



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**MÉTODO DE LA LÍNEA BALANCE EN LA GESTIÓN DE LA EJECUCIÓN DE
PROYECTOS MULTIFAMILIARES CASO EDIFICIO ANGAMOS 1675 LIMA -
2021**

Línea de investigación:

**Desarrollo urbano-Rural, catastro, prevención de riesgos, Hidráulica y
geotecnia**

Modalidad de Suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero
Civil

Autor:

Corpus Milla, Yeda Soledad

Asesor:

Tello Malpartida, Omar

Código ORCID 0000-0002-5043-6510

Jurado:

Romero Ríos, David

Quintanilla Huayta, Darío

Madrid Saldaña, Cesar Karlo

Lima - Perú

2023

MÉTODO DE LA LÍNEA BALANCE EN LA GESTIÓN DE LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS MULTIFAMILIARES CASO EDIFICIO ANGAMOS 1675 LIMA - 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	3%
2	www.leanconstructionmexico.com.mx Fuente de Internet	2%
3	asana.com Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	1%
5	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
6	experience.dropbox.com Fuente de Internet	1%
7	postgradoingenieria.com Fuente de Internet	1%
8	www.lucidchart.com Fuente de Internet	1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

MÉTODO DE LA LÍNEA BALANCE EN LA GESTIÓN DE
LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS MULTIFAMILIARES CASO
EDIFICIO ANGAMOS 1675 LIMA - 2021

Línea de Investigación:

Desarrollo urbano-Rural, catastro, prevención de riesgos, Hidráulica y geotecnia
Modalidad de Suficiencia profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Autor(a)

Corpus Milla, Yeda Soledad

Asesor(a)

Tello Malpartida, Omar
ORCID: 0000-0002-5043-6510

Jurado

Romero Ríos, David
Quintanilla Huayta, Darío
Madrid Saldaña, Cesar

Lima – Perú
2023

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi Madre, en agradecimiento a todo su esfuerzo y dedicación para poder educarme, a esas personas especiales para los que quiero ser una guía adecuada en su andar, mis adorados hijos.

Índice

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 TRAYECTORIA DEL AUTOR	13
1.1.1. Edificio Multifamiliar “PARQUEMAR”:	14
1.1.2. Mejoramiento y construcción de la carretera ruta 10, TRAMO: Puente Pallar – Juanjui - SECTOR: Huamachuco – Sausacocha - Puente Pallar:	14
1.1.3. Edificio multifamiliar “MOON”:	14
1.1.4. Edificio Multifamiliar “MAGNA HAUS”:	14
1.1.5. Edificación hotelera “TIERRA VIVA - ALCANFORES”:	14
1.1.6. Edificio multifamiliar “VELNES”:	15
1.1.7. Edificio multifamiliar “ANGAMOS 1675”:	15
1.1.8. Edificio Multifamiliar “BRISSA”:	15
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	15
1.2.1. Fase dos SAC:	15
1.3 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	16
1.4 ÁREAS Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS	18
1.4.1. Asistente de costos:.....	18
1.4.2. Asistente de planeamiento:.....	18
1.4.3. Responsable de planeamiento:.....	18
1.4.4. Responsable del área de costos:.....	18
1.4.5. Jefe de oficina técnica de obra:.....	18
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	21
2.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	21
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
2.2.1. Problema general	21
2.2.2. Problemas específicos	22
2.2.2.1. Problema específico 01	22

2.2.2.2.	Problema específico 02	22
2.2.2.3.	Problema específico 03	22
2.3.	JUSTIFICACIÓN	22
2.4.	OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS	23
2.4.1.	<i>Objetivos Generales</i>	23
2.4.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	23
2.4.2.1.	Objetivo específico 01	23
2.4.2.2.	Objetivo específico 02.....	23
2.4.2.3.	Objetivo específico 03.....	23
2.5.	HIPÓTESIS GENERALES Y ESPECÍFICOS	23
2.5.1.	<i>Hipótesis generales</i>	23
2.5.2.	<i>Hipótesis específica</i>	23
2.5.2.1.	Hipótesis específico N° 01	23
2.5.2.2.	Hipótesis específico N° 02	23
2.5.2.3.	Hipótesis específico N° 03	24
2.6.	MARCO TEÓRICO.....	24
2.6.1.	<i>Antecedentes</i>	24
2.6.2.	<i>Conceptos</i>	25
2.6.2.1.	Proyecto	25
2.6.2.2.	Planeamiento	25
2.6.2.3.	Programación	26
2.6.2.4.	Ejecución.....	27
2.6.2.5.	Modelo tradicional	29
2.6.2.6.	Método de la línea Balance	37
2.7.	MÉTODO	40
2.7.1.	<i>Tipo y diseño de investigación</i>	40
2.7.1.1.	Tipo de investigación	40
2.7.1.2.	Diseño de investigación.....	41
2.7.2.	<i>Ámbito temporal y espacial</i>	41
2.7.2.1.	Ámbito espacial.....	41
2.7.2.2.	Ámbito temporal	41
2.7.3.	<i>Variables</i>	41

2.7.3.1.	Variables independientes.....	42
2.7.3.2.	Variables dependientes.....	42
2.7.4.	<i>Población y muestra</i>	42
2.7.4.1.	Población.....	42
2.7.4.2.	Muestra.....	42
2.7.5.	<i>Desarrollo de la experiencia (Procedimiento)</i>	42
2.7.5.1.	Descripción del proyecto.....	43
2.7.5.2.	<i>Estructura de desglose del proyecto (EDT)</i>	63
2.7.5.3.	Programación con el sistema tradicional Gantt	64
2.7.5.4.	Programación con el método de la línea balance.....	68
2.7.5.5.	Análisis de conflictos	72
2.7.5.6.	Replanteo de cronograma optimizando los conflictos	74
III.	APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN	78
3.1.	RESULTADOS DEL PROBLEMA GENERAL.....	78
3.2.	RESULTADOS DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS	78
3.2.1.	<i>Resultado del problema específico No 01</i>	78
3.2.2.	<i>Resultado del problema específico N° 02</i>	79
3.2.3.	<i>Resultado del problema específico N° 03</i>	82
IV.	CONCLUSIÓN	83
V.	RECOMENDACIONES	84
4.1.	RECOMENDACIONES DE LOS PROBLEMAS GENERALES.....	84
4.2.	RECOMENDACIONES DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS	84
4.2.1.	<i>Recomendaciones del problema específico N° 01</i>	84
4.2.2.	<i>Recomendaciones del problema específico N° 02</i>	84
4.2.3.	<i>Recomendaciones del problema específico N° 03</i>	84
VI.	REFERENCIAS.....	85

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	17
ESQUEMA DE ORGANIGRAMA DE OBRAS EMPRESA FASE DOS	17
FIGURA 2	26
FACTORES QUE SE INTERRELACIONAN PARA EL PLAN DEL PROYECTO	26
FIGURA 3	27
GRAFICA DE INTERRELACIÓN ENTRE PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN	27
FIGURA 4	28
ESQUEMA DE INTERRELACIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN	28
FIGURA 5	32
GUÍA DEL PROCESO PERT - TEAM ASANA (14 DE OCTUBRE DE 2021)	32
FIGURA 6	34
EJEMPLO DE GRAFICA DE CORRELACIÓN DE PARTITAS EN UN DIAGRAMA GANTT – PROYECTO VELNES	34
FIGURA 7	36
DIFERENCIA EN DIAGRAMA GANT Y PERT - TEAM ASANA (14 DE OCTUBRE DE 2021)	36
FIGURA 8	38
ESQUEMA DE DIAGRAMA GANTT	38
FIGURA 9	38
CUADRO DE LÍNEA BALANCE PARA VIVIENDA 01 Y VIVIENDA 02 - MEDINA G. (16 DE OCTUBRE DEL 2016)	38
FIGURA 10	39
CORRELACIÓN DE LOS TRABAJOS CON MÉTODO DE LA LÍNEA DE BALANCE - MEDINA G. (16 DE OCTUBRE DEL 2016)	39
FIGURA 11	40
REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL RITMO DE AVANCE DE LAS PARTIDAS, REPRESENTADA MEDIANTE LA INCLINACIÓN DE LA LÍNEA DE PARTIDA	40
FIGURA 12	43
PROYECTO ANGAMOS 1675, MODELAMIENTO EN 3D – FUENTE, CONSTRUCTORA FASE DOS – MEMORIA DESCRIPTIVA	43
FIGURA 13	44
PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO (FUENTE PROPIA)	44

FIGURA 14	45
RECEPCIÓN, EN EL NIVEL 01 DEL EDIFICIO	45
FIGURA 15	46
PLANTA DEL SÓTANO 04 – EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675.....	46
FIGURA 16	47
PLANTA DEL SÓTANO 03 – EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675.....	47
FIGURA 17	48
PLANTA DEL SÓTANO 02 – EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675.....	48
FIGURA 18	49
PLANTA DEL SÓTANO 1 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675.....	49
FIGURA 19	50
PLANTA DEL PRIMER PISO - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675	50
FIGURA 20	51
PLANTA DEL PISO 02 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675	51
FIGURA 21	52
PLANTA DE PISO 03 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675	52
FIGURA 22	53
PLANTA DEL PISO 4 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675.....	53
FIGURA 23	54
PLANTA DEL PISO 05 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675	54
FIGURA 24	55
PLANTA DEL PISO 06 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675	55
FIGURA 25	56
PLANTA DEL PISO 07 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675	56
FIGURA 26	57
PLANTA DEL PISO 08 - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675.....	57
FIGURA 27	58
PLANTA DE LA AZOTEA - EDIFICIO MULTIFAMILIAR ANGAMOS 1675.....	58
FIGURA 28	64
DESGLOSE PARA PROGRAMACIÓN - ELABORACIÓN PROPIA.....	64

FIGURA 29	66
CRONOGRAMA GENERAL DE OBRA EN PROYECT – INFORMACIÓN DE FASE DOS	66
FIGURA 30	67
CRONOGRAMA MAESTRO GENERAL – INFORMACIÓN DE FASE DOS	67
FIGURA 31	71
CRONOGRAMA CONTRACTUAL CON EL MÉTODO DE LA LÍNEA DE BALANCE - ELABORACIÓN PROPIA	71
FIGURA 32	73
GRAFICA DE LA LÍNEA BALANCE IDENTIFICANDO LOS DIFERENTES CASOS DE CONFLICTO - ELABORACIÓN PROPIA	73
FIGURA 33	77
GRÁFICA DE LA LÍNEA BALANCE CON LAS NUEVAS FECHAS Y VELOCIDADES	77

INDICE DE TABLA

TABLA 1:	44
DATOS DE LOS PREDIOS COLINDANTES (FUENTE PROPIA)	44
TABLA 2:	59
ÁREAS TECHADAS POR NIVELES	59
TABLA 3:	60
PRESUPUESTO DEL PROYECTO DESGLOSADA POR ESPECIALIDAD	60
TABLA 4:	61
RESUMEN DE PARTIDAS DE ACUERDO A LA ACTIVIDAD	61
TABLA 5:	62
COSTOS INDIRECTOS, LLAMADOS TAMBIÉN GASTOS GENERALES DEL PROYECTO ANGAMOS 1675	62
TABLA 6:	63
COSTOS INDIRECTOS DEPENDIENTES DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN DE OBRA	63
TABLA 7:	63
RATIO DE COSTOS POR MES Y POR DÍA DEL PROYECTO	63
TABLA 8:	63
DISGREGADO DE ESPECIALIDADES DEL PROYECTO	63
TABLA 9:	68
PARTIDAS SELECCIONADAS PARA EL ANÁLISIS EN EL CRONOGRAMA DE LA LÍNEA DE BALANCE	68
TABLA 10:	69
FECHAS CONTRACTUALES DE LAS PARTIDAS SELECCIONADAS PARA EL ANÁLISIS	69
TABLA 11:	70
OBTENCIÓN DE RENDIMIENTOS Y DURACIÓN DE DÍAS POR PISO _ ELABORACIÓN PROPIA	70
TABLA 12:	75
CÁLCULOS DE NUEVAS FECHAS Y VELOCIDAD DE AVANCE POR PISO	75
TABLA 13:	75
TABLAS COMPARATIVAS DE LA VARIACIÓN POR CADA PISO EN DÍAS ENTRE EL CONTRACTUAL Y REFORMULADO .	75
TABLA 14:	76
CALCULO DE DÍAS DE DEMORA POR PISO CON LOS NUEVOS RENDIMIENTOS Y VELOCIDAD DE AVANCE	76
TABLA 15:	78

TABLA DE CONTRACTUALES Y REPROGRAMACIONES	78
TABLA 16	80
COSTOS DE LA MANO DE OBRA CON LOS RENDIMIENTOS CONTRACTUALES	80
TABLA 17	81
COSTOS DE LA MANO DE OBRA CON LOS RENDIMIENTOS REFORMULADOS	81
TABLA 18	81
VARIACIÓN DEL COSTO POR PARTIDA ENTRE EN CONTRACTUAL Y REFORMULADO	81
TABLA 19	82
COSTO TOTAL DE LOS DÍAS OPTIMIZADOS EN EL COSTO INDIRECTO.....	82

Resumen

El presente informe tuvo como objetivo evaluar de qué manera influye el uso del método de la línea balance en la gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021. El informe se presenta como una investigación cualitativa, donde se buscó resolver una dificultad o problema dentro del proyecto de edificaciones. Además, se plantean objetivos, se establecen hipótesis y variables para la obtención de resultados. Este diseño de investigación es experimental, ya que generó un cambio en las variables después de su análisis. Para el desarrollo del informe se ha tomado de referencia un edificio multifamiliar ubicado en la avenida Angamos oeste 1669-1675, del distrito de Miraflores, provincia de Lima, región Lima, tuvo como objetivo reducir el plazo de ejecución del proyecto llegándose a obtener la reducción del tiempo de ejecución del proyecto en un 4.94% del plazo contractual, otro objetivo fue disminuir el costo directo, lográndose mejorar este en un 0.3% con respecto al costo directo contractual y otro de los objetivos fue reducir el costo indirecto, la cual se logró mejorar en un 4.18% con respecto al costo indirecto contractual. De lo evaluado hemos obtenido que del método de la línea balance influye significativamente en la gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021 dado se logró demostrar que la aplicación de la línea balance constituye una herramienta adecuada para la ejecución de proyectos multifamiliares.

Palabras clave: gestión de la ejecución, Proyectos multifamiliares, línea balance

ABSTRACT

The objective of this report was to evaluate how the use of the balance line method influences the management of the execution of multifamily projects, Angamos 1675 Lima-2021 building case. The report is presented as a Qualitative investigation, where it was sought to solve a difficulty or problem within the building project, where objectives have been set, hypotheses and variables were established to obtain results, the research design is experimental, since it generated a change in the variables after their analysis. For the development of the report, a multi-family building located on avenue Angamos Oeste 1669-1675, in the district of Miraflores, province of Lima, Lima region, has been taken as a reference. Its objective was to reduce the execution period of the project, obtaining the reduction of the execution time of the project by 4.94% of the contractual term, another objective was to reduce the direct cost, managing to improve this by 0.3% with respect to the direct contractual cost and another objective was to reduce the indirect cost, which was achieved improve by 4.18% with respect to the contractual indirect cost. From what we have evaluated, we have obtained that the balance line method significantly influences the management of the execution of multi-family projects, in the case of edifice Angamos 1675 Lima-2021 given that it was achieved Demonstrate that the application of the balance line constitutes an adequate tool for execution of multifamily projects.

Keywords: execution management, multifamily projects, balance line

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de mi trayectoria he participado de la construcción de Proyectos multifamiliares en la ciudad de Lima metropolitana desde el año 2014, dentro de los cuales, con los equipos de trabajo a cargo, hemos utilizado diversas herramientas para mejorar los procesos. Es así que, como parte de la gestión en la ejecución de proyectos, a manera complementaria a las gestiones tradicionalmente usadas, dentro de la empresa Fase dos S.A.C., tuve la oportunidad de ser participe de la aplicación del método de la línea de balance. La idea del uso de este método surgió a raíz de la necesidad y de las sugerencias de algunos métodos nuevos o poco conocidos de las obras en ejecución de la empresa. Uno de estos proyectos fue el proyecto Angamos 1675 en la cual se me dio la oportunidad de Plantear la aplicabilidad del método de la línea de balance junto al equipo de obra y su apoyo en conjunto. Básicamente se planteó este método debido a los beneficios que nos ofrecía en su concepto, por su forma de esquematización del cronograma general de obra; la cual la visualmente se aprecia de manera más sencilla la correlación de las partidas de ejecución que nos permite detectar periodos en las que hay holguras de tiempo o los llamados tiempos muertos.

1.1 TRAYECTORIA DEL AUTOR

Bachiller en ingeniería civil, con experiencia de 10 años en la construcción de proyectos de viviendas multifamiliares, oficinas y hoteles en Lima metropolitana, con conocimiento en gestión de proyectos y ejecución en las áreas de oficina técnica, producción y planeamiento. Conocimientos de herramientas de planificación, control de los recursos como Project, sistema S10, Microsoft office a nivel avanzado, dentro de los proyectos que he desarrollado he sido participe de la implantación de las herramientas de BIM, sistemas integrados de gestión, acreditación de certificación ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001. A continuación, detallo los proyectos en los que he participado:

1.1.1. Edificio Multifamiliar “PARQUEMAR”:

Proyecto de dos torres con 20 pisos, azotea y 5 sótanos, área construida de 2,288.07 m², costo de ejecución de 40 millones aproximadamente, con la Empresa C&J constructores contratistas S.A.C. desde enero del 2013 a diciembre del 2013

**1.1.2. Mejoramiento y construcción de la carretera ruta 10, TRAMO: Puente Pallar –
Juanjui - SECTOR: Huamachuco – Sausacocha - Puente Pallar:**

Proyecto con 28.325 km de longitud de tramo ejecutado, en la parte de Supervisión de proyecto con la Empresa Acruta & Tapia S.A.C. en enero del 2014 al marzo del 2014.

