	104.5%					858.04

Tabla N°17: Control de productividad de la Semana 07.
Fuente: Elaboración propia.

Proyecto: 1873 - OBRAS CIVILES CASA 06		Semana: 16/02/2019 al 22/02/2019		Fuente: OBRA TOTAL												
CODIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UNID	AVANCE		HORAS HOMBRE				INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD				ACUM SEMANA ACTUAL		SEMANA ACTUAL	HH GAN Y PERD
			TOTAL REAL & EFECTUAR	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVIESTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	PROYECTADO PARA EL SALDO	PROYECTADO PARA EL SALDO		
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TIEMPO BAL)	m	2,884.40	17.41%	10,037.72	1,747.15	1,585.00	7,089.43	3.48	3.16	-	2.98	162.15	1,201.13	1,363.28	0.00
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	79,445.09	27.22%	65,504.67	17,827.89	13,557.50	47,676.78	0.82	0.63	0.62	0.82	4,270.39	0.00	4,270.39	547.24
0201	CONCRETO SOBRE	m3	2,737.34	22.40%	4,648.62	3,738.73	1,494.00	3,738.73	1.70	2.44	2.56	1.76	-453.71	-135.39	-588.11	-18.18
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	20,449.80	29.35%	51,988.48	15,258.61	9,841.50	36,395.39	2.54	1.64	2.33	2.52	5,417.11	334.48	5,751.59	66.79
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	4,946.96	40.52%	20,632.73	8,360.38	5,730.00	12,021.53	4.17	2.86	2.58	4.08	2,627.38	250.82	2,878.20	730.73
0204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	5,198.40	0.00%	21,185.35	-	-	21,185.35	4.08	-	-	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00
0205	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	18,529.82	21.70%	56,399.33	12,237.34	12,898.00	44,161.99	3.04	3.13	3.28	3.04	-360.66	0.00	-360.66	-95.70
0206	ENCOPRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	21,636.33	19.79%	111,725.98	22,114.52	14,631.00	89,611.47	5.16	3.42	3.53	5.16	7,483.52	0.00	7,483.52	1,579.83
0207	ENCOPRADO DE LOSAS ELEVADAS	m2	12,560.46	0.00%	76,997.05	6.13	-	76,997.05	6.13	-	-	6.13	0.00	-0.00	-0.00	0.00
0210	PERFORACIONES Y PERFOROS DE ANCLAJE	kg	76,467.27	43.57%	29,283.08	12,759.11	7,188.00	16,523.97	0.38	0.22	0.28	0.38	5,571.11	-0.00	5,571.11	532.99
0211	CANTONERA Y VEMBRIDOS	kg	35,126.63	20.38%	12,782.19	2,604.88	1,251.00	10,177.30	0.36	0.17	0.28	0.36	1,353.88	-0.00	1,353.88	23.13
0212	JUNTAS	m	162.50	0.00%	79.93	-	-	79.93	0.49	-	-	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00
0213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS	m2	31,242.00	0.00%	10,934.70	-	-	8,700.72	0.35	-	-	0.28	0.00	2,233.98	2,233.98	0.00
0217	PERFILADO DE EXCAVACIONES	m2	938.64	100.00%	281.59	281.59	1,106.80	-	0.30	1.18	2.50	-	-825.21	0.00	-825.21	-17.69
0218	DESCARBAZO DE PILOTES	m	242.00	67.27%	4,840.00	3,255.90	3,441.00	1,584.10	20.00	21.14	20.66	20.00	-185.10	0.00	-185.10	-7.40
0219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	1,753.10	78.58%	3,944.48	3,099.74	1,154.50	938.60	2.25	0.84	-	2.50	1,945.24	-91.86	1,853.38	0.00
0220	CONCRETO CICLOPEO	m3	2,590.60	22.66%	3,885.90	880.63	1,202.50	-	1.50	2.05	-	1.50	-321.87	0.00	-321.87	0.00
0223	CONCRETO DE CALZADURA	m3	139.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-	1.00	2.60	-	1.00	-222.00	0.00	-222.00	0.00
0229	ENCOPRADO DE CALZADURA	m3	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-	3.00	3.77	-	3.00	-84.79	0.00	-84.79	0.00
0301	REDES ENTERRADAS	m	10,801.00	2.08%	16,201.50	337.50	352.00	15,864.00	1.50	1.56	-	1.50	-14.50	0.00	-14.50	0.00
0601	INSTALACIONES SANITARIAS	m	389.00	0.00%	1,361.50	-	-	1,174.52	3.02	-	-	3.02	0.00	186.98	186.98	0.00
0701	URBANIZACIÓN	m2	28,690.00	0.00%	11,476.00	-	-	8,196.88	0.40	-	-	0.29	0.00	3,279.12	3,279.12	0.00
0801	TRABAJOS POR TIEMPO / MATERIAL	hr	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-	1.00	1.00	-	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	kg	5,260.00	100.00%	631.20	631.20	351.00	-	0.12	0.07	-	-	280.20	0.00	280.20	0.00
OTROS	OTROS				31,022.27	34,773.36	40,415.70	1,948.00					-5,643.34	-2,684.81	-8,328.15	-905.00
			546,360.48	137,731.29	1,167,730.50	404,066.75							21,000.79	4,562.45	25,563.24	2,432.85
TOTAL HH			PREVIESTAS	546,360.48	PROYECTADAS	520,797.25							118.0%	101.1%	104.9%	
ACUMULADO			25.2%	SEMANAL	2.8%											

Tabla N°18: Control de productividad de la Semana 08.
Fuente: Elaboración propia.

Proyecto: 1873 - OBRAS CIVILES CAASA		Semana: 10		Fecha: 02/08/2019 al 08/03/2019		Fuente: OBRA TOTAL							
CODIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UNID	AVANCE		HORAS HOMBRE		INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD			ACUM SEMANA ACTUAL		SEMANA ACTUAL	HH GAN Y PERD
			TOTAL REAL & EFECTUAR	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVILO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO		
								ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	PROYECTADO PARA EL SALDO	PROYECTADO PARA EL SALDO	REAL SEMANAL	
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TIEMPO BAL)	m	2,969.40	587.06	19.77%	10,333.52	2,042.95	7,089.43	3.48	2.76	0.45	2.98	257.80
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	67,375.26	25,534.88	37.90%	55,551.12	21,054.22	17,020.00	30,007.23	0.82	0.67	1.08	-371.39
0201	CONCRETO SOBRE TERRENO	m3	1,960.88	665.11	33.92%	3,326.43	1,128.30	1,652.00	2,516.31	1.70	2.48	4.93	-14.43
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	22,117.79	7,847.18	32.77%	56,228.93	18,424.13	11,556.00	32,899.18	2.54	1.59	1.58	513.72
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	9,229.93	3,049.12	33.04%	38,480.50	12,712.10	9,411.00	20,549.84	4.17	3.09	3.63	316.17
0204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	6,475.63	-	0.00%	26,390.52	-	-	24,255.49	4.08	-	-	0.00
0205	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	22,402.25	4,785.72	21.36%	68,185.86	14,566.31	14,717.00	49,061.06	3.04	3.08	2.70	117.15
0206	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	21,043.59	5,957.51	28.31%	108,665.16	30,763.49	21,864.00	67,346.84	5.16	3.67	4.50	513.53
0207	ENCERADO DE LOSAS ELEVADAS	m2	4,641.21	-	0.00%	28,451.13	-	-	25,710.05	6.13	-	-	0.00
0210	PERFORACIONES Y PERFOROS DE ANCLAJE	kg	99,652.80	41,056.86	41.20%	38,161.97	15,722.69	9,073.00	18,633.40	0.38	0.22	0.21	756.82
0211	CANTONERA Y VEMBRIDOS	kg	108,388.86	7,720.70	7.12%	39,439.25	2,809.32	1,544.00	35,920.57	0.36	0.20	0.10	54.78
0212	JUNTAS	m	162.50	-	0.00%	79.93	-	-	79.93	0.49	-	-	0.00
0213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS	m2	31,242.00	-	0.00%	10,934.70	-	-	8,700.72	0.35	-	-	0.00
0217	PERFILADO DE EXCAVACIONES	m2	962.64	962.64	100.00%	288.79	288.79	1,186.80	0.30	1.23	2.67	-35.59	
0218	DESCARBAZO DE PILOTES	m	242.00	176.50	72.93%	4,840.00	3,529.90	3,795.00	1,310.10	20.00	21.50	29.71	-34.00
0219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	1,753.10	1,377.66	78.58%	3,944.48	3,099.74	1,154.50	938.60	2.25	0.84	-	0.00
0220	CONCRETO CICLOPEO	m3	2,590.60	987.08	22.66%	3,885.90	880.63	1,205.50	-	1.50	2.05	-	-3.00
0222	CONCRETO DE CALZADURA	m3	139.00	139.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-	1.00	2.60	-	0.00
0223	ENCERADO DE CALZADURA	m3	110.07	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-	3.00	3.77	-	0.00
0301	REDES ENTERRADAS	m	6,584.53	409.50	6.22%	9,876.80	654.25	578.50	9,262.55	1.50	1.41	1.17	30.75
0601	INSTALACIONES SANITARIAS	m	389.00	-	0.00%	1,361.50	-	-	1,174.52	3.50	-	-	0.00
0701	URBANIZACIÓN	m2	28,690.00	-	0.00%	11,476.00	-	-	8,196.88	0.40	-	-	0.00
0801	TRABAJOS POR TIEMPO / MATERIAL	hr	52.00	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-	1.00	1.00	-	0.00
0224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	kg	5,260.00	5,260.00	100.00%	631.20	631.20	351.00	-	0.12	0.07	-	0.00
OTROS	OTROS					32,841.27	36,532.36	44,311.70	1,949.00	-	-	-	-1,051.00
			553,896.16	165,381.58	141,871.00	343,601.68							1,051.40
			PREVIAS	553,896.16		PROYECTADAS	485,472.68						
			TOTAL HH	116.6%	113.1%	114.1%							
			ACUMULADO	29.9%	SEMANAL	2.4%							
			% AVANCE										

Tabla N°20: Control de productividad de la Semana 10.
Fuente: Elaboración propia.

1873 - OBRAS CIVILES CAASA		Semana: 12		16/03/2019 al 22/03/2019		OBRA TOTAL										
CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	UNID	AVANCE		HORAS HOMBRE				INDICES DE PRODUCTIVIDAD			ACUM SEMANA ACTUAL		SEMANA ACTUAL		
			TOTAL REAL A EJECUTAR	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	ACUMULADO REAL	PROYECTADO PARA EL SALDO	TOTAL PROY A FIN DE OBRA	HH GANADAS Y PERDIDAS	REAL SEMANAL	
0100	VALLADO DE ZONA DE OPERACIÓN (TEMPORAL)	m	2,969.40	587.06	10,333.52	2,042.95	1,623.00	7,089.43	3.48	2.76	-	2.98	419.95	1,201.13	1,621.08	0.00
0103	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m3	67,373.26	28,448.52	42.23%	55,551.12	23,456.59	19,756.00	27,604.85	0.82	0.69	0.71	3,700.59	4,489.67	8,190.26	-224.66
0201	CONCRETO SOBRE TERRENOS	m3	1,960.88	870.85	44.41%	3,226.43	1,477.30	2,018.00	2,141.80	1.70	2.32	1.96	-540.70	-292.08	-833.37	27.67
0202	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m3	22,117.79	7,819.46	35.35%	56,228.93	19,879.02	12,415.00	31,470.57	2.54	1.59	3.78	7,464.02	4,879.35	12,343.37	-94.28
0203	CONCRETO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m3	9,229.93	3,909.01	42.35%	38,480.50	16,297.04	12,389.00	16,978.79	4.17	3.17	3.39	3,908.04	5,204.67	9,112.71	466.52
0204	CONCRETO DE LOSAS ELEVADAS	m3	6,475.63	53.24	0.82%	26,390.52	216.97	134.00	24,038.52	4.08	2.52	3.74	82.97	2,135.03	2,218.00	82.97
0205	ENCOPRADO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	m2	22,402.25	5,290.46	23.62%	68,186.86	16,102.60	16,657.00	47,628.25	3.04	3.15	6.12	-554.40	4,455.01	3,900.61	-328.11
0206	ENCOPRADO DE PEDESTALES, COLUMNAS Y MUROS	m2	21,043.59	7,973.94	37.88%	108,665.16	41,175.92	30,262.00	56,934.41	5.16	3.80	4.25	10,913.92	10,554.83	21,468.76	951.03
0207	PERFORACIONES Y PERNOS DE ANCLAJE	m2	4,641.21	239.00	5.15%	28,451.13	1,465.10	1,307.00	24,244.95	6.13	5.47	4.60	158.10	2,741.08	2,899.18	167.18
0210	PERFORACIONES Y PERNOS DE ANCLAJE	kg	99,652.80	44,188.35	44.34%	38,161.97	16,921.90	9,882.00	17,434.19	0.38	0.22	0.29	7,039.90	3,805.88	10,845.77	90.85
0211	CONCRETO DE FUNDACIONES Y LOSAS SOBRE TERRENOS	kg	108,388.86	15,719.52	14.50%	39,439.25	5,719.83	3,426.00	31,010.05	0.36	0.22	0.19	2,293.83	2,709.36	5,003.19	953.33
0212	JUNTAS	m	162.50	12.00	7.38%	79.93	5.90	34.00	74.03	0.49	2.83	2.83	-28.10	0.00	-28.10	-28.10
0213	IMPERMEABILIZACIÓN Y SELLOS	m2	31,242.00	-	0.00%	10,934.70	-	-	8,700.72	0.35	-	0.28	0.00	2,233.96	2,233.96	0.00
0217	PERILADO DE EXCAVACIONES	m2	962.64	962.64	100.00%	288.79	288.79	1,186.80	-	0.30	1.23	-	-688.01	0.00	-688.01	0.00
0218	DESCARBAZO DE PILOTES	m	242.00	183.80	75.95%	4,840.00	3,675.90	3,885.00	1,164.10	20.00	21.68	31.25	-309.10	0.00	-309.10	-9.00
0219	RELLENO FLUIDO CON CONCRETO	m3	1,753.10	1,377.66	78.58%	3,944.48	3,099.74	1,154.50	938.60	2.25	0.84	-	1,945.24	-93.86	1,851.38	0.00
0220	CONCRETO CICLOPEO	m3	2,590.60	1,069.58	41.29%	3,885.90	1,604.38	1,307.50	-	1.50	1.69	-	-283.12	0.00	-283.12	0.00
0222	CONCRETO DE CALZADURA	m3	139.00	139.00	100.00%	139.00	139.00	361.00	-	1.00	2.60	-	-222.00	0.00	-222.00	0.00
0223	ENCOPRADO DE CALZADURA	m3	110.07	110.07	100.00%	330.21	330.21	415.00	-	3.00	3.77	-	-84.79	0.00	-84.79	0.00
0301	REDES ENTERRADAS	m	6,564.53	928.00	14.09%	9,876.80	1,392.00	829.50	8,484.80	1.50	0.89	0.36	562.50	-0.00	562.50	0.00
0601	INSTALACIONES SANITARIAS	m	389.00	-	0.00%	1,361.50	-	-	1,174.52	3.50	-	-	0.00	186.98	186.98	0.00
0701	URBANIZACION	m2	28,690.00	-	0.00%	11,476.00	-	-	8,196.88	0.40	-	-	0.00	3,279.12	3,279.12	349.50
0801	TRABAJOS POR TIEMPO/MATERIAL	hr	52.00	52.00	100.00%	52.00	52.00	52.00	-	1.00	1.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
0224	SUMINISTRO, TRANSPORTE E INSTALACION DE SOPORTERIA	kg	5,260.00	5,260.00	100.00%	631.20	631.20	351.00	-	0.12	0.07	-	280.20	0.00	280.20	0.00
OTROS						34,614.27	38,366.36	46,130.70	1,949.00				-7,765.34	-3,418.56	-11,183.91	-17.00
			555,669.16	194,339.71	166,176.00	317,258.46							28,163.71	44,071.00	72,234.71	2,387.90
TOTAL HH			555,669.16	194,339.71	166,176.00	317,258.46							116.9%	113.9%	114.9%	
PREVIAS			555,669.16			483,434.46							Efficiencia			
PROYECTADAS						483,434.46							116.9%	113.9%	114.9%	
ACUMULADO			35.0%			SEMANAL										
% AVANCE			35.0%			2.6%										

Tabla N°22: Control de productividad de la Semana 12.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D: Resumen de partidas de control IP de MO

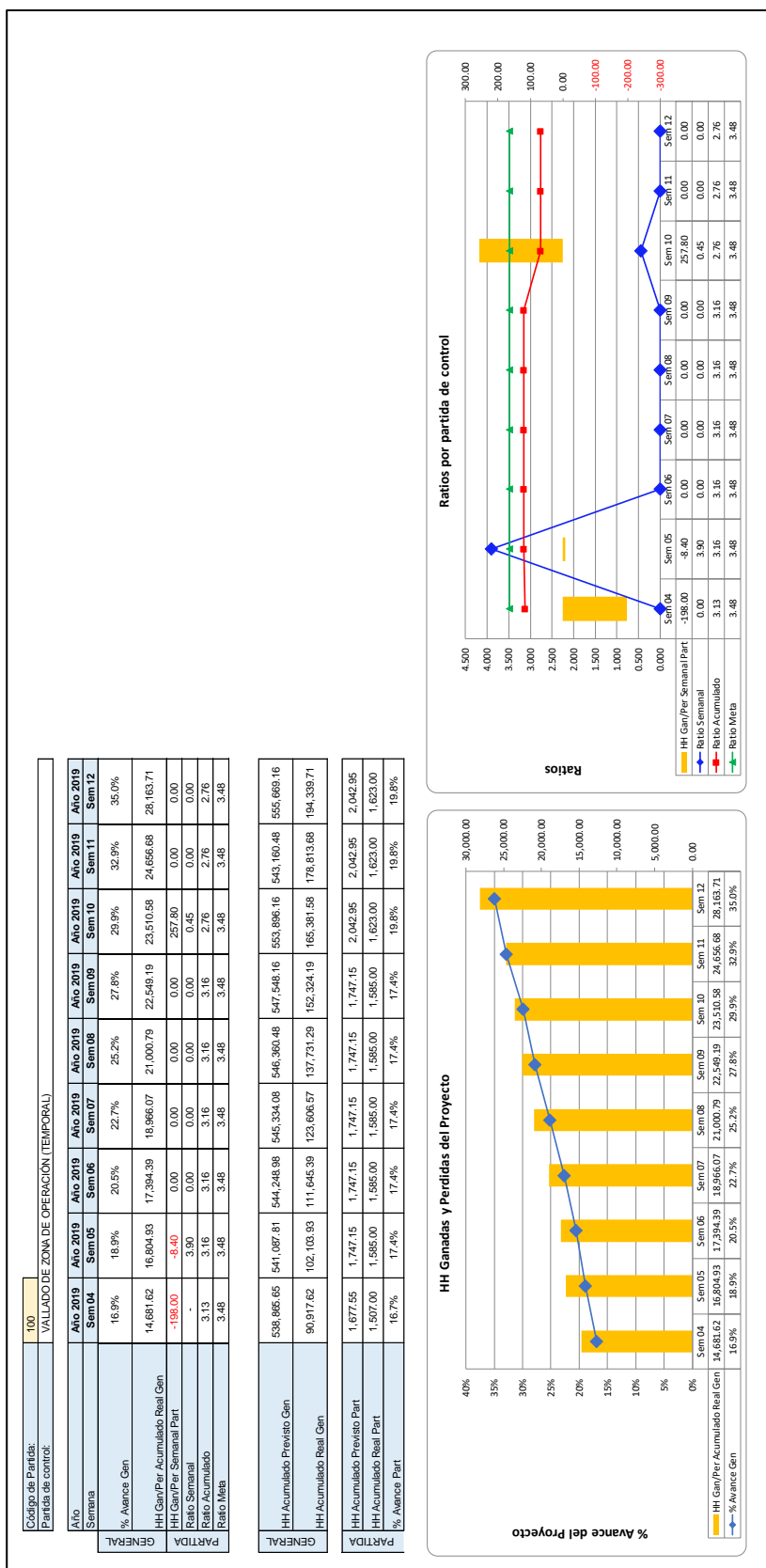


Tabla N°23: Resumen de partida de control 100 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°24: Resumen de partida de control 103 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

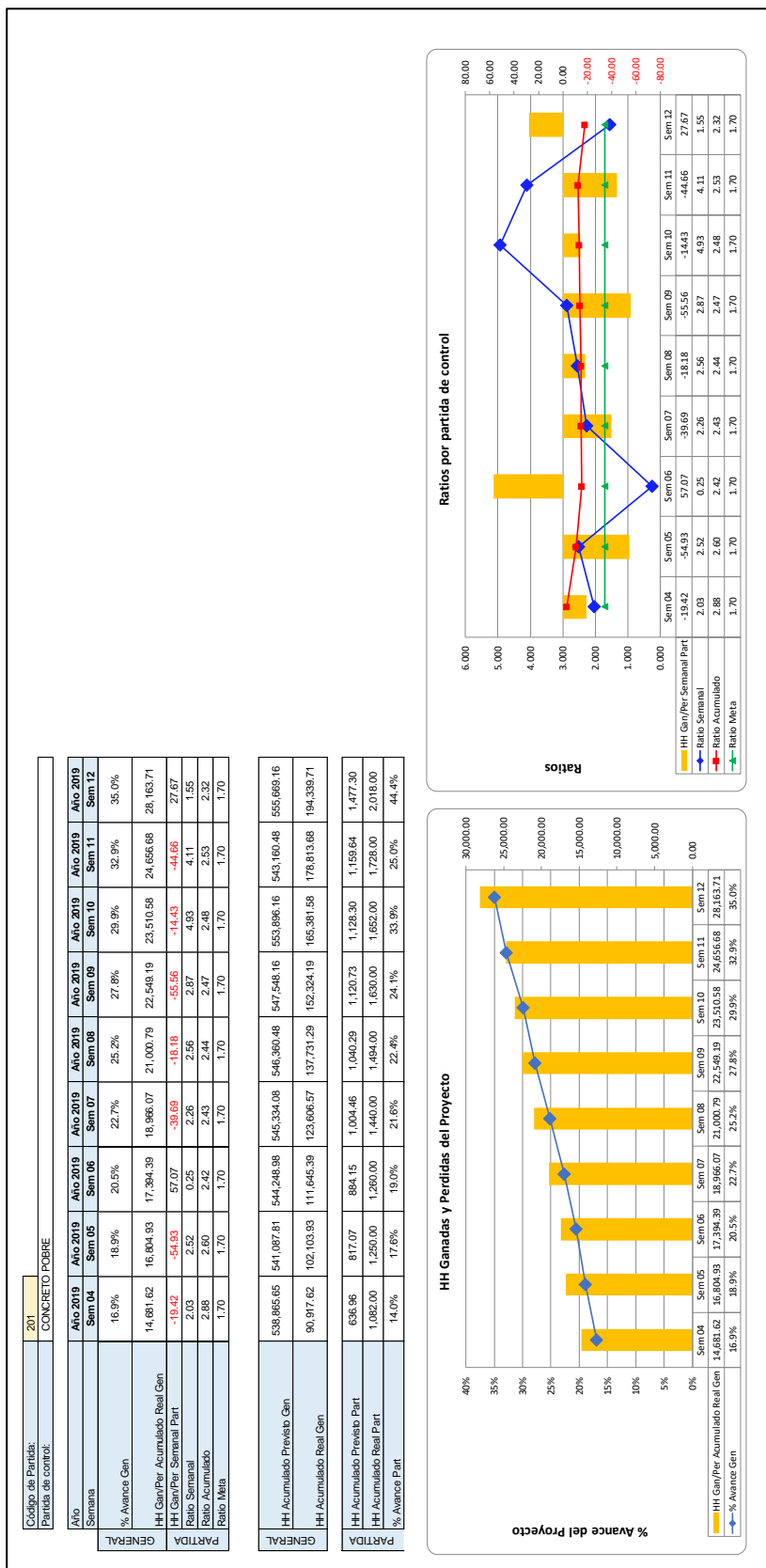


Tabla N°25: Resumen de partida de control 201 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