1.1.3. Edificio multifamiliar “MOON”:

Proyecto de dos torres con 26 pisos y 18 pisos, azotea y 4 sótanos, área construida de 44,735.10 m², costo de ejecución de 120 millones de soles aproximadamente, con la Empresa Ingeniería constructiva inmobiliaria S.A.C. de grupo empresarial “Inmobiliari” desde mayo del 2014 a mayo del 2017

1.1.4. Edificio Multifamiliar “MAGNA HAUS”:

Proyecto conformado por 5 torres de 9 pisos un sótano, un edificio de 4 pisos para áreas comunes, con un costo de construcción de 80 millones de soles aproximadamente con la empresa TC development S.R.L. constructora de la inmobiliaria “Arquimia” desde junio del 2017 a enero del 2018.

1.1.5. Edificación hotelera “TIERRA VIVA - ALCANFORES”:

Proyecto de 8 pisos más azotea con 3 sótanos de 2 estrellas, con un costo de 8 millones de soles aproximadamente con la empresa C&J constructores contratistas S.A.C. desde abril del 2018 a junio del 2019.

1.1.6. Edificio multifamiliar “VELNES”:

Proyecto de 8 pisos, azotea y tres sótanos, con un presupuesto de 15 millones de soles aproximadamente, con la empresa C&J constructores contratistas S.A.C. desde julio del 2019 a diciembre del 2019.

1.1.7. Edificio multifamiliar “ANGAMOS 1675”:

Proyecto de 8 pisos más azotea y cuatro sótanos, con un presupuesto de 16 millones de soles aproximadamente, con la empresa Fase Dos SAC desde febrero del 2020 a junio del 2021.

1.1.8. Edificio Multifamiliar “BRISSA”:

Proyecto de 26 pisos, azotea y cinco sótanos, con un presupuesto de 40 millones de soles aproximadamente, con la empresa Fase Dos SAC desde junio del 2021 hasta julio del 2022.

1.2 Descripción de la empresa

Las empresas en las que he laborado son en su mayoría constructoras dedicadas a ejecutar proyectos inmobiliarios, como viviendas multifamiliares, edificios de oficinas, hoteles y centros comerciales, almacenes comerciales, etc. Dentro del presente informe me centrare en describir la más representativa que de estos últimos tres años que es Fase dos SAC.

1.2.1. Fase dos SAC:

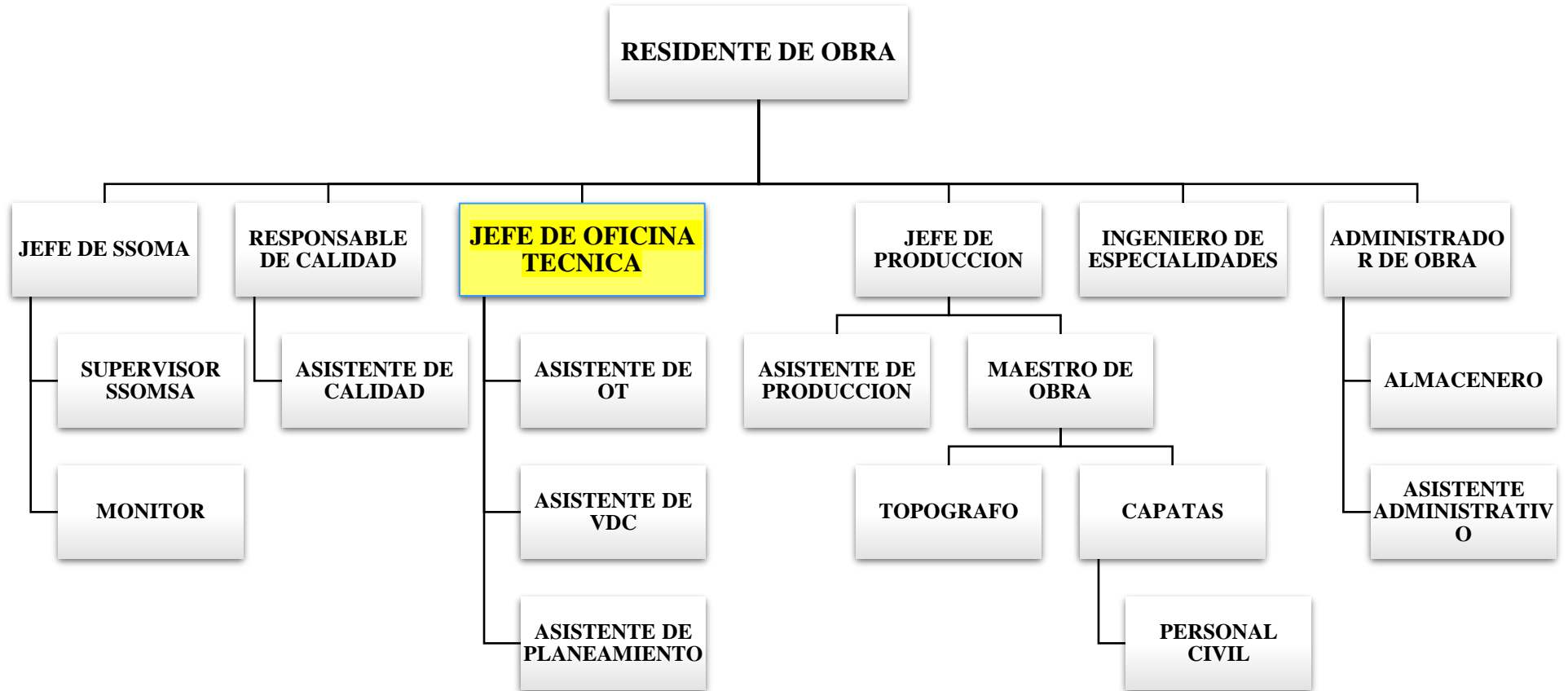
Es una empresa dedicada al diseño y ejecución de proyectos de ingeniería para el sector de la construcción pública y privada, como obras comerciales, residenciales, EPC.

Dentro de su estructura establece políticas y objetivos, con el uso de un sistema integrado de gestión basado en la mejora de procesos, con el cumplimiento de requisitos legales, calidad, seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y mejora continua; así como también fue acreditada con la certificación ISO 9001, ISO 14001, ISO 18001

1.3 Organigrama de la empresa.

Dentro del esquema del organigrama dentro de la empresa Fase dos, la parte de operaciones de todas las obras están direccionadas por la superintendencia de construcción dentro de las cuales las obras de toda la empresa tienen el esquema de la Figura 01, dirigida por el residente y el cargo que tenía asignado era el de **ingeniero jefe de oficina técnica**

Figura 1
Esquema de organigrama de obras empresa Fase dos



1.4 Áreas y funciones desempeñadas

Dentro de las funciones realizadas durante todo el periodo que vengo laborando desde los inicios lo detallo a continuación de manera ascendente:

1.4.1. Asistente de costos:

Asistir al área de costo dentro de la estructura de oficina técnica de obra, seguimiento de avance del proyecto, para las valorizaciones, mapeos de avance, control de valorizaciones, valorizaciones de subpartidas de contratistas.

1.4.2. Asistente de planeamiento:

Asistir al ingeniero de planeamiento con el seguimiento de avance y control del cronograma de obra, control de los recursos planificados, mano de obra y materiales incidentes.

1.4.3. Responsable de planeamiento:

Elaboración de cronograma meta de la obra, revisión y seguimiento de las programaciones diarias, semanales y Lookhaed, control de las ratios de mano de obra (índices de productividad), control de desperdicios de materiales.

1.4.4. Responsable del área de costos:

Elaboración de las valorizaciones generales al cliente, control de las valorizaciones de las partidas contratadas, validación de montos contratados, elaboración de cronogramas valorizados, curva "S", control de flujo de obra, elaboración del reporte operativo, liquidaciones de contrato general del proyecto, elaboración de adicionales y deductivos de obra de obra.

1.4.5. Jefe de oficina técnica de obra:

Control de las áreas de planeamiento, costos, subcontratos, procura y control documentario: por ende, revisión, validación y en los casos que no haya un responsable, encargada de la elaboración de todo lo que conlleva esas áreas. A continuación, detallo las

funciones y responsabilidades de manera más detallada de las funciones y responsabilidades en la empresa **Fase dos:**

1. Realiza la gestión de costos de la obra, para ello desarrollará la línea base de costos (presupuesto meta) y controlará eficientemente los recursos, de tal forma que los resultados operativos sean consistentes y confiables en la fecha de análisis y en la proyección al término de obra.
2. Revisar el contrato y alcances con el cliente y en base a ello controlar las variaciones del proyecto (adicionales, deductivos, plazo).
3. Elaboración del presupuesto meta para determinar la línea base de costos de la obra, y sobre este presupuesto realizar la gestión de control de costos.
4. Realizar el Cronograma de Adquisiciones (materiales-equipos-subcontratos).
5. Realizar el control de recursos (MO- materiales-equipos-subcontratos) y desperdicios.
6. Realizar y actualizar el cuadro control de subcontratistas de la obra.
7. Auditar el avance de obra, reportado por Producción, de tal forma que la estimación del avance valorizado del presupuesto meta (valor ganado) sea consistente y confiable.
8. Realizar la estimación del avance valorizado del presupuesto meta (valor ganado).
9. Actualizar el presupuesto real de obra, para tener confiabilidad en la estimación del presupuesto del saldo de obra y del proyectado de cierre.
10. Elaborar el Resultado Operativo de la Obra, realizar el análisis de brechas y planes de acción asociadas a esta (con el fin de revertir en el saldo de obra las negativas y proteger las positivas), revisión interna con el Residente de Obra, y posterior envío al responsable de Control de Costos.
11. Realizar valorizaciones al cliente.

12. Coordinar las reuniones con el cliente y/o supervisión (elaboración de las actas de reunión).
13. Coordinar y consolidar la información (seguridad-calidad-avance costos-programación) para las reuniones e informes semanales de obra. Envío de los informes semanales de obra al responsable de Control de Costos.
14. Análisis y estimación de los presupuestos adicionales y mayores gastos generales por ampliaciones de plazo.
15. Elaborar y analizar los comparativos técnico-económicos para la adjudicación de trabajos/partidas en función al Cronograma de Adquisiciones, luego revisar con el residente de obra, y enviar para aprobación de parte de la Gerencia Técnica.
16. Estimar y elaborar las valorizaciones del subcontratista.
17. Enviar y recibir la actualización de los documentos de construcción aplicables como planos, especificaciones técnicas, procedimientos, otros, transmitiéndolos al residente de obra, ingeniero de producción y jefe de calidad.
18. Controlar la comunicación de los documentos contractuales hacia el cliente.
19. Revisar los requerimientos de materiales y MO ingresados en el sistema por el Administrador de Obra.
20. Elaborar el cierre documentario de obras para el área de oficina técnica de obra según lo establecido por el SIG. Esta labor se tiene que realizar a medida que se van culminando los trabajos por especialidades, y la fecha límite para la revisión del cierre documentario de obra es 02 semanas luego de culminado el proyecto.
21. Cumplir con la Política de Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente, así como con lo establecido en el Sistema Integrado de Gestión.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

2.1. Realidad Problemática

Durante el tiempo en el que he venido trabajando en proyectos de edificaciones multifamiliares, hemos aplicado metodologías de programación para la ejecución de los proyectos; dentro de los cuales está el método CPM con su grafica GANT.

El método CPM con su grafica GANT es de bastante apoyo, sin embargo, su análisis toma tiempo y más cuando los niveles o pisos de la edificación incrementa y la cantidad de partidas o trabajos a realizar son muchas; y correlacionar un nivel con cada acabado o trabajo se vuelve exponencial; volviéndose extenso y tedioso.

Sobre las desventajas del diagrama Gantt. López y Moran (2010) sostienen que “el uso del diagrama Gantt en la planificación de procesos productivos complejos presenta deficiencias y limitaciones” (p.21). citando argumentos de estas desventajas en su uso y entre estas que no nos muestra visualmente las interrelaciones y las dependencias entre las actividades.

Dentro de la ejecución de proyectos de edificación es de mucha ayuda la visualización rápida del problema, y la detección a tiempo de las situaciones críticas del proyecto; así como también poder identificar fácilmente holguras o tiempos muertos que se puedan aprovecharse para la reducción del plazo.

2.2. Planteamiento del problema

2.2.1. Problema general

¿De qué manera influye el uso del método de la línea balance en la gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021?

2.2.2. Problemas específicos

2.2.2.1. Problema específico 01

¿En qué medida influye el uso del método de la línea balance en el tiempo de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021?

2.2.2.2. Problema específico 02

¿cómo influye el uso del método de la línea balance en el costo directo de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021?

2.2.2.3. Problema específico 03

¿En qué forma el uso del método de la línea balance en el costo indirecto de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021?

2.3. Justificación

En el presente informe se busca mejorar la gestión en el proceso de ejecución de edificios multifamiliares, complementando las deficiencias de las herramientas de programación convencionales como el diagrama Gantt.

Ugalde V.J, (1979). en su texto nos explica sobre el diagrama Gantt beneficios y desventajas, citándonos la dificultad de controlar muchas actividades con el diagrama Gantt y la dificultad de visualizar en el diagrama el conjunto de la obra.

Con el uso del método de la línea de balance se buscará mejorar esta falencia, ya que según Paredez, Torres y Gómez (2020), se puede identificar por medio de su grafica de las pendientes las inferencias, atrasos o adelantos de la obra en conjunto durante en el proceso de ejecución.

Poder mejorar estas deficiencias con el diagrama de Gantt usando el método de la línea de balance nos llevaría a la obtención de mejores márgenes de ganancia en las empresas constructoras e inmobiliarias por medio de la reducción en los tiempos de ejecución.

2.4. Objetivos generales y específicos

2.4.1. Objetivos Generales

Evaluar de qué manera influye el uso del método de la línea balance en la gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021

2.4.2. Objetivos Específicos

2.4.2.1. Objetivo específico 01

Calcular en qué medida influye el uso del método de la línea balance en el tiempo de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675

2.4.2.2. Objetivo específico 02

Determinar cómo influye el uso del método de la línea balance en el costo directo de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021

2.4.2.3. Objetivo específico 03

Evaluar el uso del método de la línea balance en el costo indirecto de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021

2.5. Hipótesis generales y específicos

2.5.1. Hipótesis generales

El uso del método de la línea balance influye significativamente en la gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso Edificio Angamos 1675 Lima-2021

2.5.2. Hipótesis específica

2.5.2.1. Hipótesis específico N° 01

El uso del método de la línea balance influye positivamente en el tiempo de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021

2.5.2.2. Hipótesis específico N° 02

El uso del método de la línea balance influye significativamente en el costo directo de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021

2.5.2.3.Hipótesis específico N° 03

El uso del método de la línea balance influye significativamente en el costo indirecto de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021

2.6. Marco teórico

2.6.1.Antecedentes

Dentro de los proyectos tenemos múltiples herramientas de apoyo, para llevar a cabo la ejecución del proyecto. Dentro de estas herramientas nos enfocaremos en lo referente a las programaciones de obra. Dado que el tiempo es el principal factor que repercute en el costo y ganancias de los proyectos de edificación.

Durante los últimos años nos hemos visto en la necesidad de complementar los métodos comúnmente usados a lo largo de los últimos años con métodos como el de la línea de balance, tal es así que dentro de los trabajos de investigación de Calampa. S. (2019) se logra obtener mejoras en tiempo por los rendimientos y la identificación de interferencias en la evaluación de cinco proyectos de edificación.

También Teran.H. (2016), dentro de su guía de implementación del sistema de línea de balance en proyectos inmobiliarios nos refiere varios de los procesos y beneficios que nos da el uso de la línea de balance llevándonos a un mejor panorama aplicado dentro del sector.

En el Perú, pocas empresas optan por mejorar con nuevos métodos sus programaciones durante el proceso de ejecución, es por ellos que mediante las investigaciones ya se está buscando hacer mucho más visualizable los resultados favorables que podríamos óptenos con el uso de los métodos de la línea de balance, volviéndolos parte del proyecto, durante la planificación del cronograma y durante el proceso de ejecución.

Orihuela P. y Estebes D. dentro de su artículo compara el master plan y los hitos con los que se marca los cronogramas de las obras , la cual es muy sililar a la secuencialidad del método de la línea balance , dado que ambas se definen mediante el inicio y termino de una

fase o evento. Además, también nos cita una opción muy interesante propuesta por Seppänen, Ballard and Pesonen (2010), es el sistema de gestión basada en la localización – LBMS, el cual integra y personaliza el método de la líneas balance para proyectos de construcción, usándolo no sólo para la etapa de planificación, sino también extendiéndolo para la etapa de control durante el desarrollo de la obra, para el progreso y para el pronóstico de comportamiento futuro.

2.6.2. Conceptos

2.6.2.1. Proyecto

La guía de PMOBK 7ma Edición, define el proyecto como todo Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final para el trabajo del proyecto o una fase del trabajo del proyecto.

Los proyectos pueden ser independientes o formar parte de un grupo, programa o portafolio.

Dentro de las características de un proyecto podemos citar lo siguiente:

- Tiene un propósito único.
- Es temporal.
- Uso de múltiples recursos.
- Debería de contar con un patrocinador o un cliente principal.
- Incertidumbre.

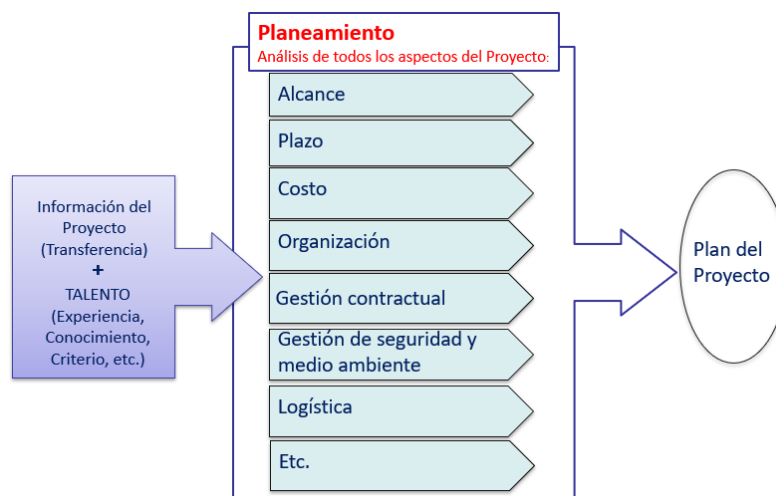
2.6.2.2. Planeamiento

El termino planeamiento como definición básica se podría describir como un proceso de toma de decisiones iniciales para alcanzar un futuro deseado, analizando el contexto, la situación actual y los diferentes factores internos y externos que pueden influir favorable o desfavorablemente en el logro de los objetivos.