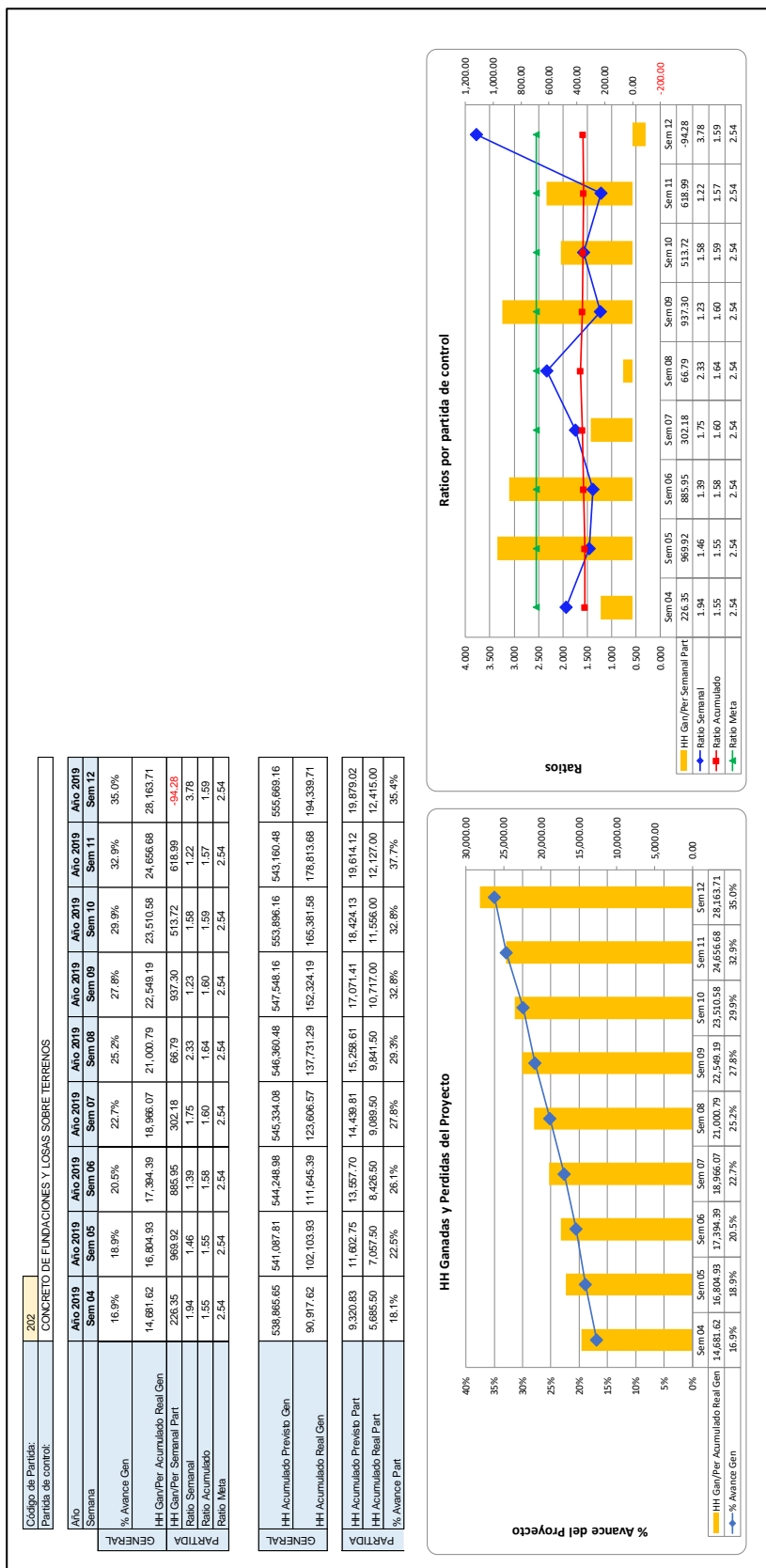


Tabla N°26: Resumen de partida de control 202 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

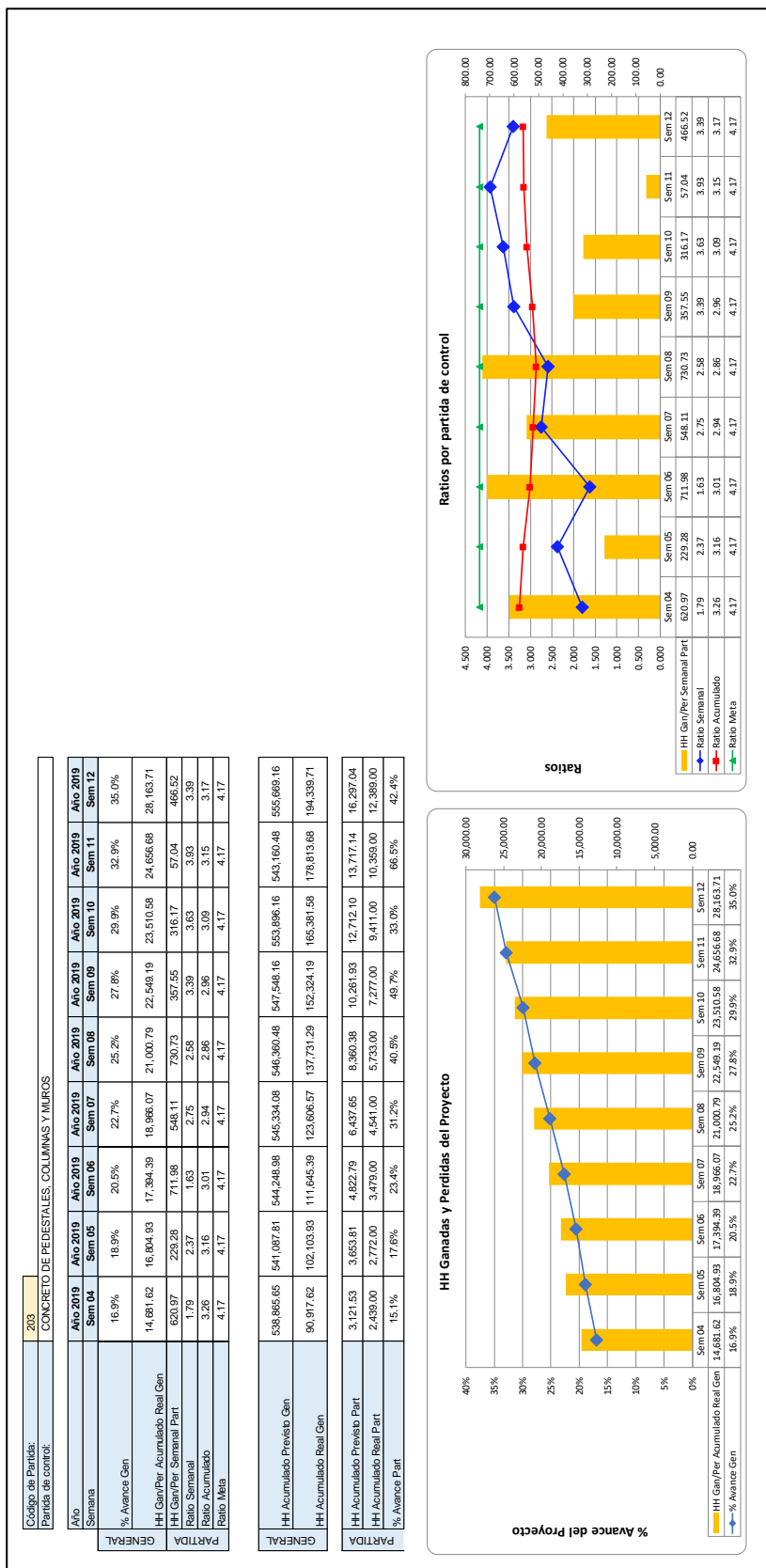


Tabla N°27: Resumen de partida de control 203 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

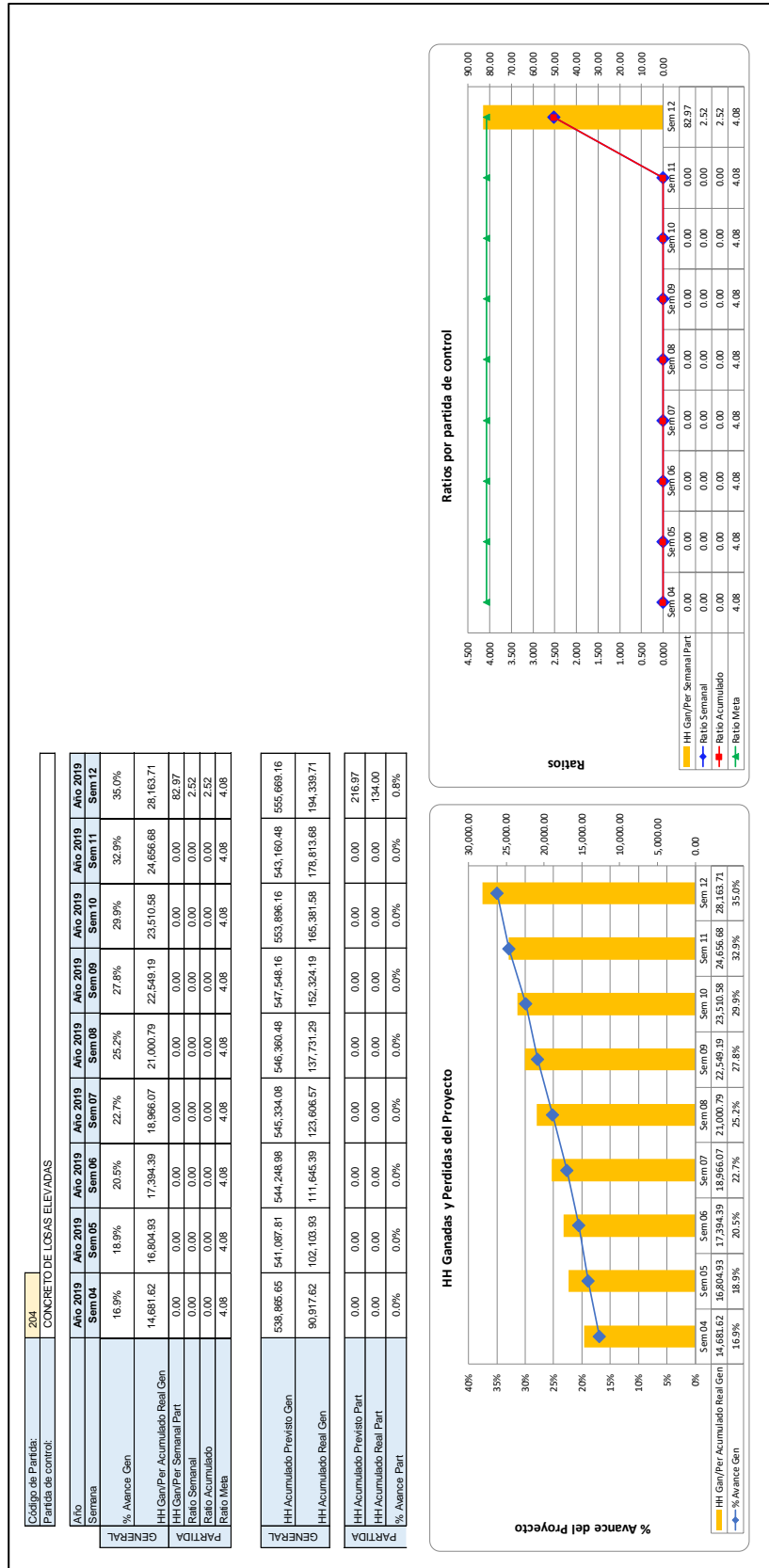


Tabla N°28: Resumen de partida de control 204 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

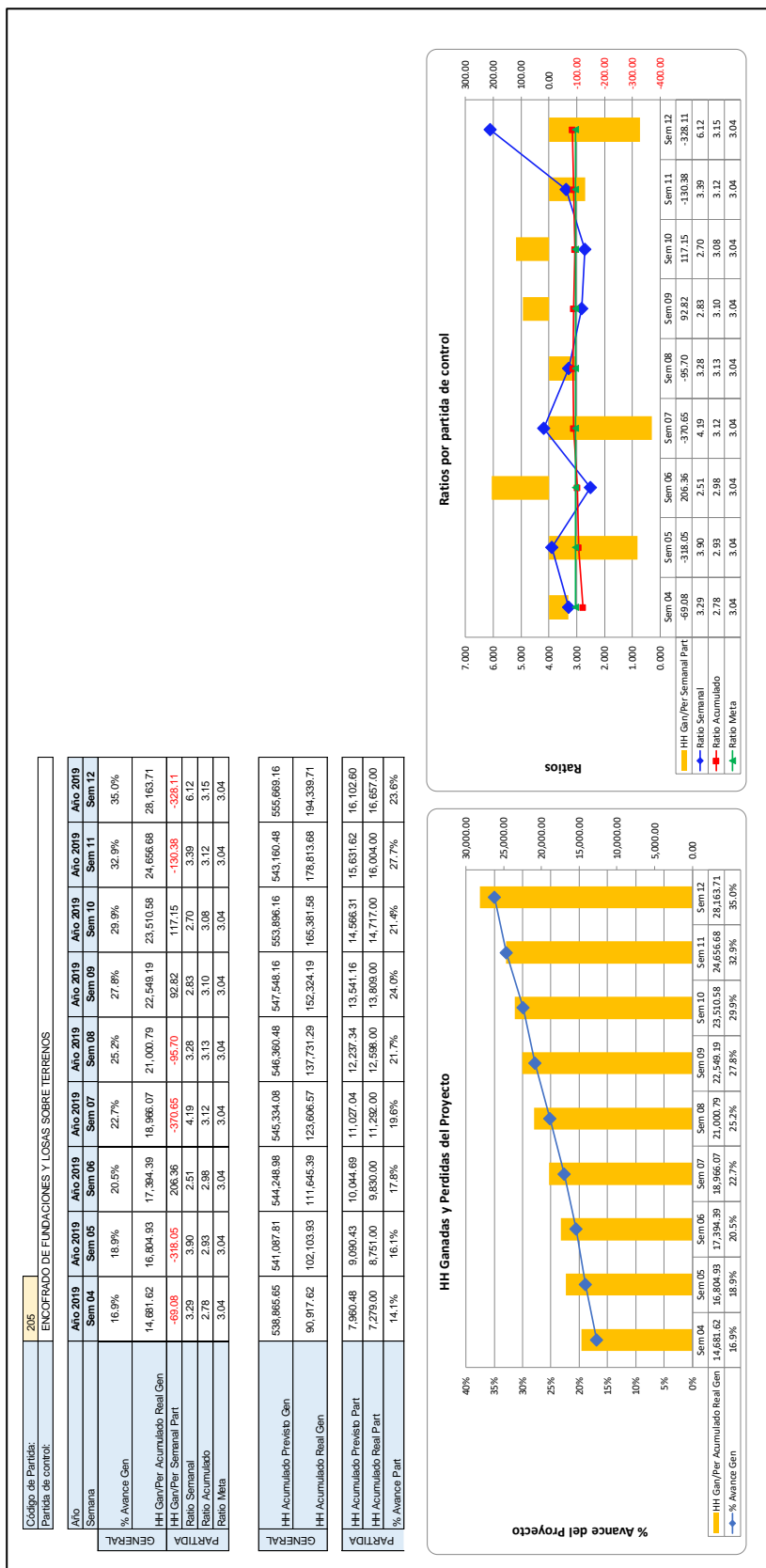


Tabla N°29: Resumen de partida de control 205 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

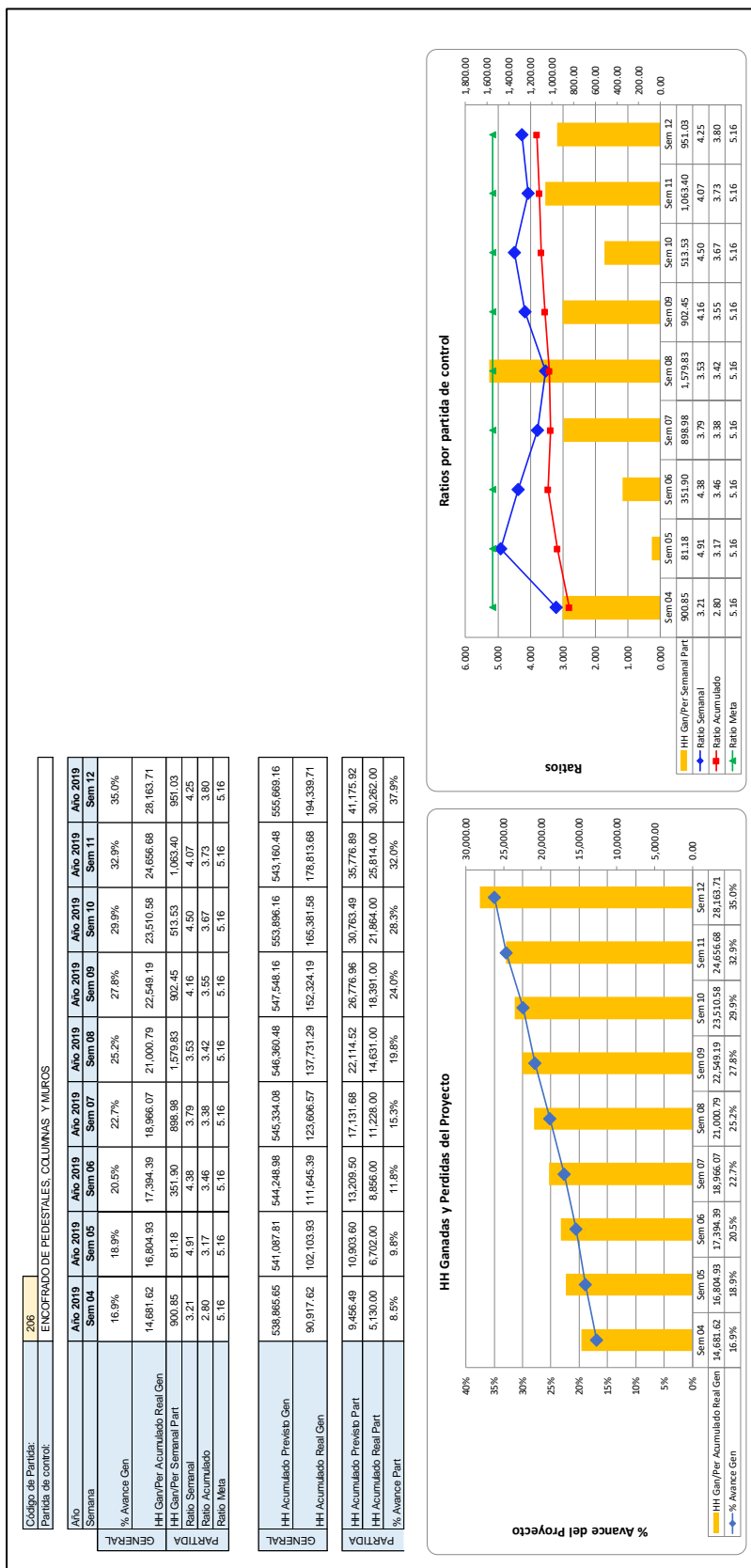


Tabla N°30: Resumen de partida de control 206 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

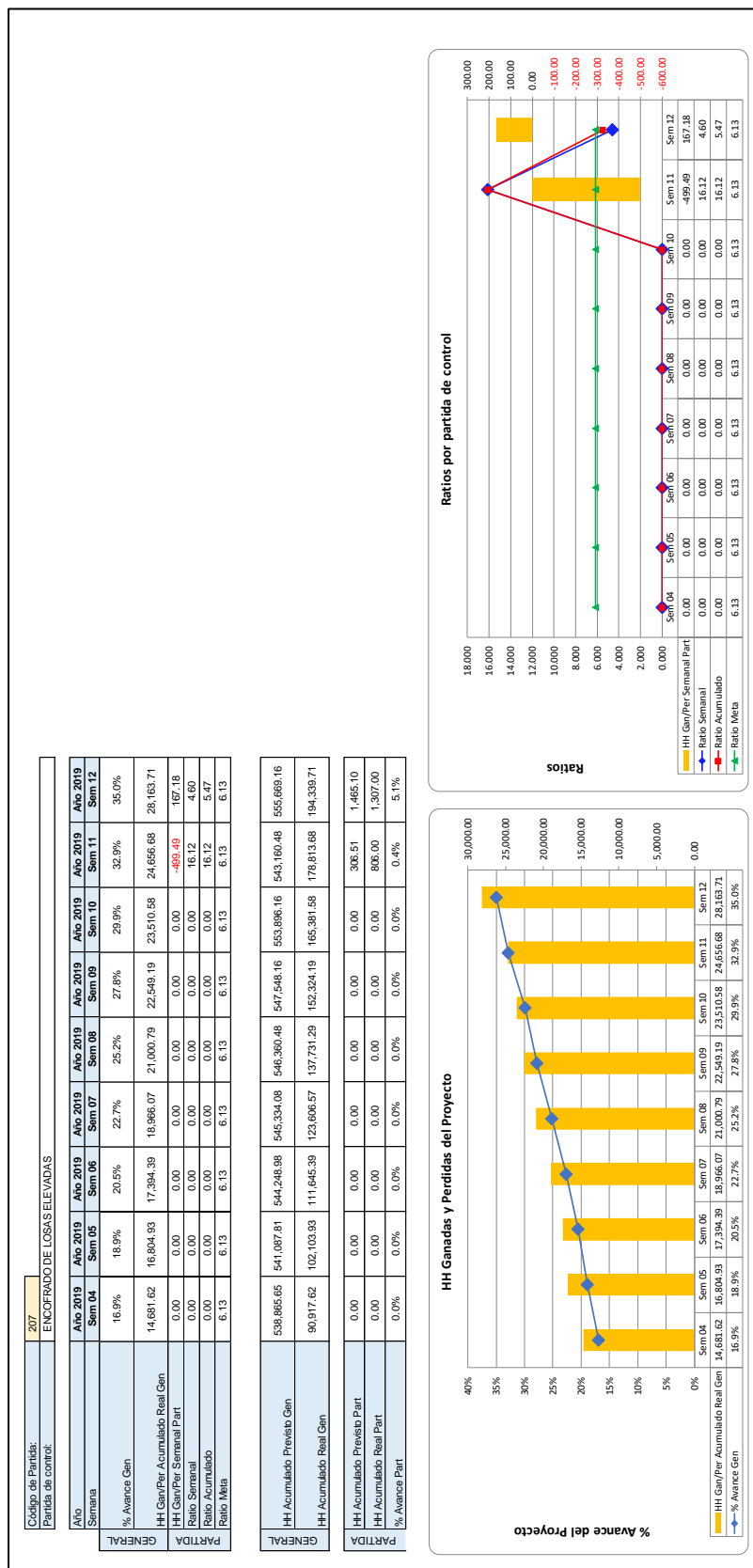


Tabla N°31: Resumen de partida de control 207 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