Dentro de los factores que influyen dentro del planeamiento en proyecto de edificación están los alcances, el plazo, el costo, la organización, la gestión contractual, gestión de seguridad y medio ambiente, la logística etc., Figura 2, en la cual cada uno de estos factores se interrelacionan entre sí para lograr el modo más óptimo de dicho plan; la cual también se ve influenciada de acuerdo a los conocimientos, la experiencia, criterio de los que elaboran la planificación

Figura 2

Factores que se interrelacionan para el plan del proyecto



2.6.2.3. Programación

Se define como la actividad que se enfoca en organizar un conjunto de datos ordenados a seguir para ser ciertas cosas, esta definición puede utilizarse en muchos contextos. Pero en el área de informática la programación es fundamental para la relación entre ordenadores y los usuarios.

También se podría resumir la programación como el desarrollo del plan de trabajo en mayor detalle, considerando el PLANEAMIENTO como punto de partida, y tomando acciones que permitan que éste pueda ser ejecutado.

¿Que nos permite obtener la programación?

- Nos permite identificar claramente las tareas que se ejecutarán en el horizonte de tiempo correspondiente.
- Nos permite determinar si la cantidad de trabajo disponible es suficiente para los recursos existentes.

De la **Figura 3** podríamos observar cómo se interrelacionan los conceptos de planeamiento y programación.

Figura 3

Grafica de interrelación entre planeamiento y programación



A. Cronograma general

Se define como cronograma general a una lista de tareas o procesos de un proyecto en la cual se incluyen sus fechas previstas de comienzo y final. El cronograma únicamente incluye información acerca del tiempo destinado al proyecto y a cada una de sus fases.

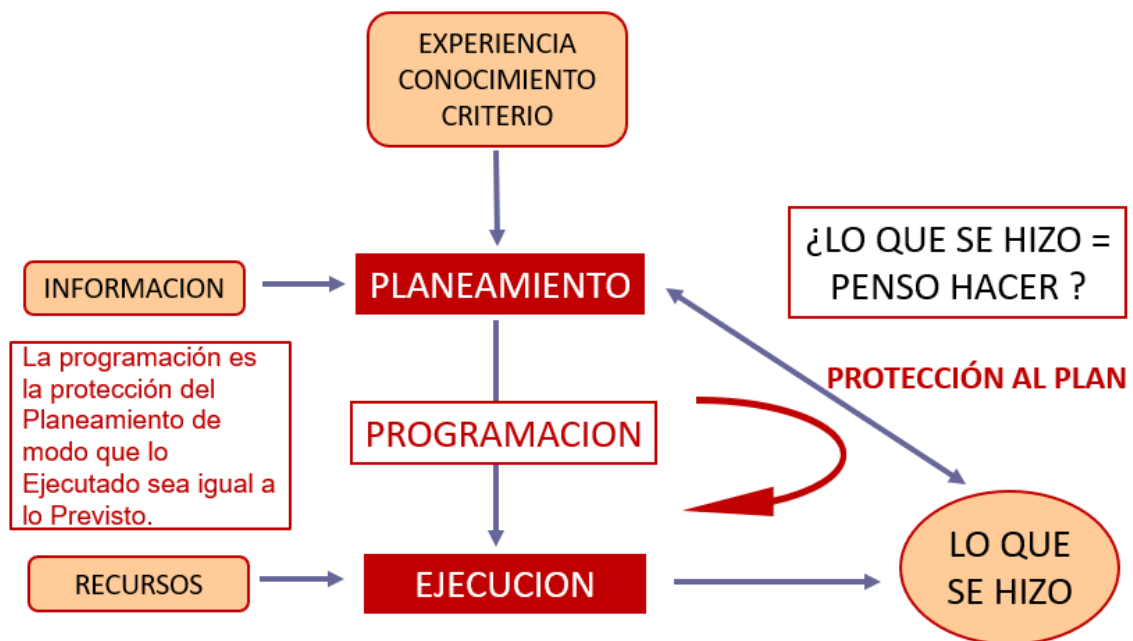
2.6.2.4.Ejecución

La ejecución del proyecto consiste en materializa en la planificación en base a una programación, haciéndose realidad el esfuerzo de la planeación y proceso de diseño para el

proyecto. De estos tres términos podemos sacar un esquema gráfico, que nos permita visualizar su interrelación tal como se muestra en la figura 4

Dentro de la ejecución del proyecto, se aplican métodos de control de procesos, como es el caso de la metodología Last planner

Figura 4
Esquema de interrelación durante la ejecución



Dentro de la ejecución del proyecto, se aplican métodos de control de procesos, como es el caso de la metodología Last planner la cual definimos a continuación

A. Last Planner

Es una herramienta de Lean que permite planificar, controlar y plantear mejoras a partir de un análisis del proceso ejecutado. Este sistema de planificación, plantea mejorar significativamente la brecha entre lo que debería hacerse y lo que finalmente se hizo. El éxito de la implementación de este sistema es asegurarnos de la confiabilidad de la información del

proceso, programando solo las actividades que se encuentran sin restricciones, generando una retroalimentación y aprendizaje, midiendo el cumplimiento de lo programado y ajustando con esta información las programaciones futuras.

Las 5 fases del Last Planner:

- Plan Maestro
- Programación por Fases (Phase Scheduling)
- Look a head
- Programación Semanal
- Retroalimentación de plan cumplido (PPC)

2.6.2.5. Modelo tradicional

Dentro del desarrollo de la historia en obras de edificación, se han implementado formas y métodos para la mejora continua, dentro de ella hay herramientas que se han vuelto de utilidad y se usan en la mayoría de proyecto , de manera constante; volviéndose herramientas de uso tradicional, dentro de las herramientas tradicionales que se han venido implementando en el transcurso de esta década, Last planer, el modelo CPM, está la metodología de PERT y la gráfica del diagrama de GANT, las cuales aplicadas con la ayuda del MS Project Office , son infaltables dentro de un proyecto.

A continuación, se detalla los conceptos de estas herramientas tradicionales de esta última década:

A. Método CPM o Ruta crítica

El método CPM por sus siglas en ingles de Critical Path Method, y que en español es conocida también como El método de la ruta crítica fue desarrollado a fines de la década de 1950 por James E. Kelley de Remington Rand y Morgan R. Walker de DuPont. Durante su desarrollo el Estaban intentando encontrar maneras de reducir los costos asociados con los

cierres y reinicios de plantas, causados por programaciones ineficientes. Al garantizar que las tareas correctas se realizaran en los tiempos adecuados, en lugar de simplemente saturar el problema con mano de obra adicional, encontraron que se podían evitar los costos excesivos. Kelley y Walker publicaron un artículo sobre su investigación en 1959, aunque DuPont abandonó la técnica después de que el equipo de gerencia, que era responsable de esta, la cambiara. Casi al mismo tiempo, la Marina de los Estados Unidos y Booz Allen Hamilton desarrollaron una técnica similar: PERT (técnica de revisión y evaluación de programas), que es donde surgió el término “ruta crítica”. De hecho, el análisis de ruta crítica tiene sus raíces en algunas de las técnicas de DuPont que se remontan a principios de la década de 1940 y que contribuyeron al éxito del Proyecto Manhattan.

El método de la ruta crítica es un método usado para calcular el tiempo estimado en el desarrollo de un proyecto, este método se puede aplicar en diversos espacios, como académico, administrativo, planificación económica o social y planificación de proyectos, informando te sobre el tiempo de cada tarea y el proyecto en general. Una vez que tienen esto mapeado, pueden comenzar a trazar la línea de tiempo en algún software de programación para gestionar la actividad.

La importancia del método CPM o la ruta crítica te ayuda a identificar fechas límite importantes y las actividades que deben completarse a tiempo. También, te ayuda a saber qué actividades pueden retrasarse por temas de costos u otros factores, Una vez se determine la ruta crítica del proyecto, se tendrá una imagen clara del cronograma que se debe seguir. Con este conocimiento, puedes cumplir con establecer prioridades, Plazos realistas, Asignar las tareas críticas a los miembros más capaces del equipo, teniendo como objetivo principal calcular el tiempo más corto y eficiente para llevar a cabo una actividad. Al asumir un proyecto complejo, con muchas tareas dependientes, puede ocurrir que existan algunas actividades que no pueden

comenzar o terminar hasta que otra haya iniciado o finalizado. Ante esta situación, un diagrama CPM ayuda a ver la ruta con más claridad y a analizar la mejor opción.

Ventajas y desventajas del CPM

- Detectar y mejorar técnicas de gestión en cualquier proyecto.
- Aumentar la eficiencia de los grupos de trabajo, así como la calidad en la gestión y las tareas realizadas.
- Hacer un seguimiento estricto del cronograma.
- Priorizar tareas y ahorrar tiempo. Esto puede darse haciendo varias actividades a la vez sin que se influyan entre ellas, o acortando la ruta crítica añadiendo más recursos y ahorrando tiempo.

Desventajas de implementar el CPM

- A veces se trabaja sobre estimaciones, ya sea en tiempo o recursos, que pueden variar en gran medida de la realidad.
- El progreso puede verse afectado a lo largo del proyecto, así como las decisiones tomadas en base al diagrama, que puede que no ofrezcan los resultados esperados.
- La ruta crítica solo puede establecerse cuando las actividades están conectadas lógicamente entre ellas. Esto limita el uso del CPM en varios campos de trabajo.

B. Metodología Pert

Para Team Asana (14 de octubre de 2021), el método PERT que viene de las siglas en inglés de *Program Evaluation and Review Technique* en español sería Técnica de evaluación y revisión de programas; es un método que sirve para planificar, programar y organizar en detalle las tareas de un proyecto en los que hace falta coordinar un gran número de actividades. Esta metodología usa una representación visual del cronograma de un proyecto y desglosa las tareas individuales la cual se le conoce como DIAGRAMA PERT

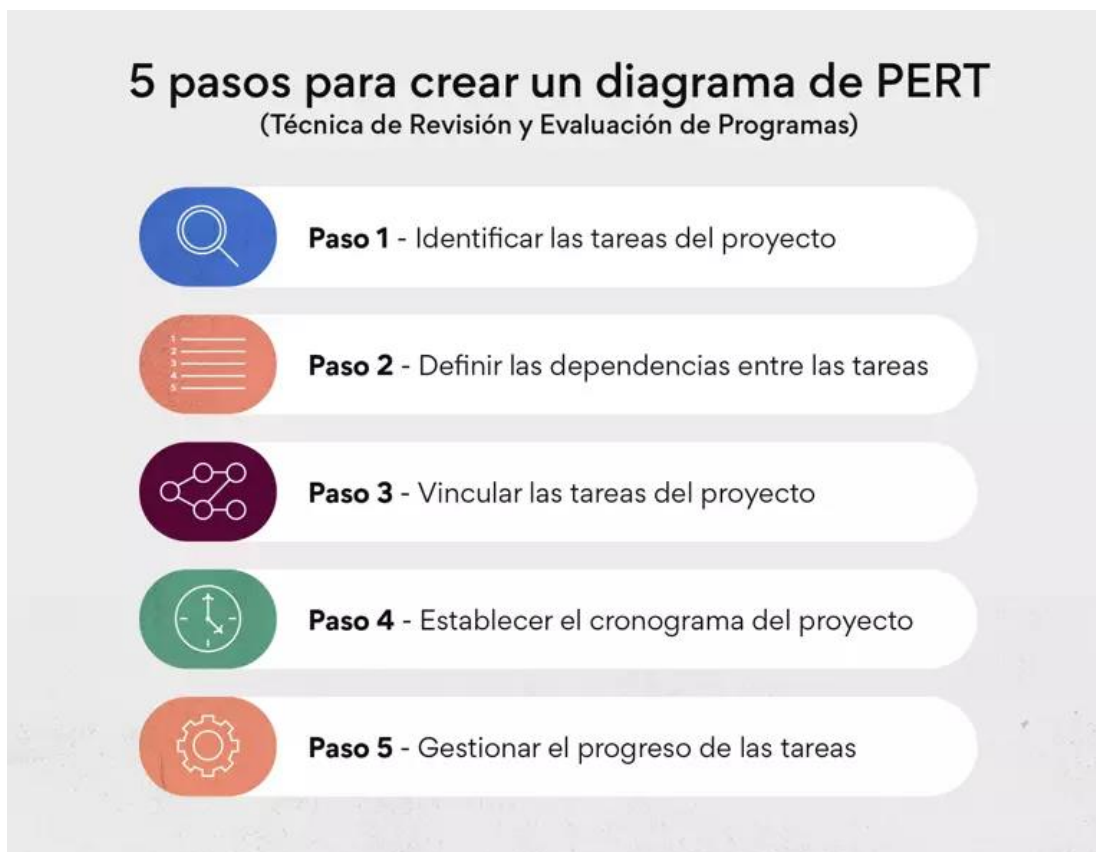
El diagrama de PERT es una representación visual de las tareas de un proyecto y las dependencias conectadas a cada una. Puedes usarlo para crear un programa inicial y un cronograma estimado que puedes compartir con los participantes del proyecto antes de que el proyecto comience.

Para crear un diagrama de PERT, sigue los cinco pasos del ciclo de vida del proceso, que incluye desde la identificación de las tareas hasta la gestión de la finalización del proyecto.

Figura 5

Guía del proceso Pert - Team Asana (14 de octubre de 2021)

C. Diagrama de GANT

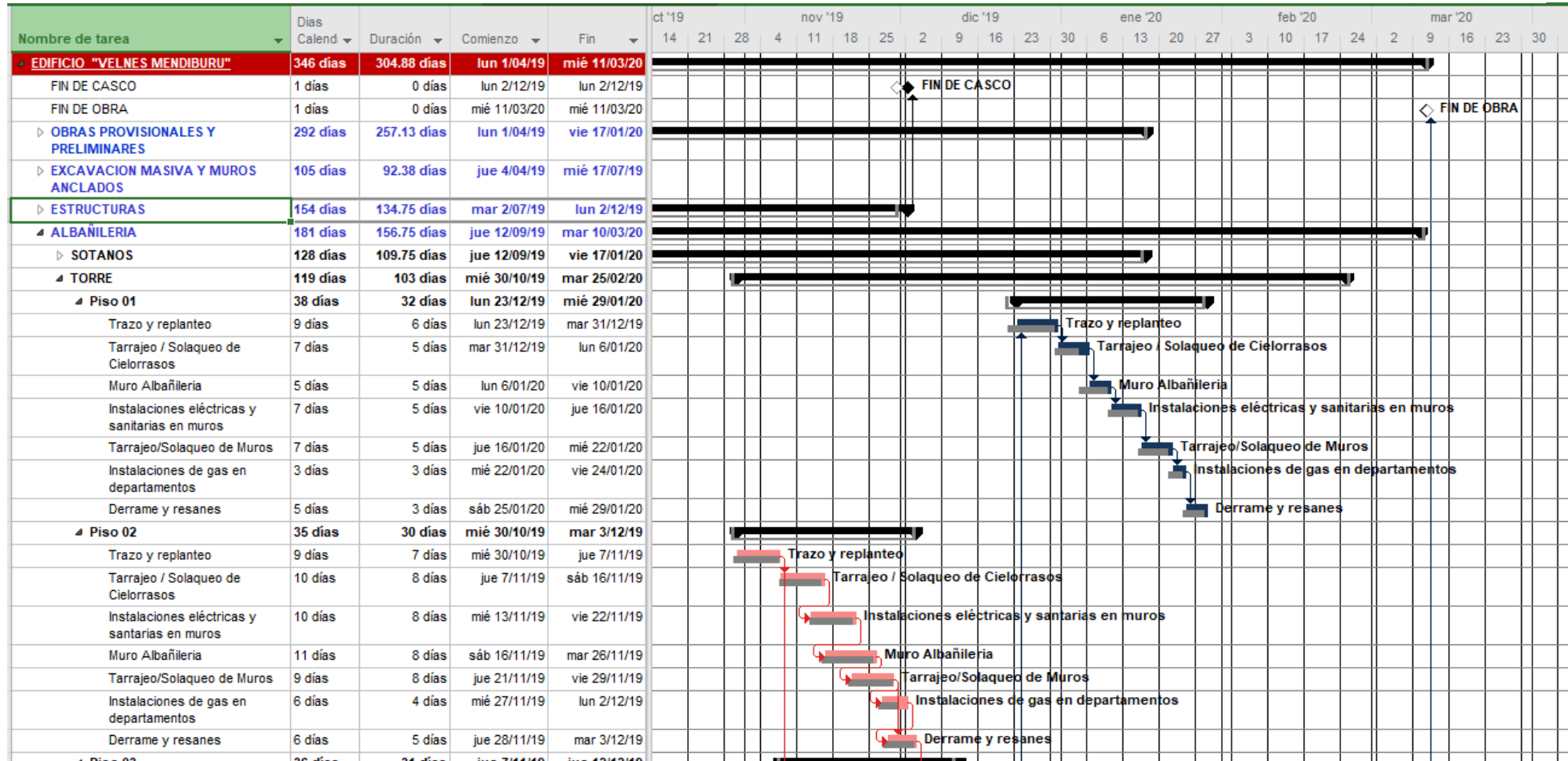


Para Lucid Content Team (Lucid chart) (Sin año) el diagrama de Gantt es una herramienta que se emplea para visualizar todas las tareas desde el inicio de un proyecto hasta su finalización. Tiene la estructura similar a una línea de tiempo, presenta cada tarea y sus dependencias, la titularidad por las tareas, la duración de la tarea y la duración prevista para

todo el proyecto. Con cada tarea claramente mapeada y asignada, se pueden controlar con facilidad los vencimientos y asegurarse de que todos asuman la responsabilidad por sus tareas. Dentro de la utilidad del diagrama de Gantt , Martins J. (12 de septiembre de 2022) nos comenta cuales son los usos actuales, En la actualidad, el diagrama de Gantt se usa en un software inteligente y en línea, que permite detectar dependencias, programar el trabajo y mantener los proyectos al día. A continuación, se presentan algunas funciones clave del diagrama de Gantt moderno u hoja de ruta de proyectos:

La gran mayoría de los diagramas de Gantt en la actualidad son herramientas de software utilizados en project management o gestión de proyectos en la nube que sirven para que los equipos planifiquen proyectos de todo tipo de tamaño, dentro del de los que más se usan en proyectos de nuestro sector es el MS projet. A diferencia del diagrama de Gantt original que se dibujaba en papel, el diagrama de Gantt en línea permite que los equipos tengan el control de la planificación de sus proyectos y que puedan hacer ajustes fácilmente cuando sea necesario. Cuando cambias una fecha o trasladas un logro, el diagrama de Gantt debería reflejar automáticamente esas modificaciones, para que puedas estar al día con respecto a las novedades del proyecto. Así, se facilita la colaboración entre los equipos y se lleva a cabo un excelente trabajo.