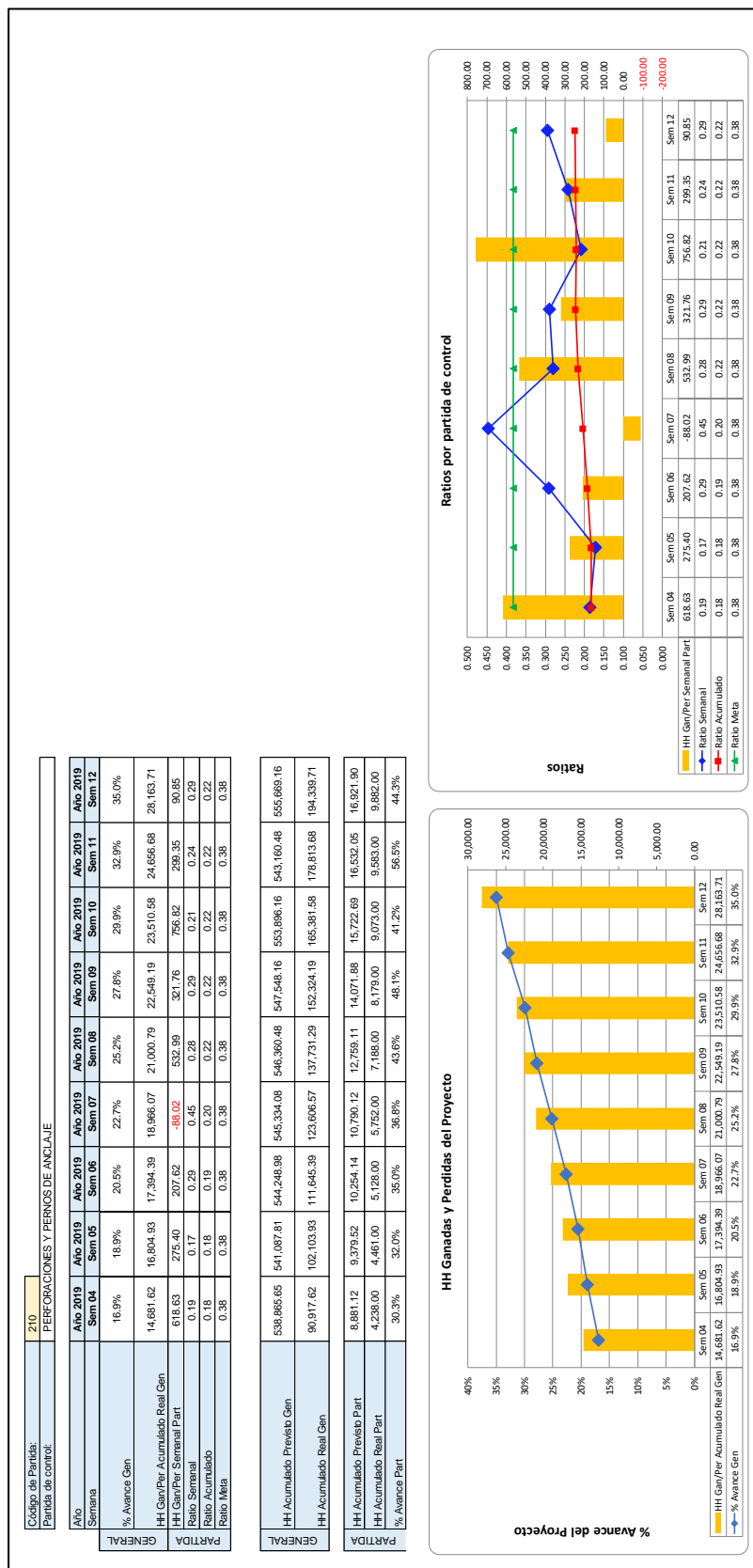


Tabla N°32: Resumen de partida de control 210 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

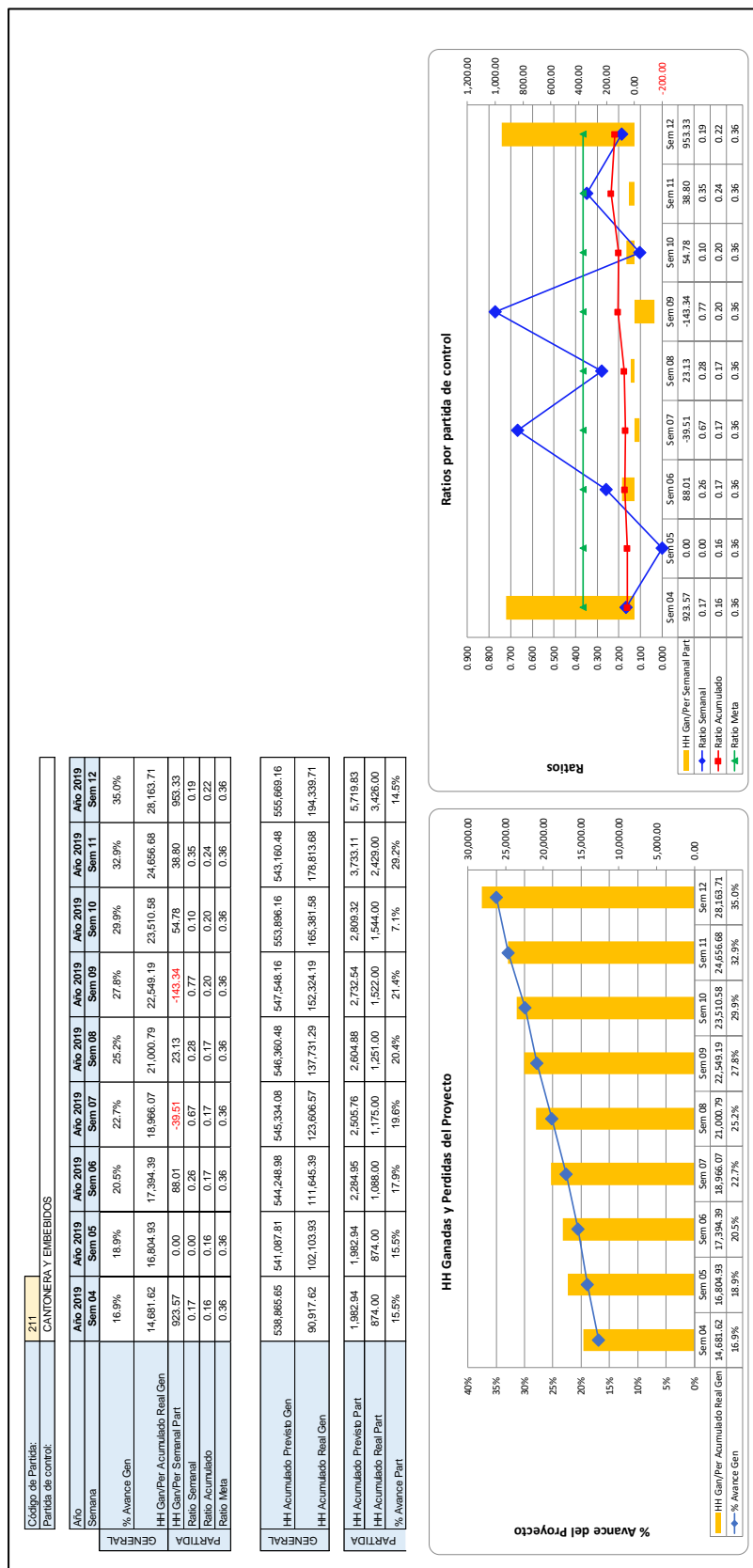


Tabla N°33: Resumen de partida de control 211 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°34: Resumen de partida de control 212 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

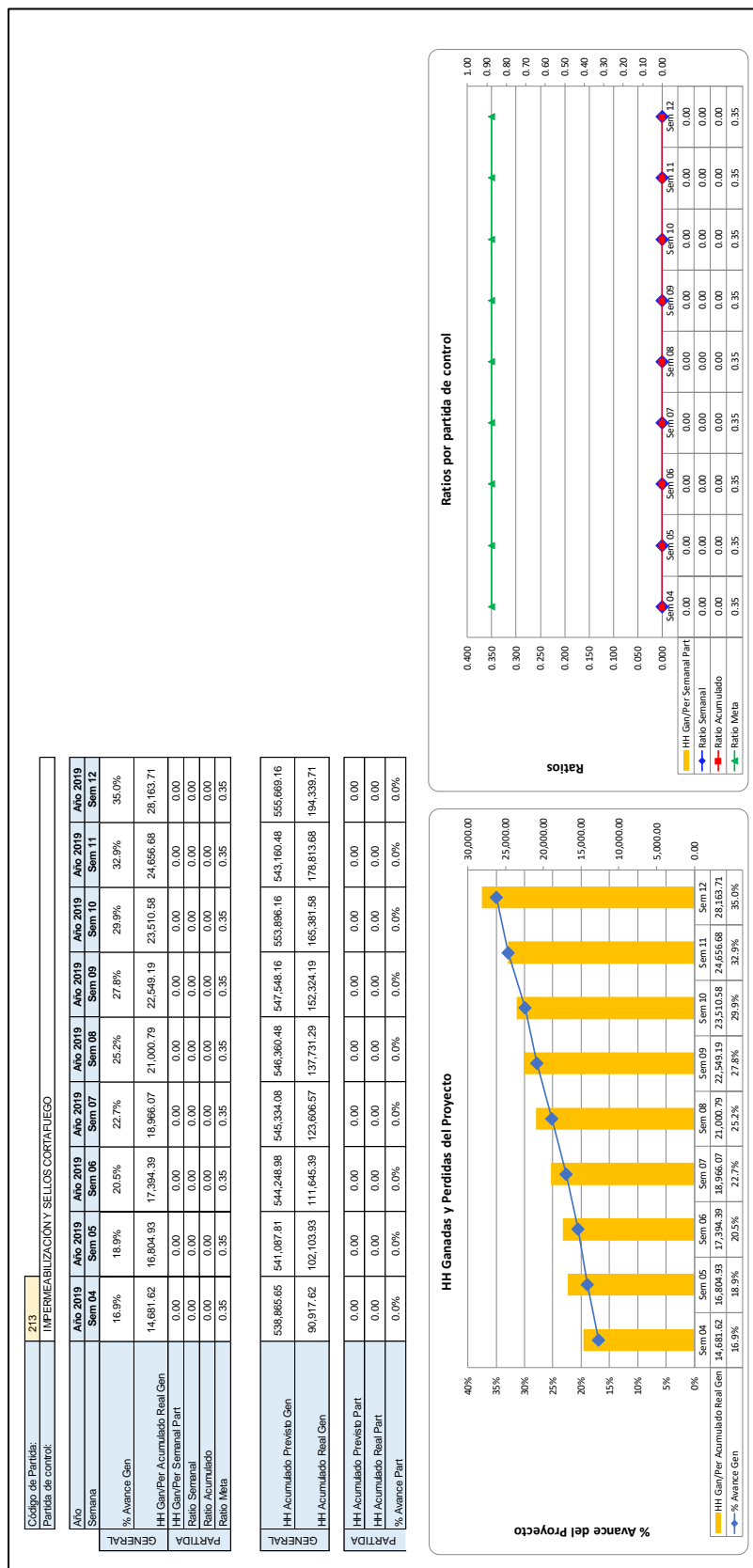


Tabla N°35: Resumen de partida de control 213 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

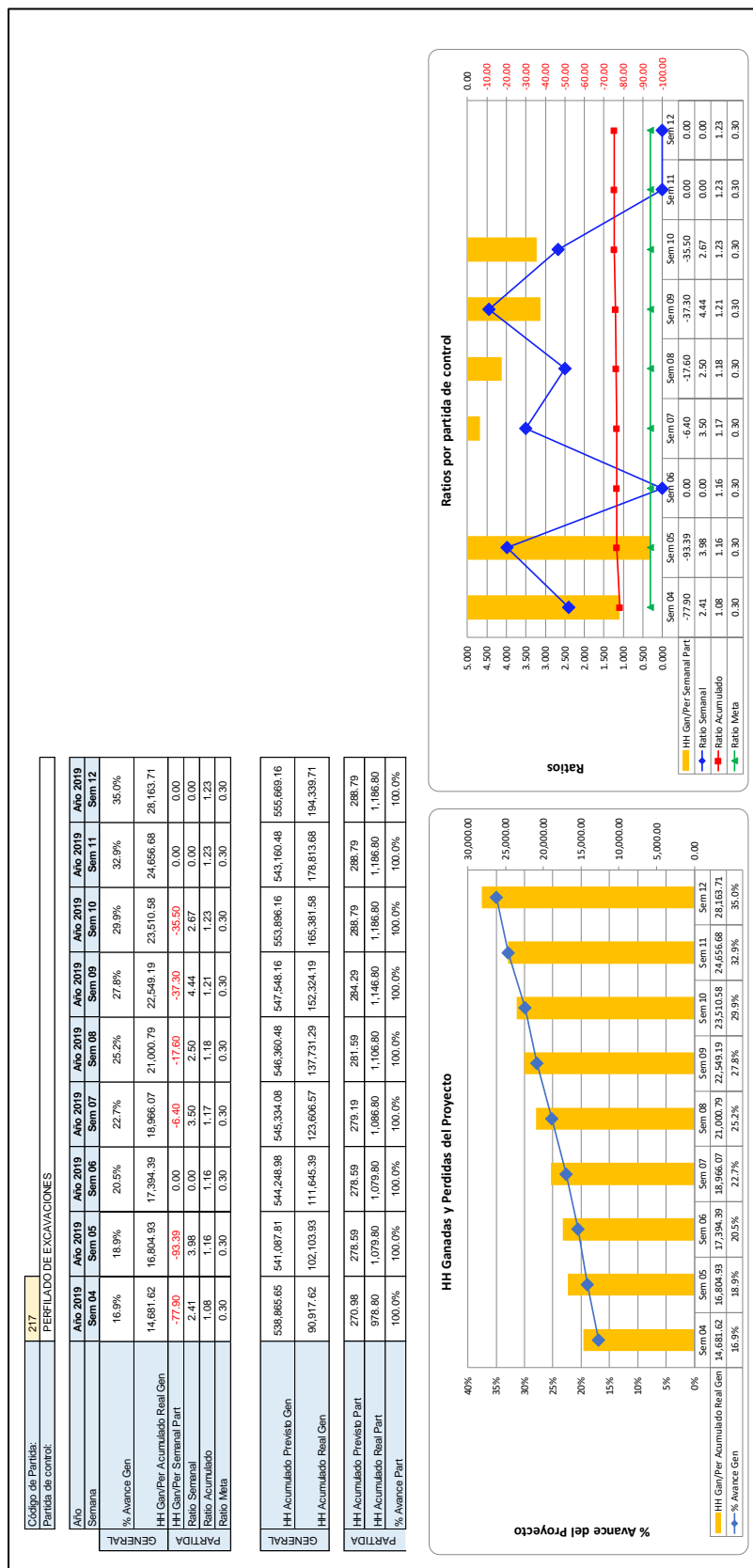


Tabla N°36: Resumen de partida de control 217 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°37: Resumen de partida de control 218 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

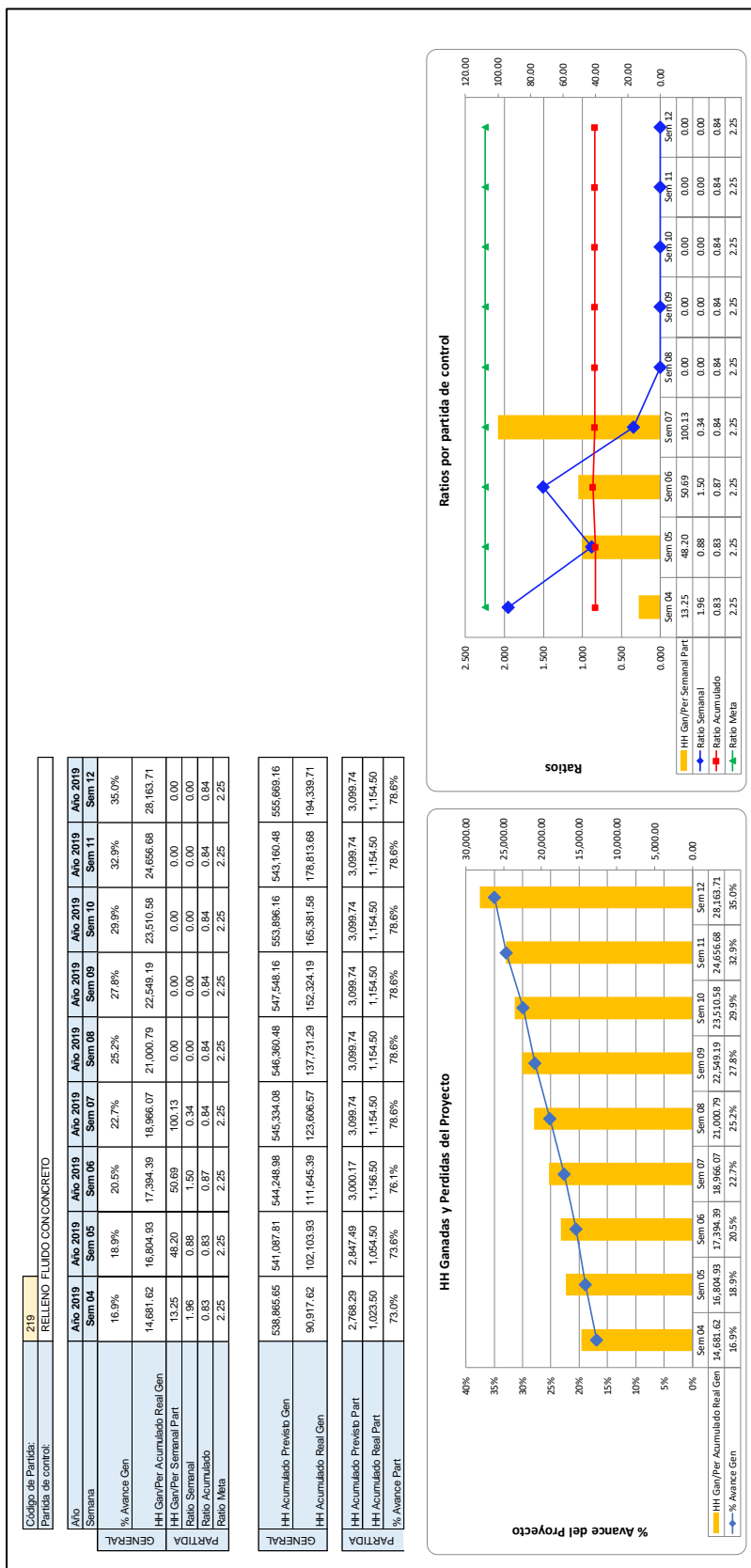


Tabla N°38: Resumen de partida de control 219 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

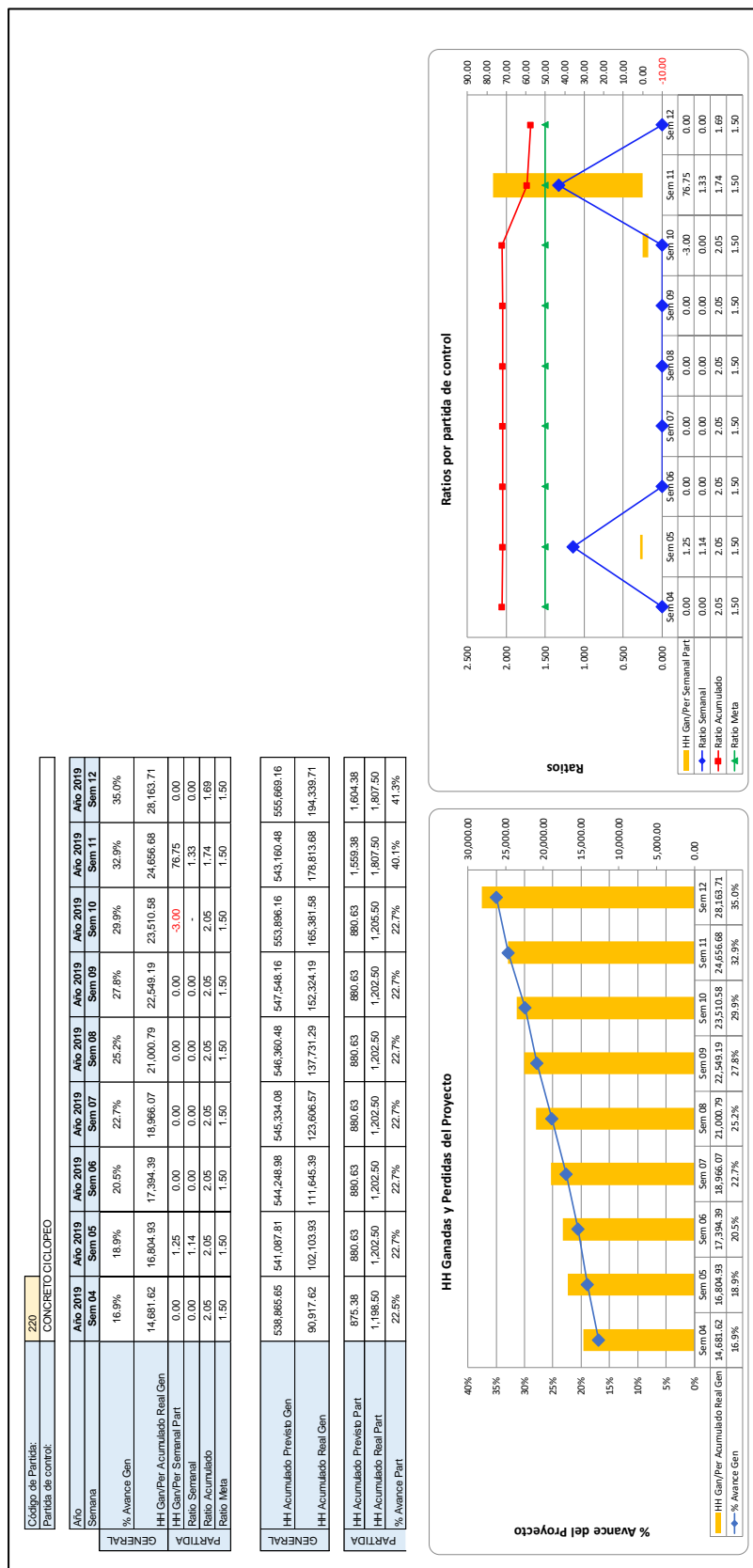


Tabla N°39: Resumen de partida de control 220 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