Figura 6
Ejemplo de grafica de correlación de partidas en un diagrama Gantt – Proyecto Velnes



Ventajas y desventajas de los diagramas de Gantt

Ventajas:

- Los diagramas de Gantt tienen un despiece detallado de todas las partidas del proyecto de acuerdo a su especificación
- Pueden usarse de manera sencilla para hacer interactuar una partida a otra de acuerdo a las especialidades visualizándonos las fechas de entrega y del avance del proyecto.
- Estos diagramas son bastante útiles para crear fechas de entrega de cada partida o hito de trabajo y, al mismo tiempo, para plantear soluciones de posibles problemas entre partidas
- El diagrama de Gantt nos da una referencia gráfica detallada para los revisores del proyecto y los que conforman el equipo de trabajo asignando así la responsabilidad por la cada tarea finalizada.
- Un gráfico Ordenado puede permitir que visualicen las dependencias de las tareas para una planificación más eficiente al equipo de trabajo y tomar decisiones acertadas

Desventajas:

- Los diagramas de Gantt se van complicando más cuando se trata de proyectos complejos con una gran cantidad de tareas y partidas, que hacen que no se pueda visualizar los conflictos internos de partidas colaborativas
- Requieren una actualización constante a medida que se finaliza cada tarea, lo que puede ser tedioso.
- A menos que uses un software de diagramas de Gantt con buenas funciones, pueden ser engorrosos en lo visual y difíciles de leer de un vistazo.

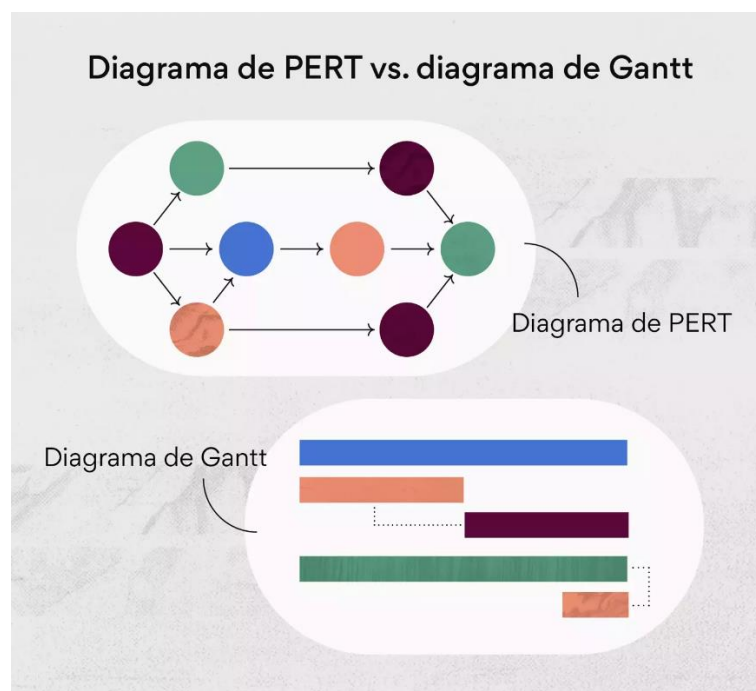
D. Diferencias entre el diagrama GANT y PERT

Dentro de las diferencias entre el diagrama GANT y PERT podemos detallar lo siguiente:

- Los diagramas de PERT son diagramas de flujo, mientras que los diagramas de Gantt son gráficos de barras,
- Los diagramas de Gantt ofrecen organización, mientras que los diagramas de PERT ofrecen personalización que es mejor para las necesidades de proyectos de nivel más general
- Los diagramas de PERT se pueden utilizar antes de que comience el proyecto; Dado que los diagramas de PERT ofrecen un plan de proyecto y un diseño de cronograma simples, normalmente se usan como guías visuales durante el inicio del proyecto. Ya durante la ejecución de proyectos se usa una estructura de desglose del trabajo o un diagrama de Gantt, específicamente para planificar en detalle las tareas y dependencias del proyecto.
- Se pueden usar por separado o en combinación para crear un plan integral.

Figura 7

Diferencia en Diagrama GANTT y PERT - Team Asana (14 de octubre de 2021).



2.6.2.6. Método de la línea Balance

A. Antecedentes

El método de la línea de balance data de los años 1940 el cual fue desarrollado por George E. Fouch que encabezó un grupo de trabajo en la cual desarrolla este método para monitorear la producción de Goodyear Tire & Rubber Company durante la segunda guerra mundial, también fue usado por la marina de guerra de los estados unidos en conflictos bélicos. A partir de entonces ha tenido un sinnúmero de aplicaciones en la industria de la construcción, siendo las primeras experiencias documentadas las siguientes: en 1968 Lumsden modifica la técnica y la adapta para aplicarla a la programación de viviendas; en 1970 Khisty utiliza las líneas de balance orientado hacia de un proceso de manufactura clásico. En los años 30 se construyó el *Empire State* en solo un año implementando la metodología de la Línea de balance.

B. Definición

Para Hoyos J. (2018). La línea de balance como una técnica de programación que permite representar gráficamente las actividades de un proyecto como una serie de líneas inclinadas donde se muestra su tasa de producción, representado de una forma más intuitiva el cronograma de un proyecto que el Diagrama de Gantt y es esta su gran importancia a la hora de tomar decisiones y visualización general de la planificación, programación y ejecución.

Dentro de la base teórica que se plantea en la línea de balance se encuentra la línea de tiempo representada en el eje “X” y el número de unidades en el eje “Y”

A continuación, Tomaremos un ejemplo citado por Medina G. (16 de octubre del 2016), donde nos explica con un ejemplo práctico cómo funciona el método de línea de balance

Ejemplo práctico:

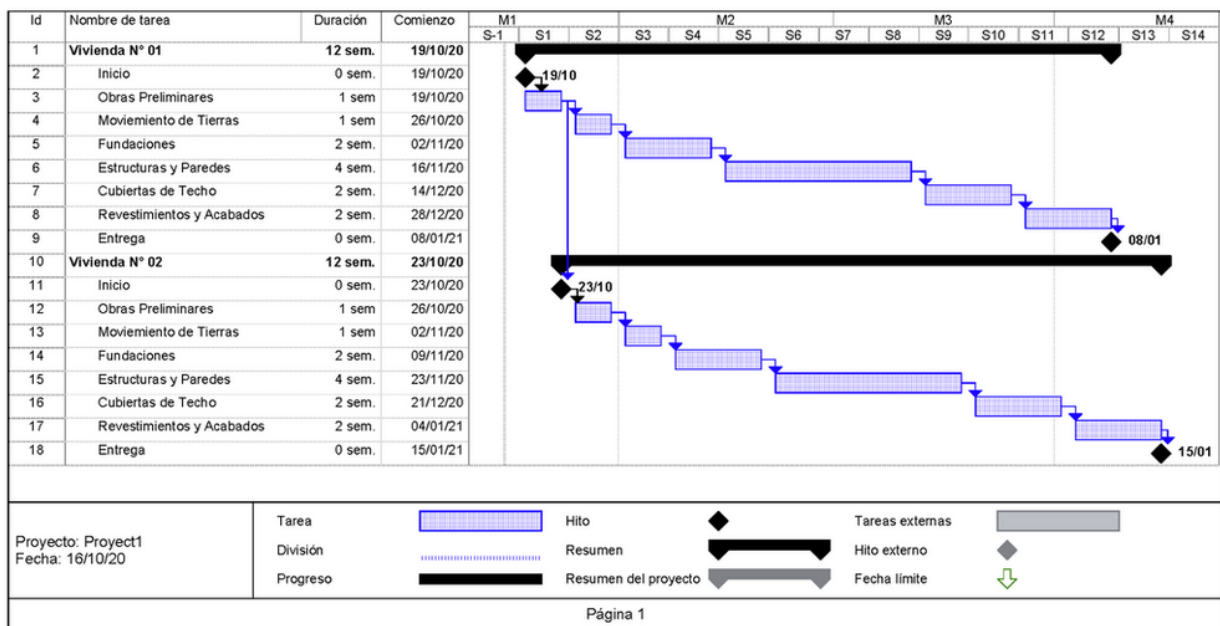
Se construirá dos viviendas de un piso en la que se enlistaran las siguientes actividades:

- Obras preliminares
- Movimiento de Tierra

- Fundaciones
- Estructura incluyendo paredes
- Cubiertas y acabados

Como primer punto se representará este proyecto con el método del diagrama de Gantt para lo cual se obtendrá la gráfica Gantt.

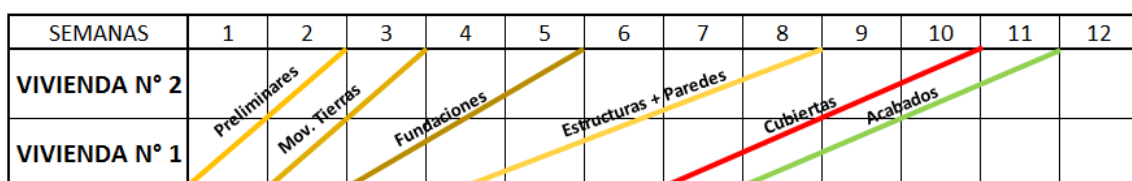
Figura 8
Esquema de diagrama Gantt



Por la ser un ejemplo sencillo la interpretación de este Diagrama de Gantt no se visualiza extremadamente complicado. Pero ya se complica cuando al no tener solo 2 viviendas, sino 4 o 5, de más niveles y con diferentes condiciones cada una y detallando más el proceso.

Como segundo paso de nuestro ejemplo representaremos esta programación por medio de líneas de balance.

Figura 9
Cuadro de línea balance para vivienda 01 y vivienda 02 - Medina G. (16 de octubre del 2016)

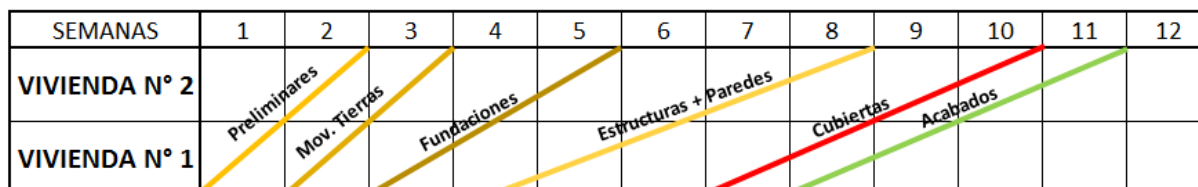


Como se puede observar, las líneas de balance nos permiten agrupar actividades similares en una sola línea cuya pendiente representa la tasa de producción. Como es de esperarse, entre más vertical sea una línea su tasa de producción es más alta, y por lo tanto es una actividad que demora menos tiempo. Por otro lado, entre más horizontal sea una línea, su tasa de producción es más baja, por lo que es una actividad que toma más tiempo en ejecutarse.

Mediante las Líneas de Balance podemos ubicarnos en el tiempo con bastante facilidad y estimar porcentajes de ejecución para las actividades. Por ejemplo, se puede observar que al final de la semana 7 la actividad estructura + paredes estaría ejecutada en un 75% para la vivienda N°1, y un 50% para la vivienda N°2. Pero la cosa no termina ahí, pues una de las grandes ventajas de trabajar cronogramas con líneas de balance es la facilidad de optimizar el tiempo de ejecución de las actividades. A continuación, se muestra una posible forma de optimizar las actividades:

Figura 10

Correlación de los trabajos con método de la línea de balance - Medina G. (16 de octubre del 2016)



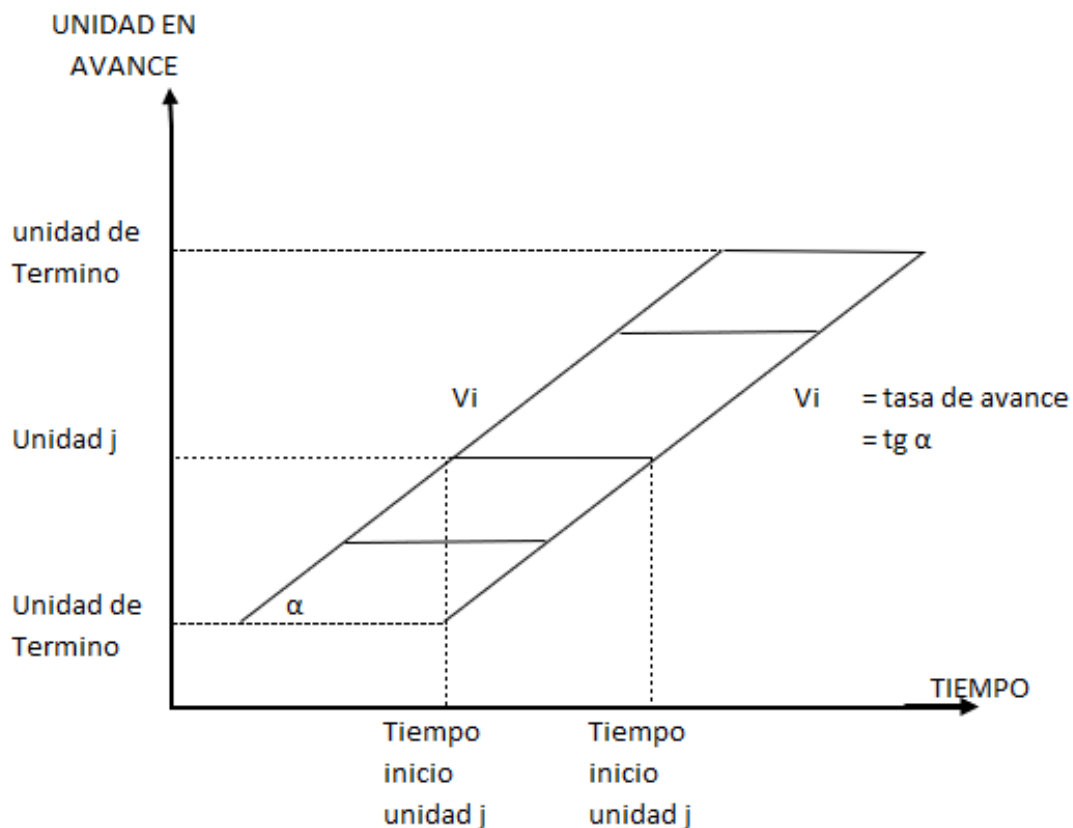
Esta es una representación aún más fácil de leer e interpretar que la anterior. Se han hecho algunos ajustes para el tiempo de ejecución de las actividades e incluso se ha pasado de 12 semanas a 11 semanas, conservando la coherencia en la ejecución de estas. Nótese por ejemplo que se ha hecho una sola línea que representa la ejecución de las fundaciones, así se puede observar que esta actividad acabaría a mediados de la semana 4 para la vivienda N° 1 y se podría empezar a ejecutar las estructuras paredes inmediatamente.

C. Determinación de velocidades en líneas balance

La velocidad se calcula como espacio entre tiempo, en las líneas de balance se define a la velocidad como ritmo y se verá como la pendiente de cada línea, en la grafica se representará el ritmo mediante la letra “r”

Figura 11

Representación gráfica del ritmo de avance de las partidas, representada mediante la inclinación de la línea de partida



2.7. Método

2.7.1. Tipo y diseño de investigación

2.7.1.1. Tipo de investigación

El presente informe se presenta como una investigación **Cuantitativa**, ya que, debido a una dificultad o problema dentro del proyecto de edificaciones, se plantean un conjunto de procesos con objetivos; en la cual estableceremos hipótesis y se determinan variables, estableceremos un plan para la obtención de resultados, estos se analizarán para determinar las conclusiones.

2.7.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es experimental, dado que se genera un cambio en las variables después de su análisis. Para nuestra investigación queremos demostrar que la gestión de la ejecución de proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 ha sufrido cambios y se quiere conocer la magnitud del efecto después del uso del método de la línea balance.

2.7.2. *Ámbito temporal y espacial*

2.7.2.1. *Ámbito espacial*

Para el desarrollo del informe se ha tomado de referencia un edificio multifamiliar ubicado en la avenida Angamos oeste 1669-1675, del distrito de Miraflores, provincia de Lima, región Lima

2.7.2.2. *Ámbito temporal*

El proyecto elegido para el informe se desarrolló desde el 20 de septiembre del año 2019 al 22 de abril del 2021, para el análisis se ha dividido el proyecto en dos fases, una primera fase es el tiempo de ejecución antes de la paralización por pandemia y la segunda desde la fecha en que se retomaron los trabajos.

- 1ra Fase: del 20 de septiembre del 2019 al 14 de marzo del 2020, la cual se desarrolló toda la etapa de movimiento de tierras, muros anclados y la sub estructura (estructuras del sótano 3 al techo del sótano 01)
- 2da fase: del 22 de junio del 2020 al 22 de abril del 2021 fecha de culminación del proyecto

2.7.3. *Variables*

Las variables tanto independientes como dependientes dentro del presente informe serian del tipo cuantitativas dado que son medibles mediante unidades de tiempo, unidades de monedas que están representadas por cantidad y números. Dando como resultado del análisis de causa y efecto poder probar o descartar nuestra hipótesis.

2.7.3.1. Variables independientes

Dentro de las variables independientes para el presente informe sería el uso del método de la línea balance en el proyecto multifamiliar, dado que el método ya está dado en su manera sistemática y no es manipulable o cambiante.

2.7.3.2. Variables dependientes

La variable dependiente en el análisis de nuestro informe sería la *gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso Edificio Angamos 1675 Lima-2021*, que está compuesta por el tiempo, el costo directo e indirecto; las cuales estarían sujetas a variación de acuerdo del desarrollo del proyecto.

2.7.4. Población y muestra

2.7.4.1. Población

En el presente informe la población son los proyectos multifamiliares de la ciudad de Lima en el año 2021. Los edificios multifamiliares para su construcción tienen los mismos lineamientos en los procesos constructivos a nivel estructural y arquitectónico. Y al estar dentro de la ciudad de Lima delimitamos que estén bajo las condiciones climáticas, sociales y económicas para su ejecución.

2.7.4.2. Muestra

Se ha tomado como muestra el Proyecto Multifamiliar Angamos 1675, en donde se aplicó el método de la línea balance, las cuales presenta 8 pisos más azotea y 4 sótanos, 19 departamentos de tipo A de áreas aproximadas de 200 m² en promedio por departamento

2.7.5. Desarrollo de la experiencia (Procedimiento)

Para el presente informe se recopiló los datos del proyecto Angamos 1675 en la cual se aplicando el diagrama de GANTT como método convencional y a la par también se diagramó con la línea balance tomando en cuenta las fechas de inicio y fin obtenidas del diagrama de Gantt, con estos dos se comenzó hacer el análisis comparativo, para el desarrollo de este

método solo tomamos en cuenta desde la etapa de nivel 0 del casco estructural hasta la entrega final del proyecto. La descripción y análisis se realizará mediante tablas y graficas que hace uso la empresa constructora Fase dos en sus proyectos.

2.7.5.1.Descripción del proyecto.

El edificio Multifamiliar Angamos 1675, Ver Figura 12. Es un proyecto de propiedad de Inversiones 1675 S.A.C, conocido comercialmente como “Versión inmobiliaria”, es un proyecto que se desarrolló en un lote de área 724m², consta de 8 pisos con azotea y 4 sótanos destinados a estacionamientos.

Figura 12

Proyecto Angamos 1675, Modelamiento en 3D – Fuente, constructora Fase Dos – Memoria Descriptiva



A. Localización.

El proyecto se encuentra localizado en el distrito e Miraflores, Lima. en la avenida Angamos oeste 1669 -1675. El proyecto cuenta con dos frentes la principal que da hacia la avenida Av. Angamos Oeste N°1669 - 1675 y la otra hacia el fondo al Parque Naciones Unidas.

Figura 13

Plano de ubicación del proyecto (Fuente Propia)

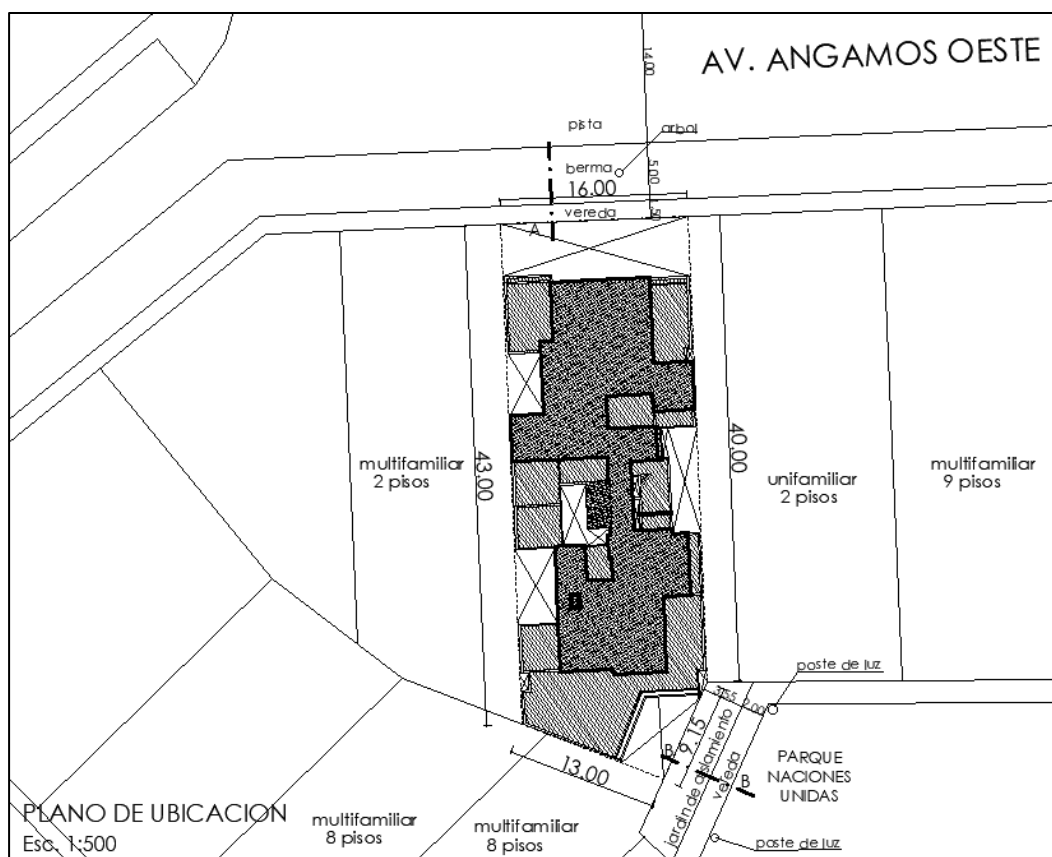


Tabla 1:

datos de los predios colindantes (Fuente Propia)

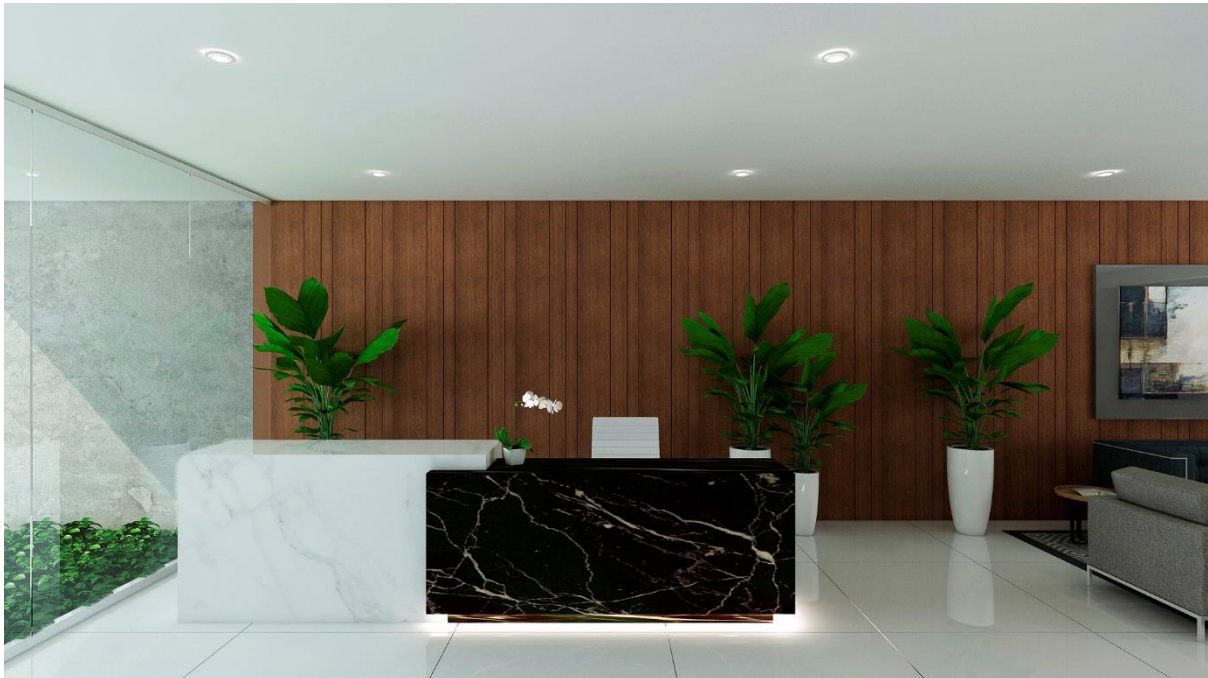
Descripción	Detalle	Medida
Frente	Con Av. Angamos Oeste	16.00 m
Derecha entrando	Con propiedad de terceros	43.00 m
Izquierda Entrando	Con propiedad de terceros	40.00 m
Fondo 01	Con parque Naciones Unidas	09.15 m
Fondo 02	Con Propiedad de terceros	13.00 m

B. Características del proyecto.

El edificio multifamiliar se desarrolla en un terreno de 724.00 m² donde el total del área construida es de 7,253.57 m² distribuida tal como se muestra en la figura y a la tabla 2. La torre está compuesta por 9 niveles (siendo el ultimo nivel la azotea que está conformada por áreas verdes, zona de parilla y patios de los dúplex) en el piso 01 se encuentra la recepción principal y un primer departamento, el cual tiene un acceso o salida al parque naciones unidad de manera independiente.

Figura 14

Recepción, en el Nivel 01 del edificio



Del piso 2 al 7 son típicos estructuralmente, sin embargo, en arquitectura cada piso vario en cuanto a la distribución, ya que como se mencionó anteriormente cada departamento es personalizado, en el piso 8 y la azotea se encuentran los dúplex, departamentos con dos niveles.

A continuación, en las figuras del 15 al 25, se detallan las plantas del edificio

Figura 15
Planta del sótano 04 – Edificio multifamiliar Angamos 1675

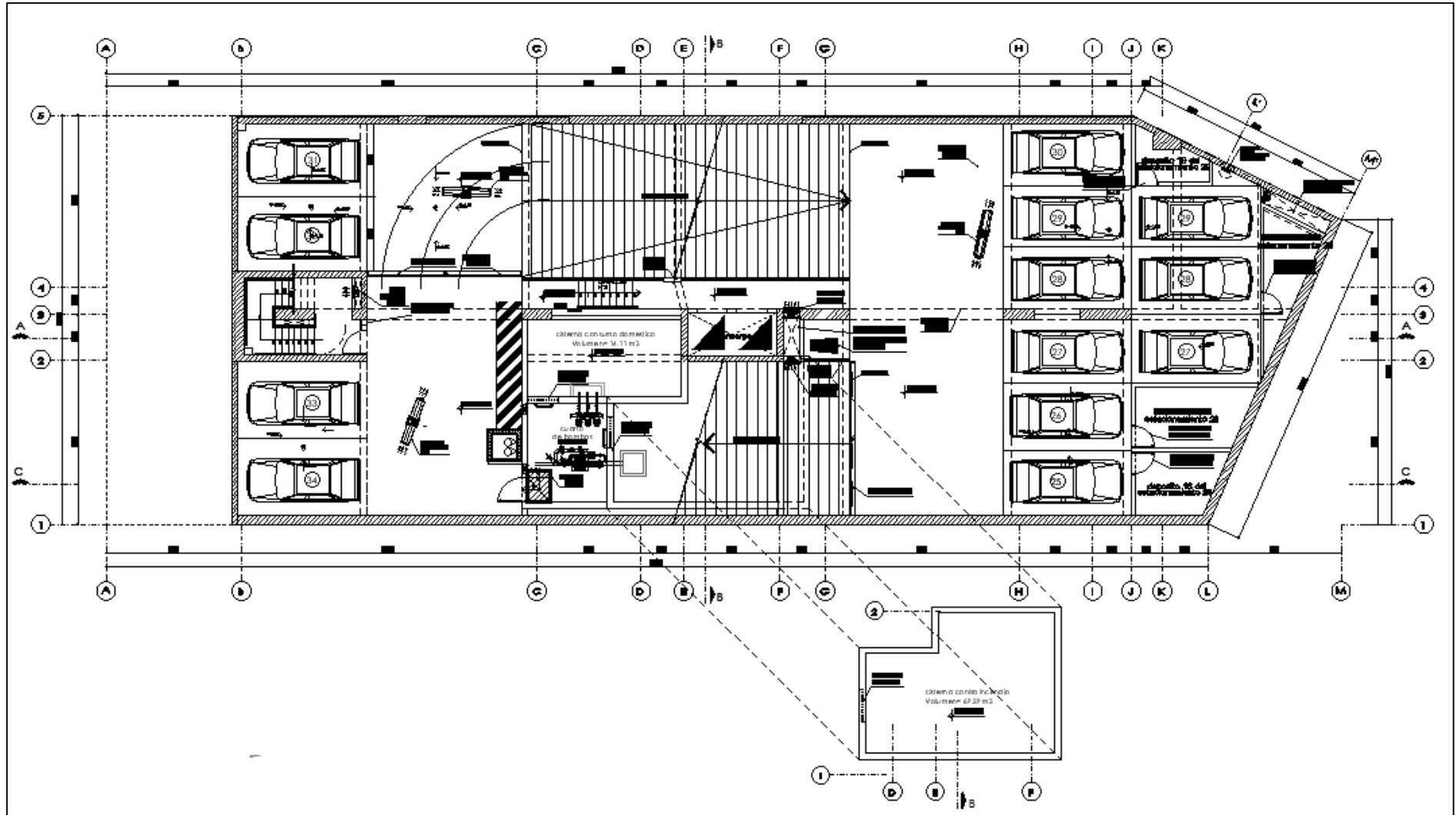


Figura 16

Planta del sótano 03 – Edificio multifamiliar Angamos 1675

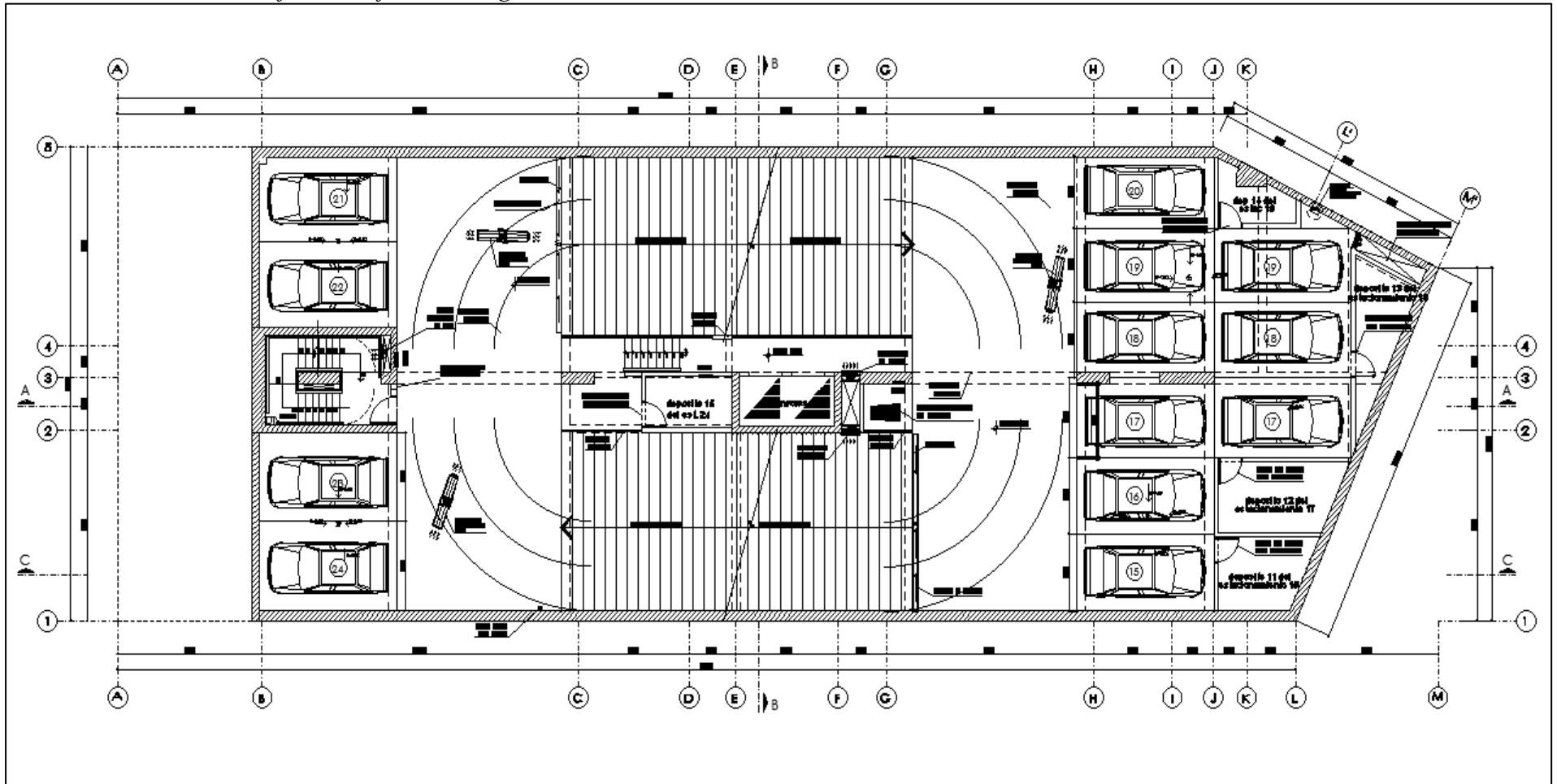


Figura 17
Planta del sótano 02 – Edificio multifamiliar Angamos 1675

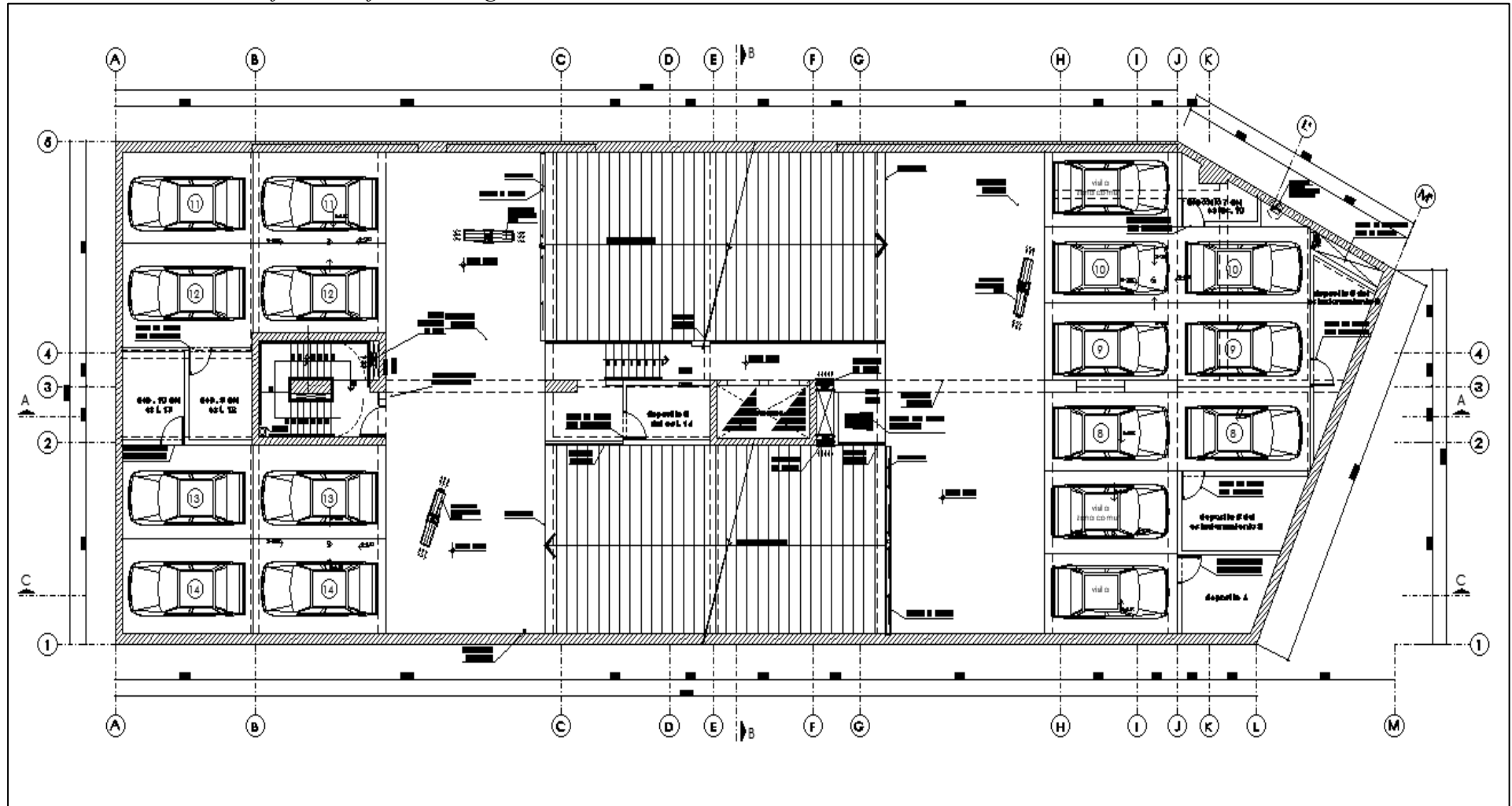


Figura 18
planta del sótano 1 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