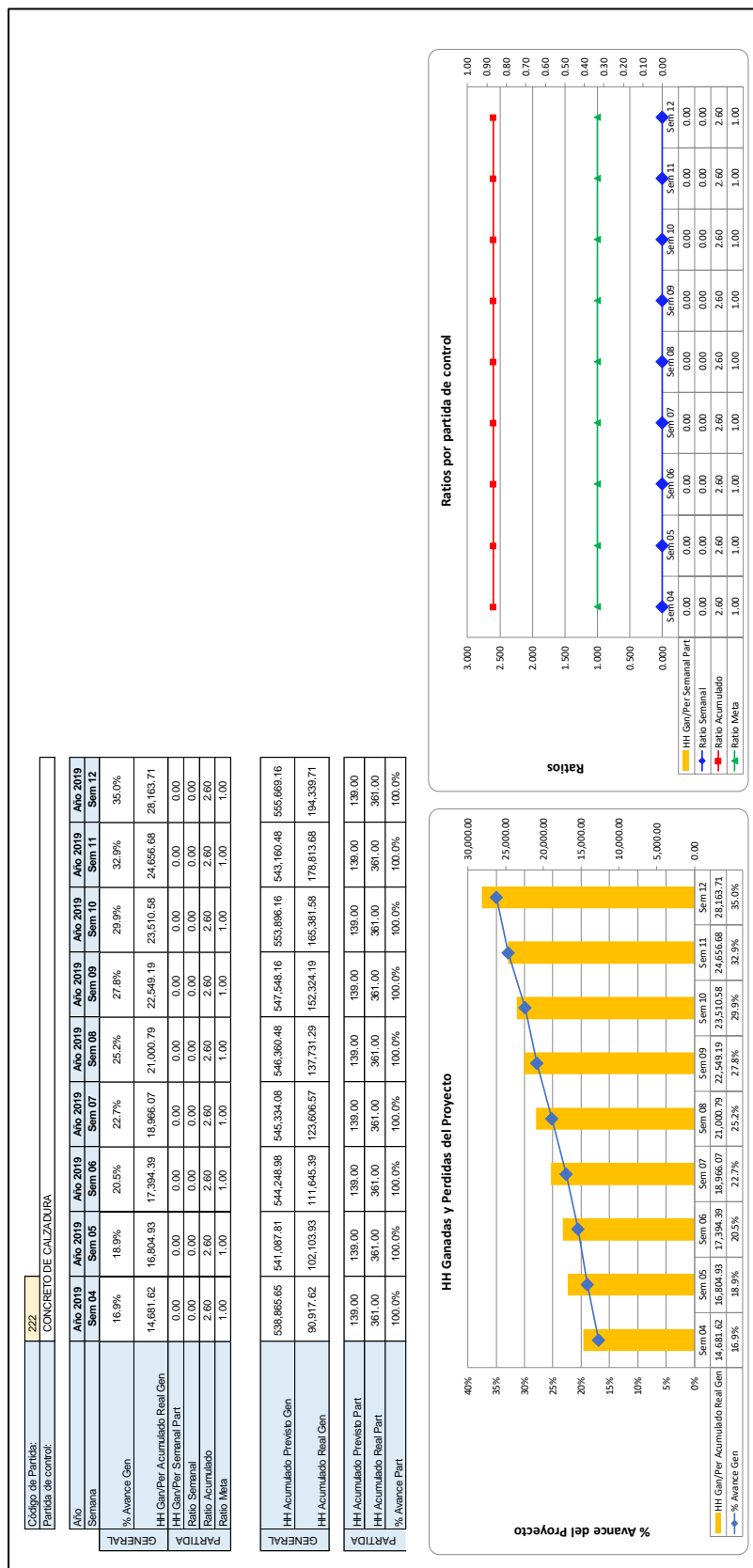


Tabla N°40: Resumen de partida de control 222 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

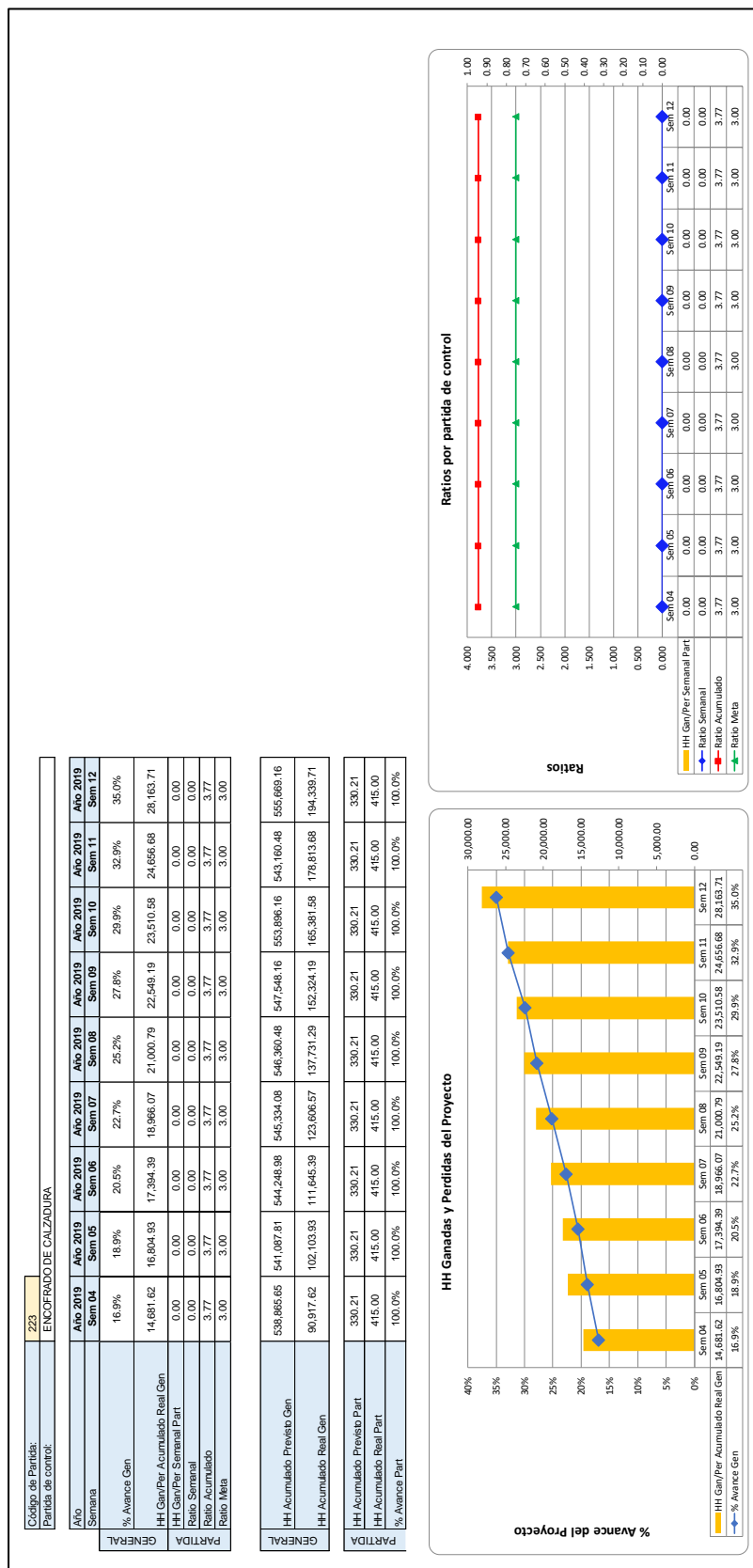


Tabla N°41: Resumen de partida de control 223 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

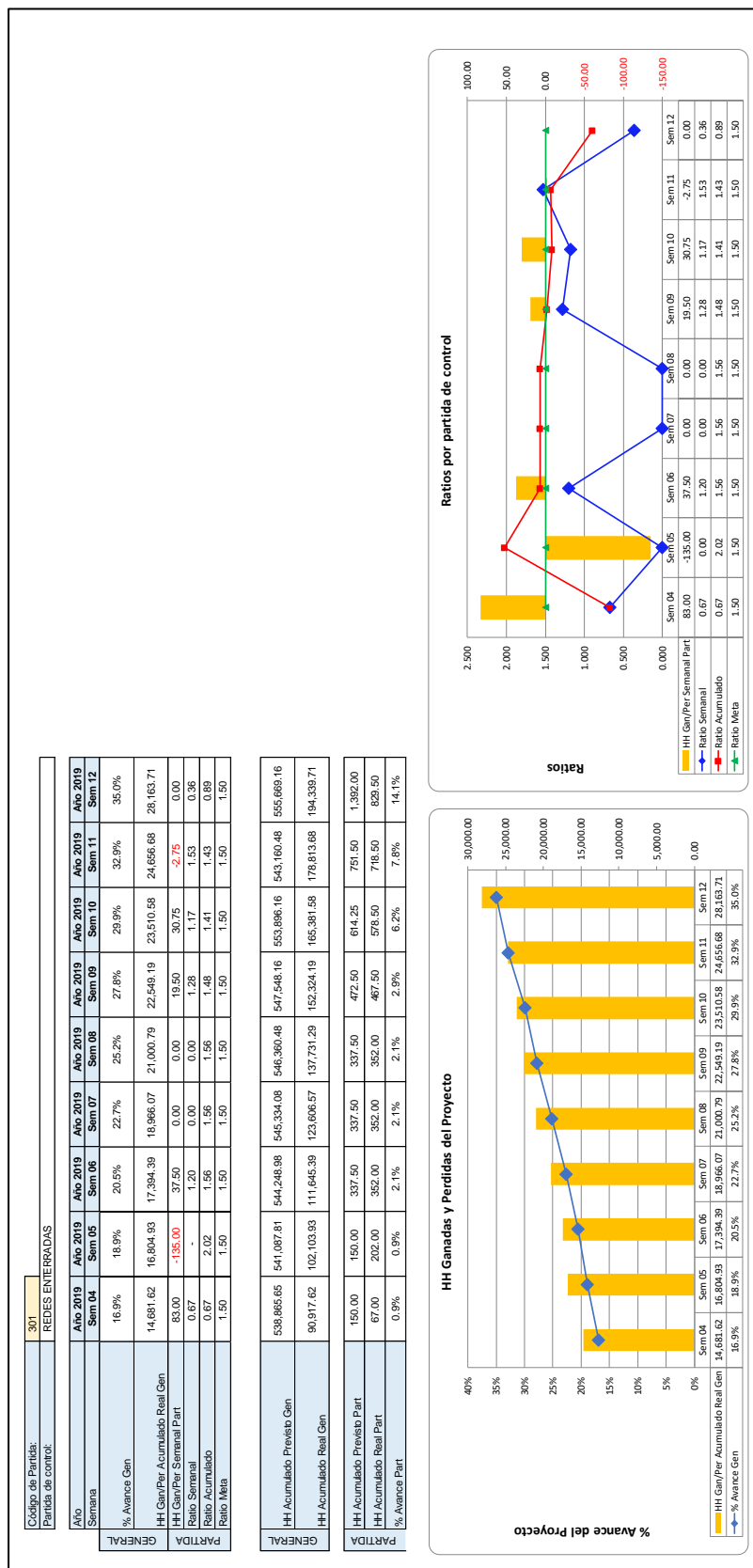


Tabla N°42: Resumen de partida de control 301 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