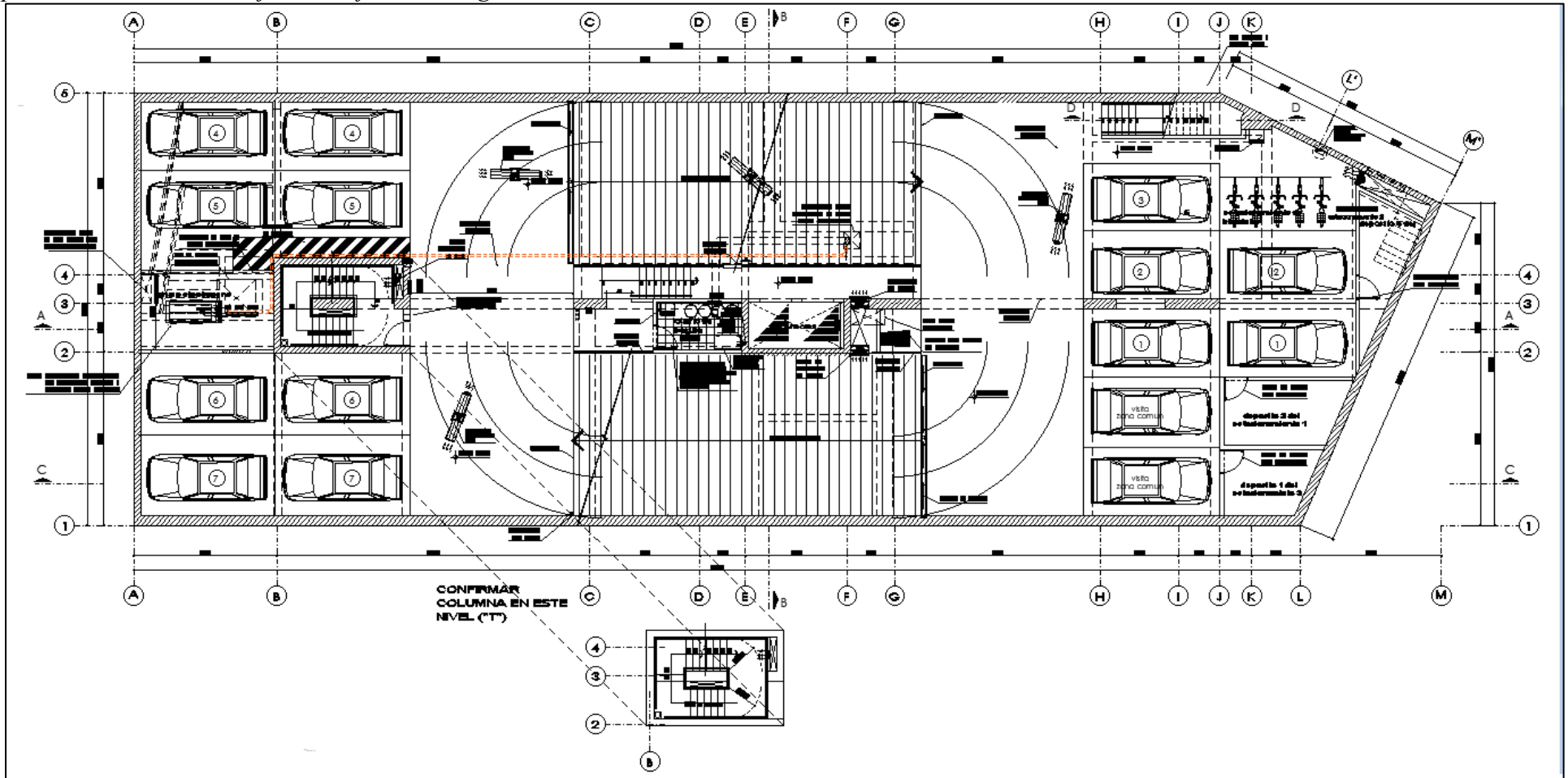


Figura 19
Planta del primer Piso - Edificio multifamiliar Angamos 1675

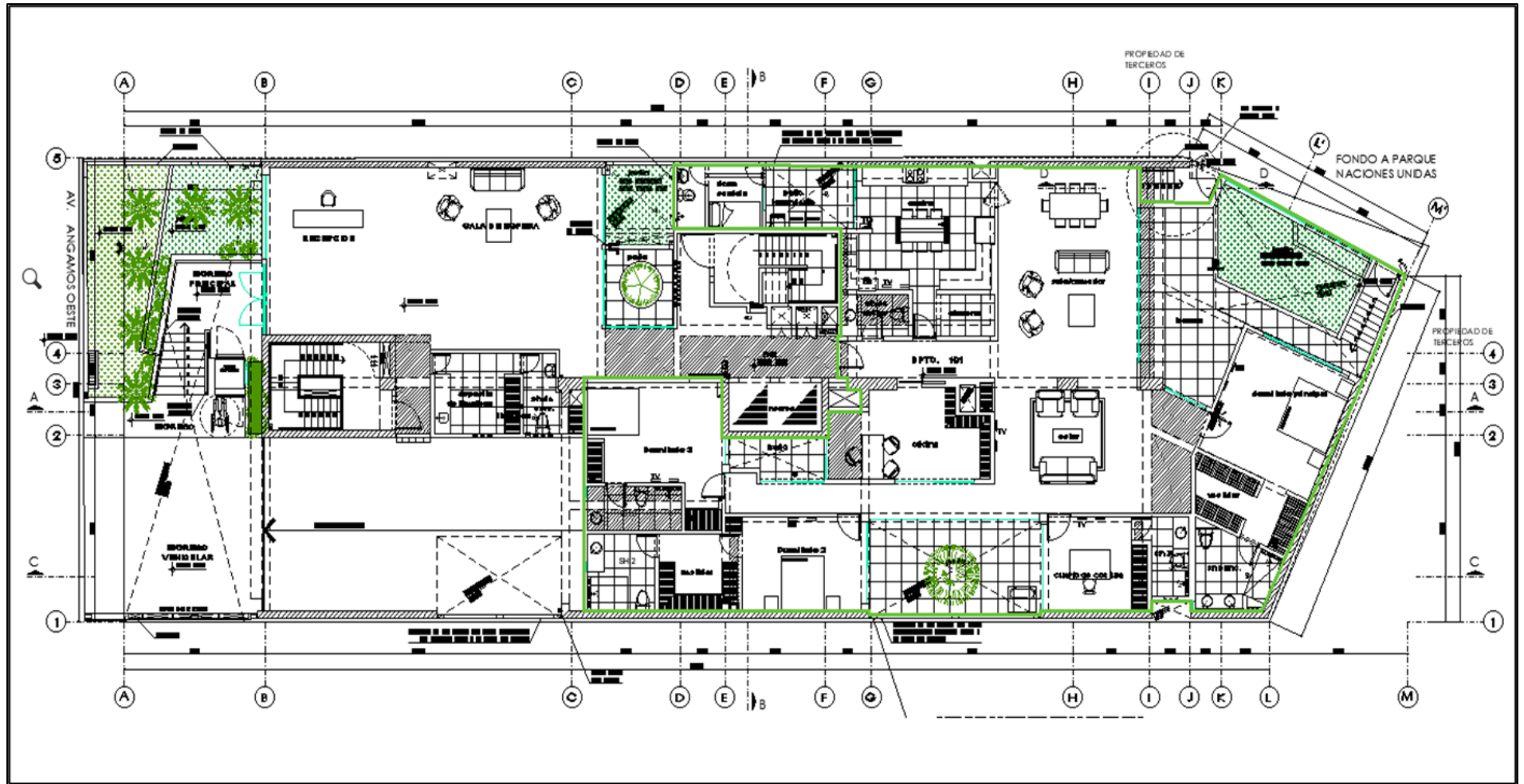


Figura 20
Planta del piso 02 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

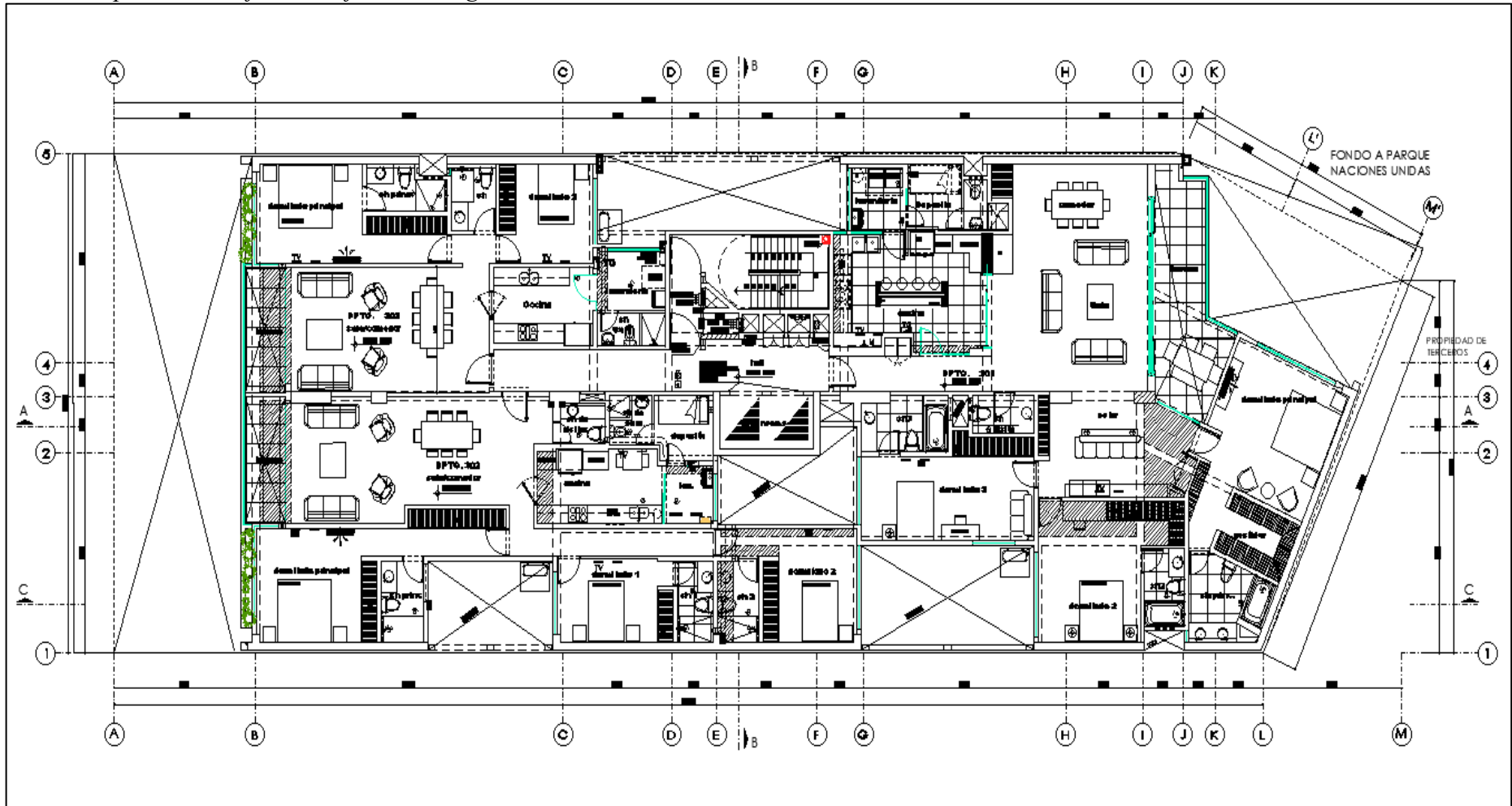


Figura 21
Planta de piso 03 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

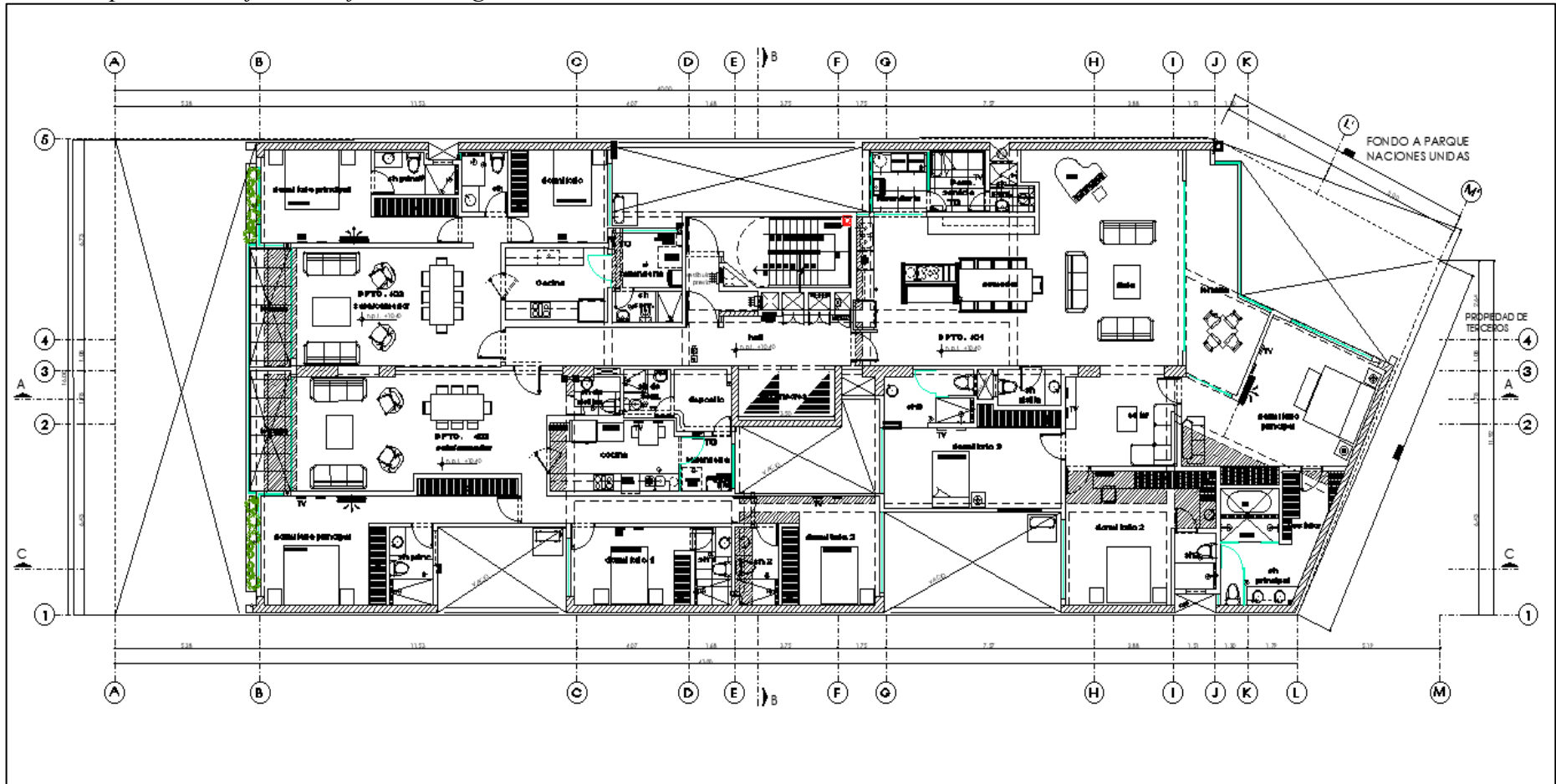


Figura 22
Planta del Piso 4 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

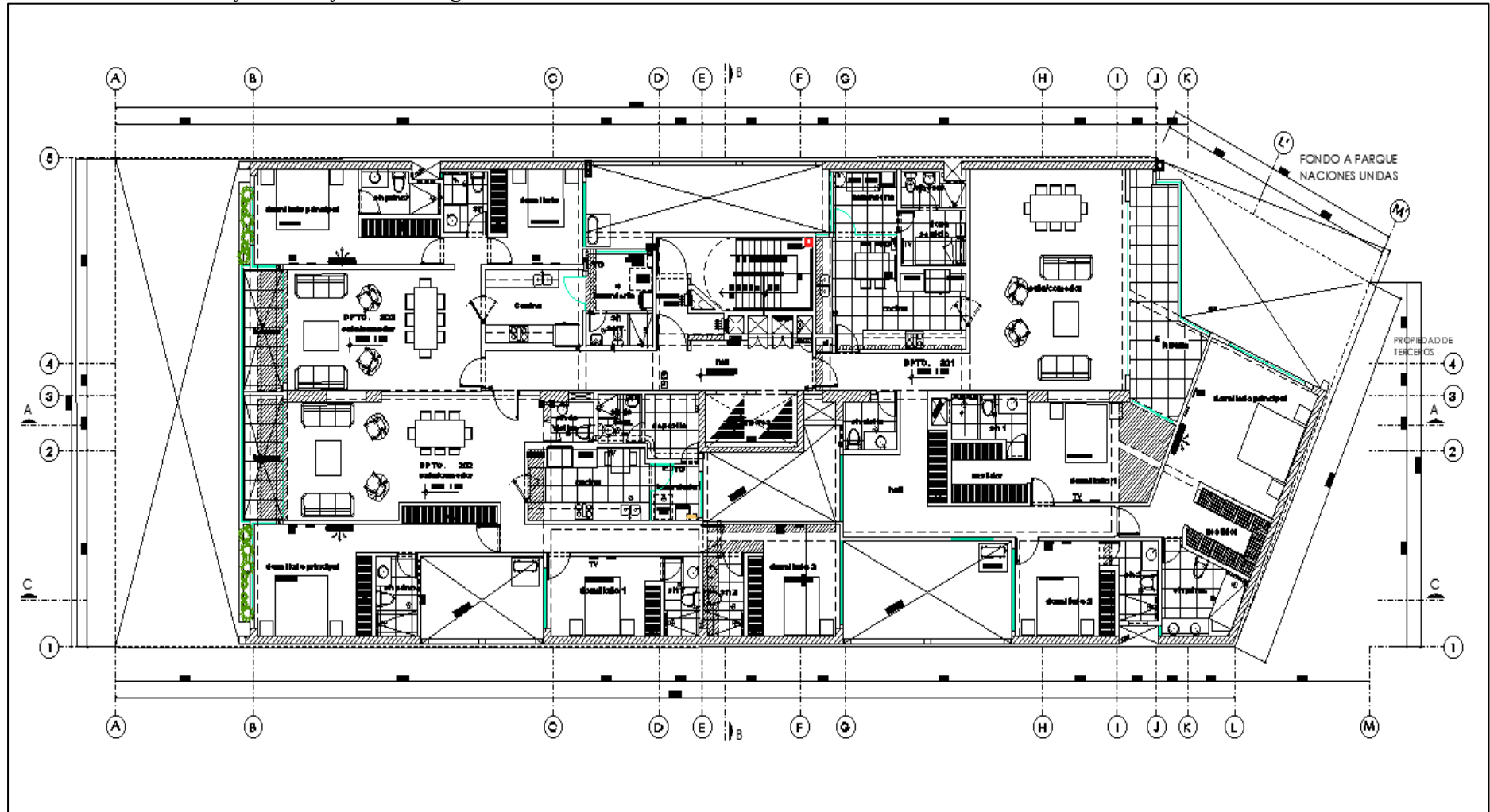


Figura 23
Planta del piso 05 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

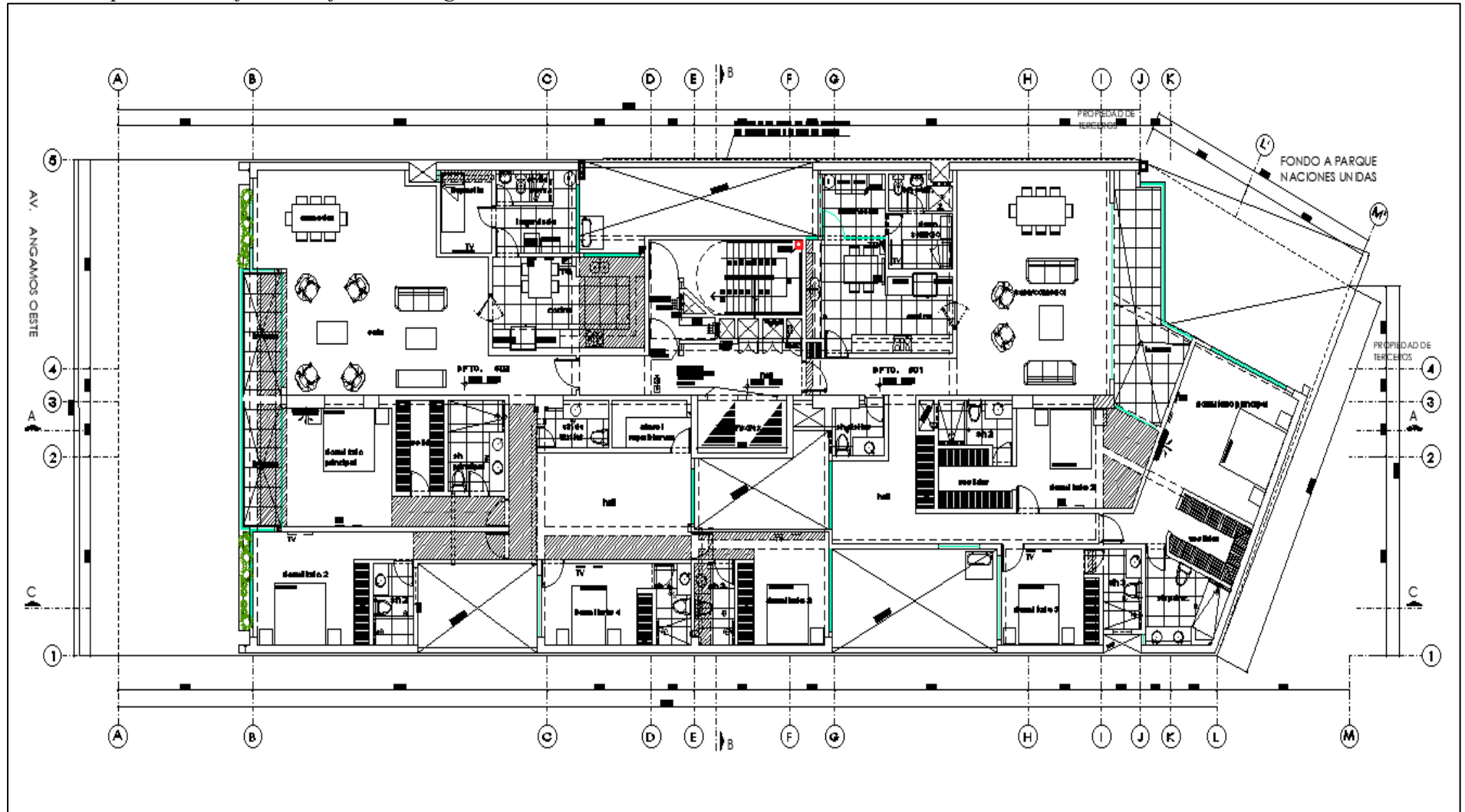


Figura 24
plata del piso 06 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

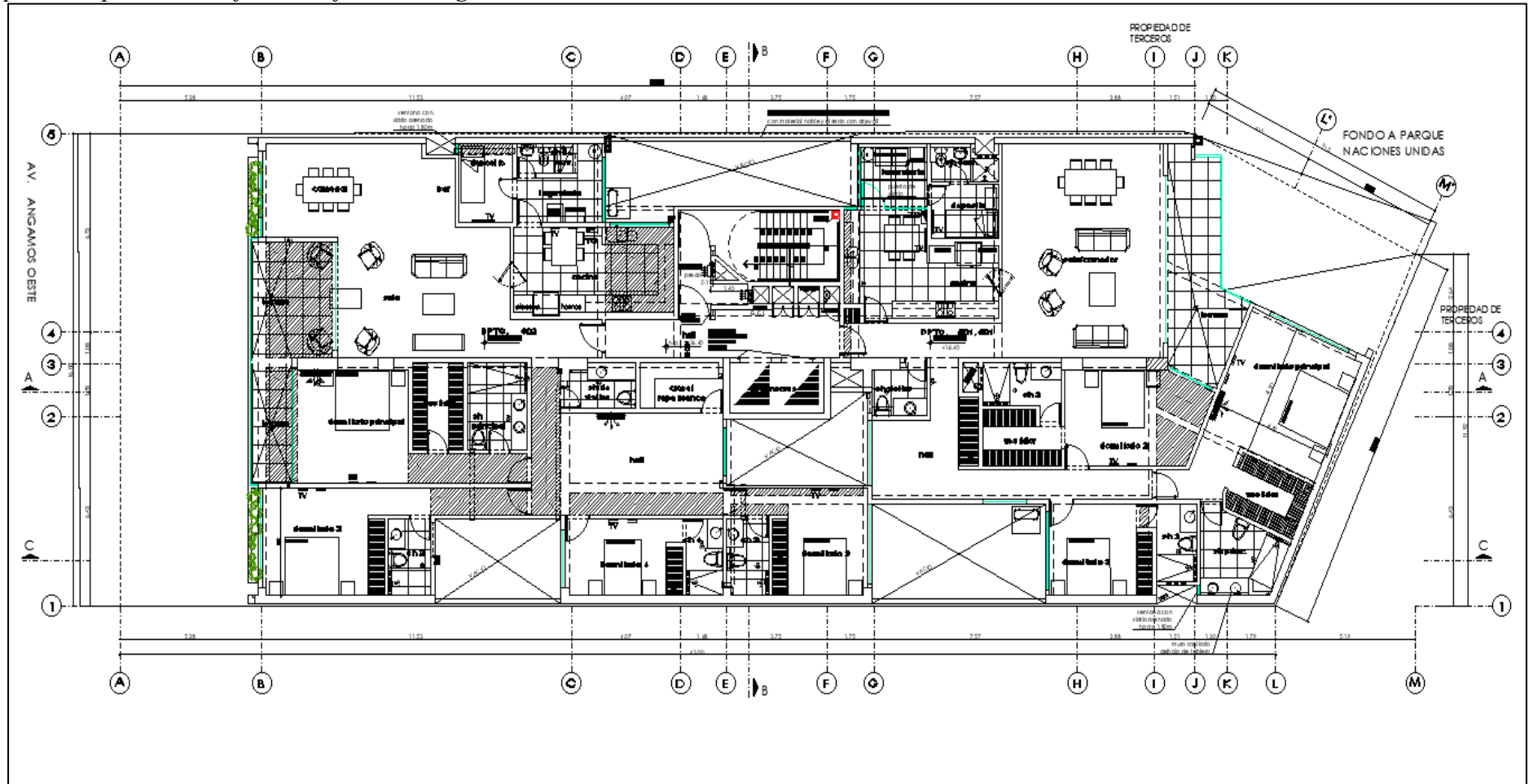


Figura 25
Planta del piso 07 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