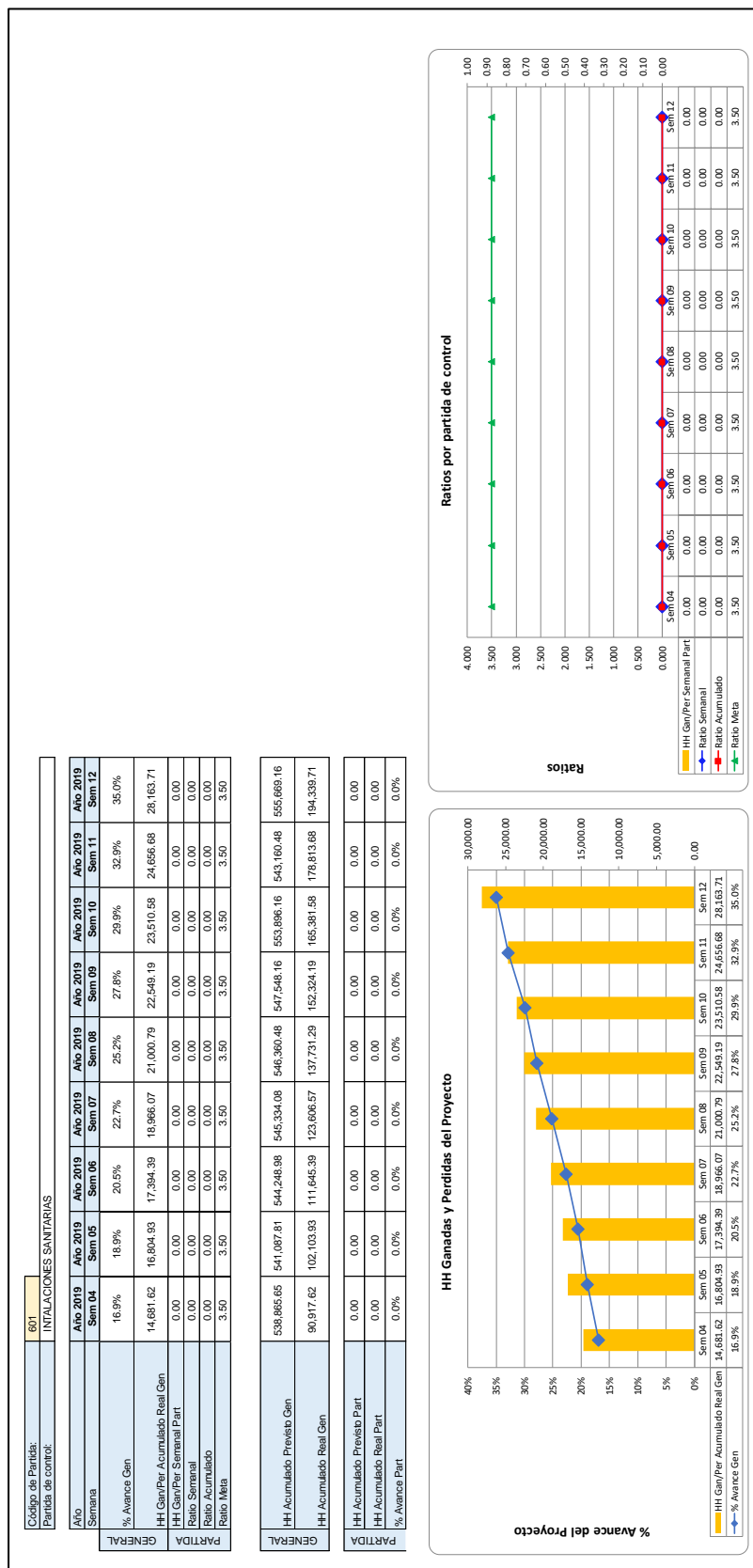


Tabla N°43: Resumen de partida de control 601 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

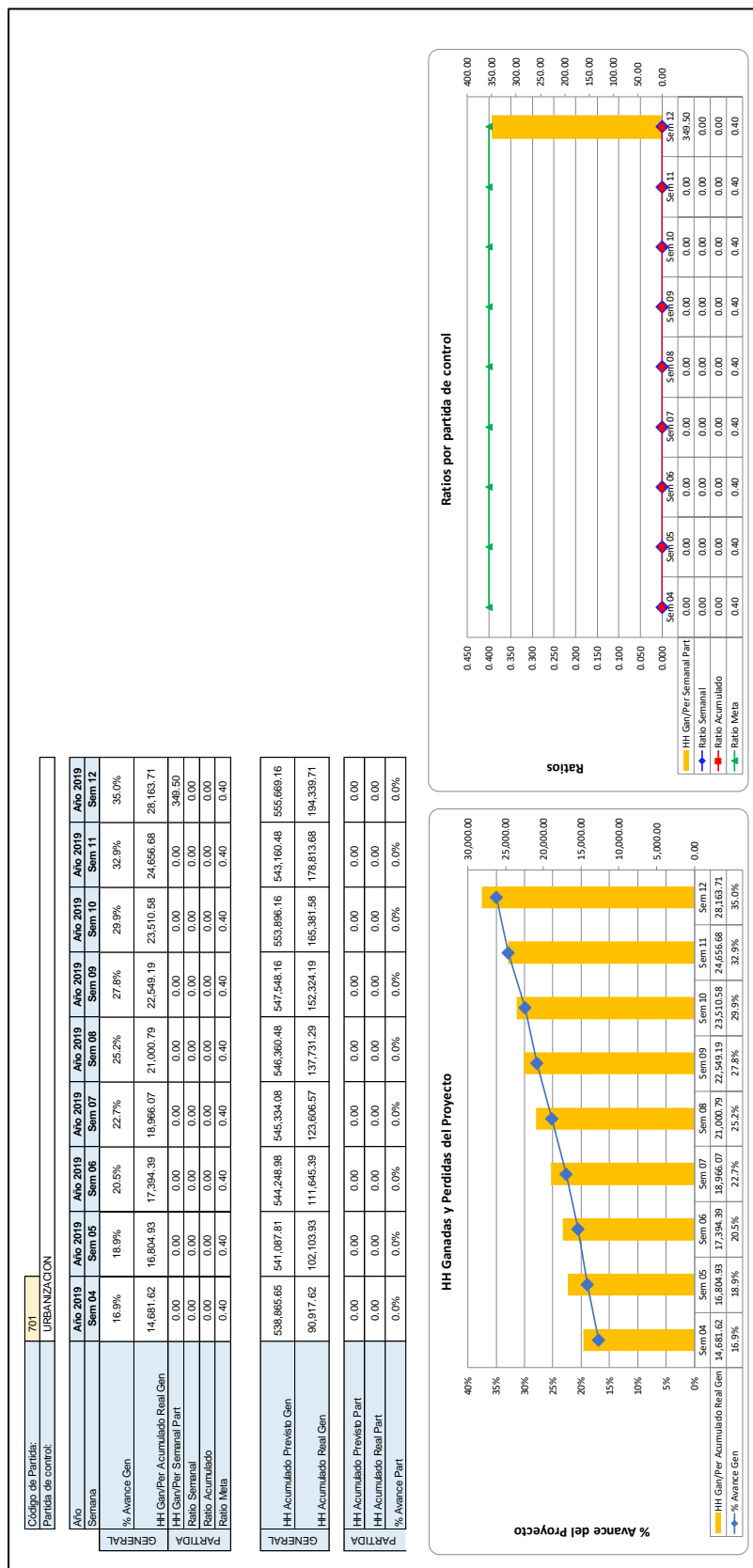


Tabla N°44: Resumen de partida de control 701 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°45: Resumen de partida de control 801 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°46: Resumen de partida de control 224 desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.



Tabla N°47: Resumen de otras partidas desde la semana 04 hasta la semana 12.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO E: Fotos de proyecto



Figura N°66: Pilotera BAUER BG24H y armaduras de pilotes. Fecha: 02/10/2018

Fuente: Elaboración propia.

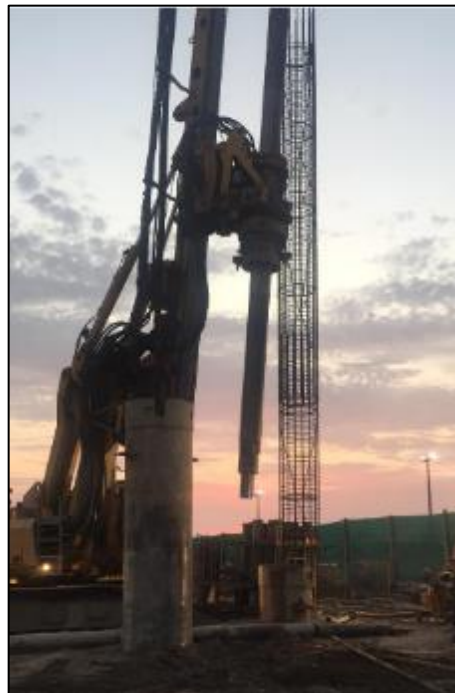


Figura N°67: Colocación de armadura en sitio. Fecha: 03/10/2018

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°68: Vaciado de zapata del edificio de acería. Fecha: 09/01/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°69: Horno y carro del EAF. Fecha: 02/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°70: Horno y carro del EAF. Fecha: 10/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°71: Edificio eléctrico EAF. Fecha: 05/03/2020.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°72: Horno y carro del LF. Fecha: 04/02/2020.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°73: Edificio eléctrico LF. Fecha: 05/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°74 Edificio eléctrico LF. Fecha: 04/02/2020.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°75: Edificio eléctrico LF. Fecha: 21/02/2020.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°76: Torre de cucharas del CCM y edificio del CCM. Fecha: 18/07/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°77: Torre de cucharas del CCM, edificio del CCM y edificio eléctrico del CCM. Fecha:
05/12/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°78: CCM área 1 y área 2. Fecha: 15/10/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°79: CCM área 3 y 4. Fecha: 24/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°80: Edificio CCM. Fecha: 05/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°81: Edificio eléctrico del CCM. Fecha: 05/11/2019.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°82: Excavación del Scale Pit. Fecha: 14/05/2019.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°83: Scale Pit. Fecha: 10/07/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°84: Scale Pit. Fecha: 14/07/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°85: Scale Pit. Fecha: 14/02/2020.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°86: Parque de chatarras / scrap yard. Fecha: 04/04/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°87: Parque de chatarras / scrap yard. Fecha: 14/02/2020.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°88: MHS. Fecha: 12/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°89: MHS. Fecha: 23/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°90: Filtro de cartuchos del FTP. Fecha: 15/01/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°91: Filtro de cartuchos del FTP. Fecha: 14/02/2020.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°92: Chimenea y ventiladores del FTP. Fecha: 27/02/2020.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°93: Edificio eléctrico del FTP. Fecha: 04/06/2019.
Fuente: Elaboración propia.



Figura N°94: Edificio eléctrico del FTP. Fecha: 06/09/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°95: Torre de refrigeración del WTP. Fecha: 23/09/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°96: Torre de refrigeración del WTP. Fecha: 07/10/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°97: Decantador del WTP. Fecha: 08/09/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°98: Edificio de bombas del WTP. Fecha: 23/09/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°99: Edificio de bombas del WTP. Fecha: 08/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°100: Aerorefrigeradores del WTP. Fecha: 23/09/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°101: Aerorefrigeradores del WTP. Fecha: 13/02/2020.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°102: Edificio de bombas booster del WTP. Fecha: 13/11/2019.

Fuente: Elaboración propia.



Figura N°103: Almacén de palanquillas. Fecha: 14/02/2020.

Fuente: Elaboración propia.