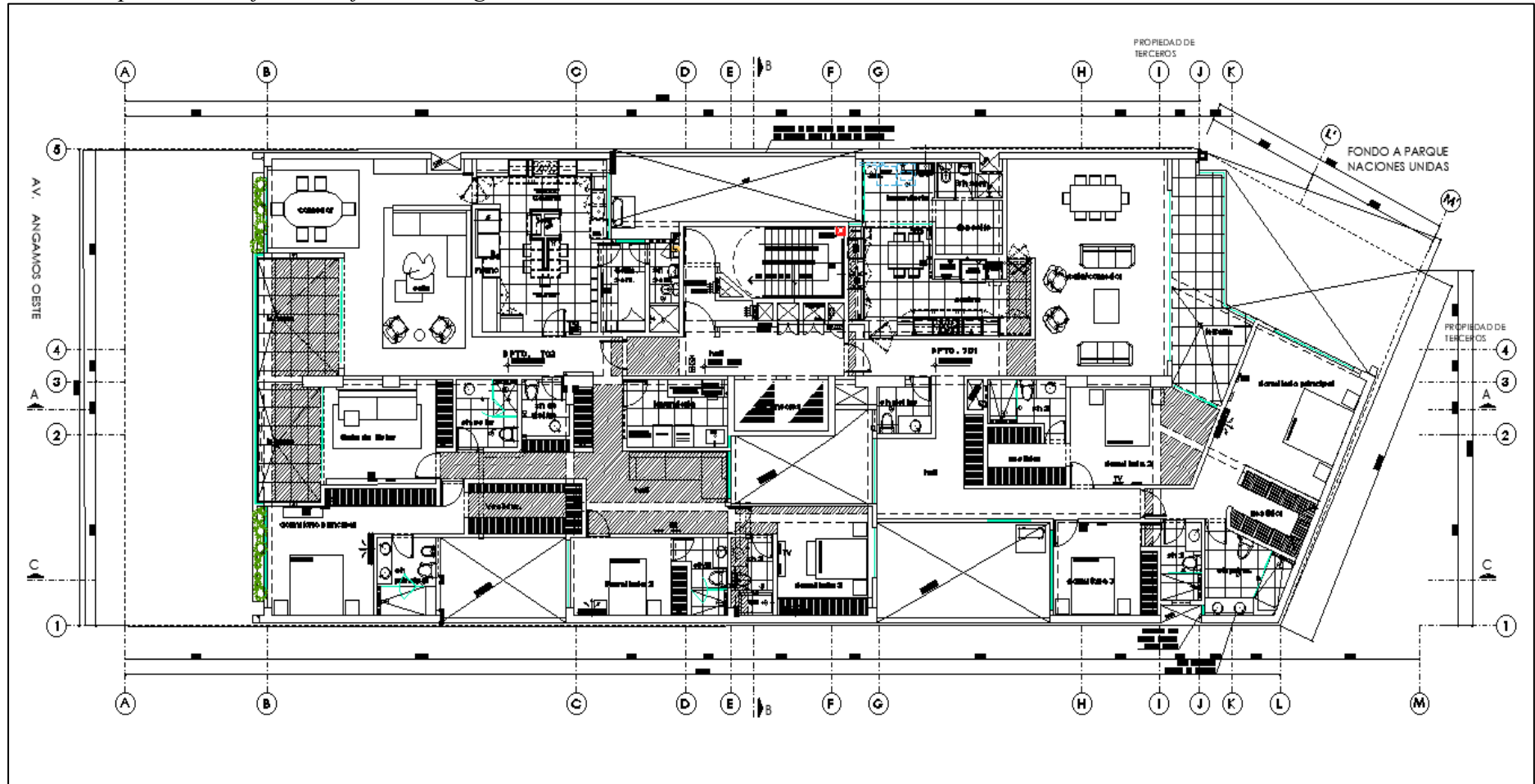


Figura 26
 planta del piso 08 - Edificio multifamiliar Angamos 1675

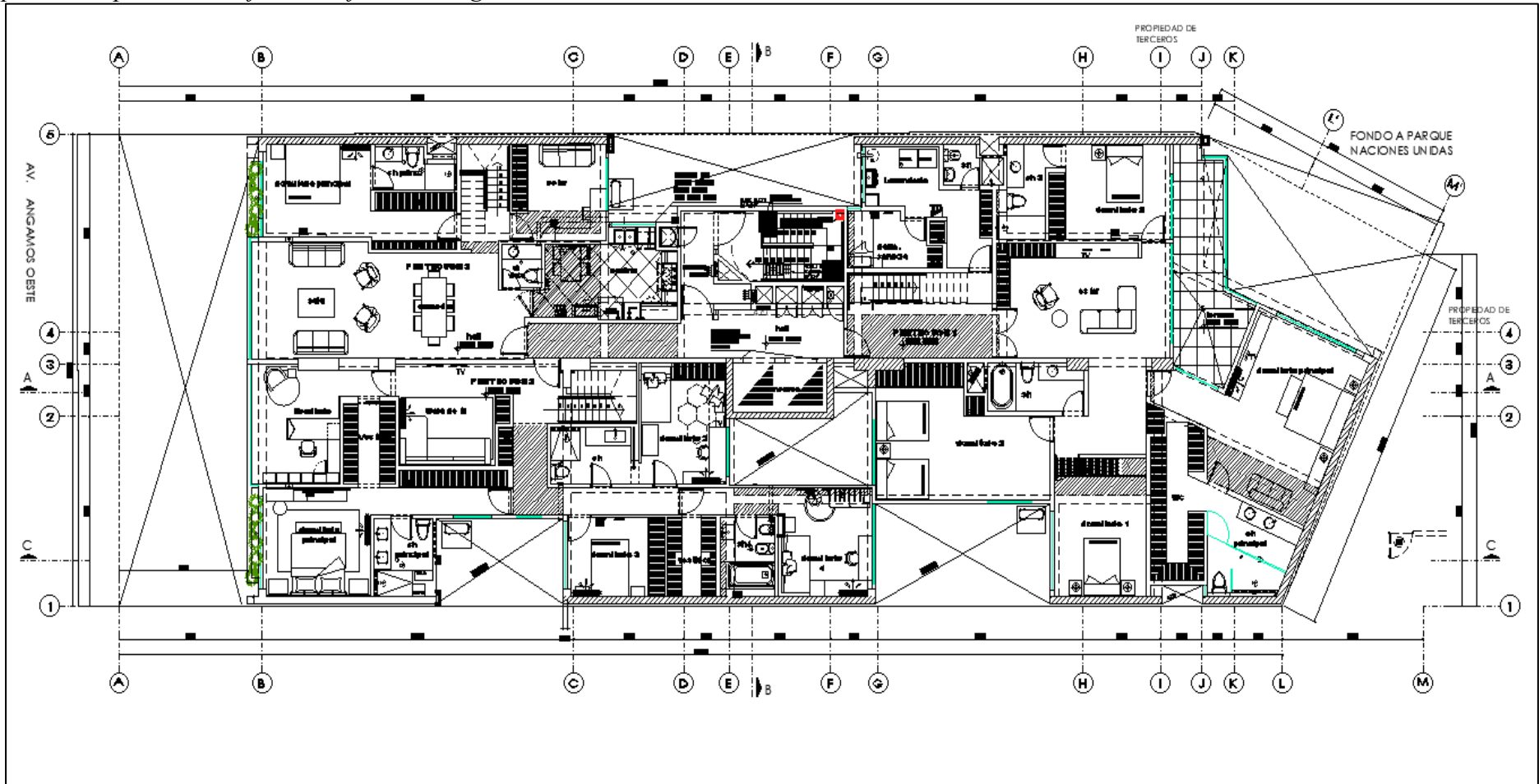


Figura 27
Planta de la Azotea - Edificio multifamiliar Angamos 1675

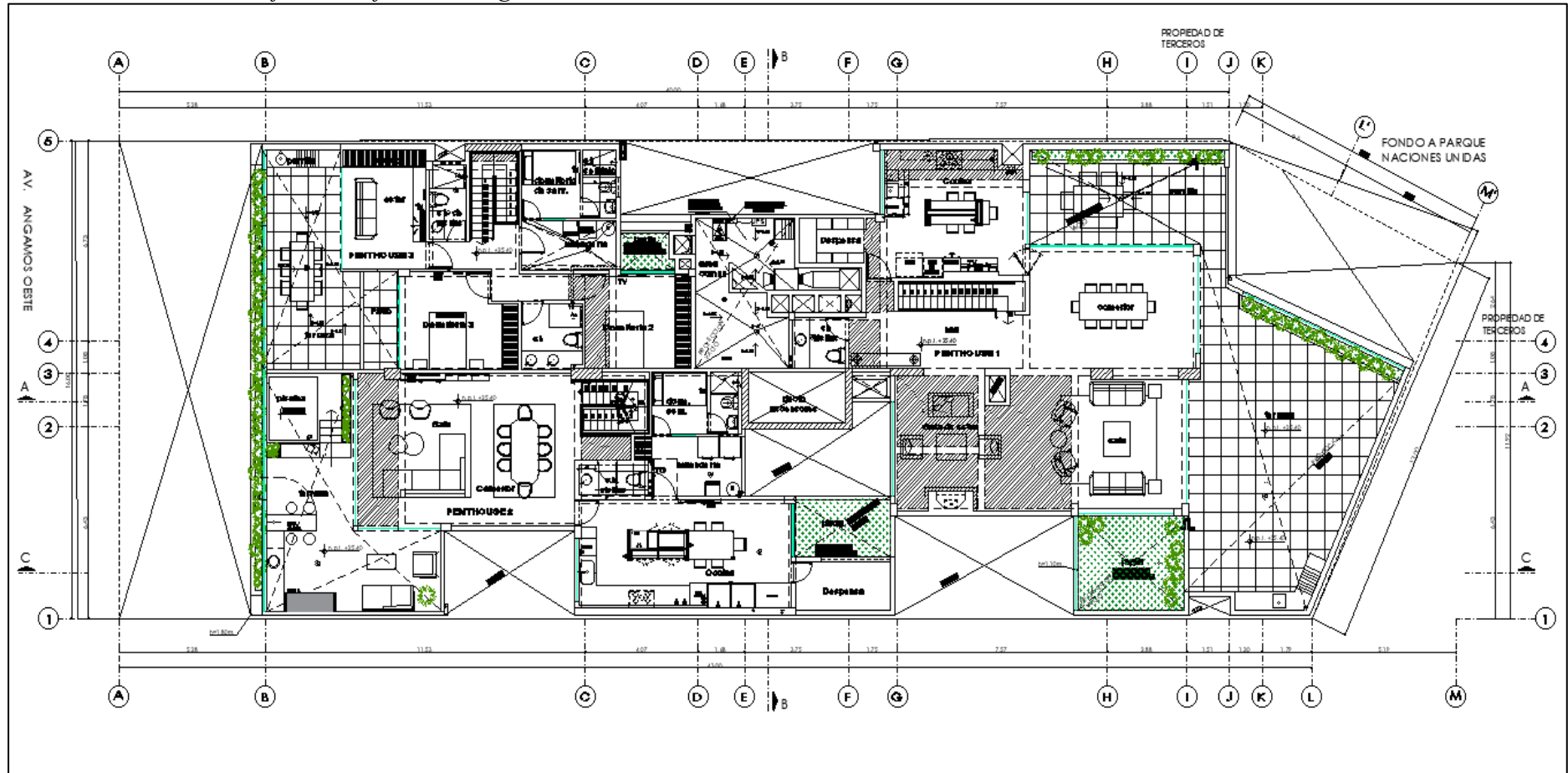


Tabla 2*áreas techadas por niveles*

Nivel de piso	Área techada
Sótano No 04	645.60 m ²
Sótano No 03	638.59 m ²
Sótano No 02 y No 01	716.99 m ² (c/u)
Piso No 01	521.21 m ²
Piso No 02 al No 04	521.21 m ² (c/u)
Piso No 05 al No 07	521.21 m ² (c/u)
Piso No 08	521.21 m ²
Azotea	201.69 m ²

Cada piso contiene departamentos de distribución personalizada, de acuerdo a lo que solicita el cliente final.

C. Características estructurales

El edificio es de concreto armado, de estructura dual, con placas, columnas y vigas dispuestas ortogonalmente, conformando pórticos resistentes a cargas verticales y horizontales en ambas direcciones. Los techos corresponden a techos aligerados armados en una dirección, que apoyan sobre las vigas de los pórticos o en las placas; el edificio tiene en algunas zonas losas macizas de concreto armado, siendo predominante el sistema de techado anteriormente indicado, se usó en su construcción viguetas prefabricadas y bovedillas de arcilla.

Los sótanos están estructurados de manera similar, contando con un muro perimetral de contención de concreto armado. La cimentación de la edificación es mediante zapatas aisladas, cimientos corridos, la cual ha sido diseñada para una capacidad portante de 4.50 Kg. /cm².

D. Montos presupuestales de ejecución

El presupuesto del proyecto es de quince mil cuatrocientos noventa y un mil novecientos cincuenta y ocho con 93/100 soles incluido el IGV (S/. 15,491,958.93) Tal como se detalla en la tabla 3. La cual esta clasificada por especialidades.

Tabla 3

presupuesto del proyecto desglosada por especialidad

Fórmula	Descripción	Total (S/.)	Raño (S/.)	Raño (US\$)
A	1	1,467,671.53	207.02	60.89
B	Estructuras	3,564,166.27	502.74	147.86
C	Arquitectura	4,058,019.86	572.40	168.35
D	Instalaciones Sanitarias	380,444.65	53.66	15.78
E	Instalaciones Eléctricas	756,254.38	106.67	31.37
F	Instalaciones de Comunicaciones	186,488.67	26.30	7.74
G	Agua Contraincendio	224,790.07	31.71	9.33
H	Instalaciones Mecánicas	293,845.25	41.45	12.19
I	Instalaciones de Gas	38,500.00	5.43	1.60
	COSTO DIRECTO (no incluye el I.G.V.)	10,970,180.68	1,547.38	455.11
	GASTOS GENERALES			
	Variables	14.18%		
	Fijos		219.37	64.52
	UTILIDADES	5.50%	85.11	25.03
	TOTAL (sin I.G.V.)	13,128,778.76	1,851.85	544.66
	I.G.V.	2,363,180	333	98
	TOTAL (con I.G.V.)	15,491,958.93	2,185.19	642.70

De la tabla anterior también podemos ver que la agrupación de las especialidades es el costo directo del presupuesto y de manera complementaria está el costo indirecto o Gastos generales del presupuesto.

- El costo directo:

El costo directo también lo podemos detallar por tipo de actividad o también partidas tal como se muestra en la **Tabla 4**

Tabla 4*Resumen de partidas de acuerdo a la actividad*

PARTIDAS	Precio MO	Precio MT	Precio EQ	Precio SC	Parcial
OBRAS PROVISIONALES	228,903.84	82,551.07	70,125.81	727,385.01	1,108,965.73
SSOMA	62,551.30	14,930.00	-	137,593.89	215,075.19
CALIDAD	-	1,300.00	-	12,500.00	13,800.00
TOPOGRAFIA	109,252.00	2,676.05	17,902.56	-	129,830.61
TRANSPORTE	-	-	-	-	-
SEGURIDAD	-	-	-	-	-
DEMOLICION	-	-	-	-	-
REPARACION DE VECINOS	-	-	-	-	-
MOVIMIENTO DE TIERRAS	10,475.71	4,748.37	101,758.59	237,063.27	354,045.94
ESTABILIZACION DE TALUDES	15,799.66	9,067.40	1,778.09	96,636.09	123,281.24
CONCRETO SIMPLE	-	-	-	-	-
CONCRETO ARMADO	129,850.22	871,709.89	9,714.66	-	1,011,274.77
ENCOFRADO	410,386.34	211,777.89	120,786.74	4,819.44	747,770.41
ACERO	216,613.53	691,582.03	19,801.83	76,842.45	1,004,839.84
VARIOS ESTRUCTURAS	-	-	-	-	-
TABIQUERIA	2,379.22	58,653.68	124.71	731,053.18	792,210.80
DRYWALL	-	-	-	-	-
REVOQUES	613,746.67	154,857.25	68,331.69	5,365.36	842,300.98
ENCHAPES	100,902.47	193,374.02	2,982.03	87.79	297,346.31
PISOS	75,775.10	67,892.40	4,508.58	339,982.77	488,158.85
CARPINTERIA Y ESTRUCTURAS METALICAS	-	-	-	134,724.86	134,724.86
CARPINTERIA DE MADERA Y MELAMINE	-	2,385.00	-	445,846.46	448,231.46
CARPINTERIA DE ALUMINO	-	-	-	399,681.36	399,681.36
PINTURA Y RECUBRIMIENTOS	155,278.47	43,784.73	51,070.92	61,103.98	311,238.09
APARATOS SANITARIOS	-	162,996.42	-	-	162,996.42
VARIOS ARQUITECTURA	9,674.11	30,393.75	274.10	140,788.84	181,130.81
INSTALACIONES ELECTRICAS	265,741.23	503,312.34	16,488.97	1,350.00	786,892.54
INSTALACIONES SANITARIAS	167,455.07	118,063.84	8,662.89	39,390.86	333,572.65
ACI	-	-	-	224,790.07	224,790.07
INSTALACIONES MECANICAS	-	-	-	276,571.55	276,571.55
EQUIPAMIENTO	-	7,850.00	-	212,146.22	219,996.22
INSTALACIONES DE GAS	-	-	-	38,500.00	38,500.00
VIGUETAS Y BOVEDILLAS	94,255.89	227,992.56	705.58	-	322,954.03
ADICIONALES					-
TOTAL COSTO DIRECTO	2,669,040.84	3,461,898.70	495,017.73	4,344,223.45	10,970,180.72

- El costo indirecto:

Lo detallamos tal como se muestra en la tabla 05

Tabla 5

Costos indirectos, llamados también gastos generales del proyecto Angamos 1675

Item	Descripción (WBS - Actividad)	Unidad	Cantidad Ppto.	Incidencia	P.U.	Parcial
COSTOS INDIRECTOS						S/. 1,556,691.58
09	GASTOS VARIABLES					
09.01	PERSONAL PROFESIONAL Y AUXILIAR					
	Ing. Residente	MES	14.00	100.00%	S/. 19,240.00	S/. 269,360.00
	Ing. Producción 1	MES	11.00	100.00%	S/. 10,360.00	S/. 113,960.00
	Ing. de Calidad 1	MES	13.50	100.00%	S/. 7,400.00	S/. 99,900.00
	Ing. de oficina Técnica	MES	14.00	100.00%	S/. 10,360.00	S/. 145,040.00
	Ing. De Especialidades	MES	10.50	50.00%	S/. 7,400.00	S/. 38,850.00
	Arquitecto de Obra	MES	7.00	100.00%	S/. 6,660.00	S/. 46,620.00
	Jefe de Seguridad	MES	13.00	100.00%	S/. 5,624.00	S/. 73,112.00
	Administrador de Obra	MES	13.50	100.00%	S/. 5,920.00	S/. 79,920.00
09.02	PERSONAL TECNICO					
	Maestro General	MES	13.00	100.00%	S/. 7,400.00	S/. 96,200.00
	Almacenero	MES	13.00	100.00%	S/. 3,375.00	S/. 43,875.00
09.03	COMUNICACIÓN					
	Servicio de telefonía fija e internet	MES	13.00		S/. 450.00	S/. 5,850.00
	Equipo de radio	UND	9.00		S/. 250.00	S/. 2,250.00
9.03	ACONDICIONAMIENTO DE OFICINAS					
	VARIOS VARIABLES DE OFICINA	GLB	1.00		S/. 11,200.00	S/. 11,200.00
GG.04	GASTOS FIJO VARIOS					
GG.04.01	Paz laboral	MES	13.00		S/. 3,000.00	S/. 39,000.00
GG.04.02	Útiles de Limpieza	MES	13.00		S/. 120.00	S/. 1,560.00
GG.04.03	Trámite Varios: visita notarial a vecinos, permisos municipales, est. Interferencia	MES	1.00		S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
GG.04.04	Movilidad, Transporte y varios	MES	13.00		S/. 400.00	S/. 5,200.00
GG.04.06	Dossier General de Obra (Planos As Built, calidad, seguridad, etc.)	GLB	1.00		S/. 10,000.00	S/. 10,000.00
GG.04.09	Sencico	GLB	0.20%		S/. 15,493,673.98	S/. 30,987.35
GG.04.12	Gastos de oficina central	GLB	4.00%		S/. 10,970,180.68	S/. 438,807.23
TOTAL COSTO INDIRECTO CONTRACTUAL						S/. 1,556,691.58

De la tabla anterior podemos clasificar el costo indirecto en partidas relacionadas con el tiempo y obtener el costo por día, las demás partidas no están sujetas a cambio por tiempo debido a los cual se mantendrán si hay variación en el tiempo

Tabla 6

Costos indirectos dependientes del tiempo de ejecución de obra

Descripción (WBS - Actividad)	Unidad	Cantidad Ppto.	P.U.	Parcial
Personal staff de obra	meses	13	S/ 77,449.00	S/ 1,006,837.00
complementos de utilería y transporte	meses	13	S/ 3,520.00	S/ 45,760.00
Servicio de telefonía fija e internet	meses	13	S/. 450.00	S/ 5,850.00

Tabla 7

Ratio de costos por mes y por día del proyecto

costo por mes	S/ 81,419.00
costo por día	S/ 2,713.97

2.7.5.2. Estructura de desglose del proyecto (EDT)

Dentro del presente informe y para el caso del proyecto en análisis, se disgrego un primer paquete de trabajo por especialidades, la cual también se uso para el resumen de montos presupuestales.

Tabla 8:

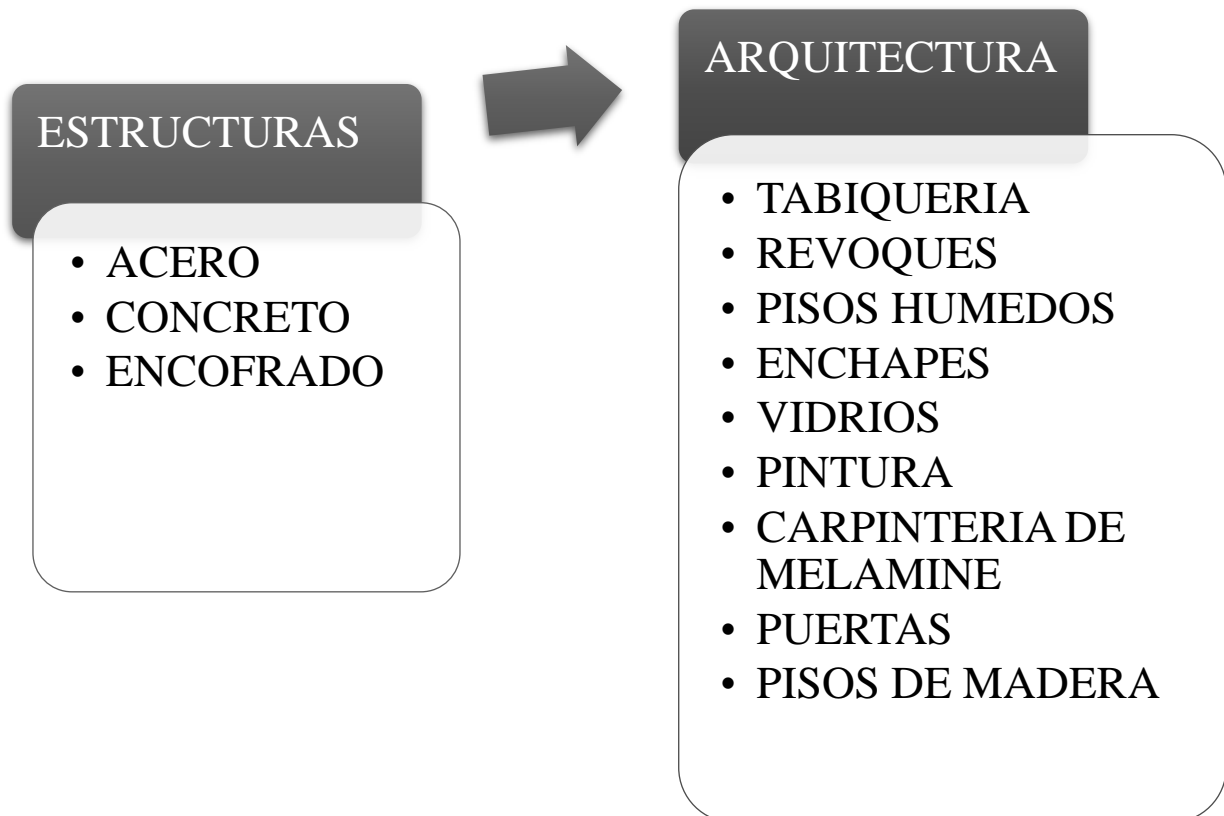
Disgregado de especialidades del proyecto

Numeración	Especialidad
100	Obras provisionales
200	Estructuras
300	Arquitectura
400	Instalaciones eléctricas
500	Instalaciones sanitarias
600	Instalaciones de comunicaciones
700	Agua contra incendio
800	Instalaciones mecánicas
900	Instalaciones de gas

Además de la identificación de la estructura de desglose por especialidades separamos también dentro de las especialidades las partidas de control por tipo de trabajo, en el caso de nuestro proyecto para tomamos las partidas más representativas de cada en estructuras y arquitectura

Figura 28

Desglose para programación - elaboración propia



2.7.5.3. Programación con el sistema tradicional Gantt

En la programación Tradicional se ha usado las herramientas de programación en la cual se hizo el cálculo de la velocidad del Cronograma contractual de acuerdo a las actividades seleccionadas en nuestro análisis de las cuales se tomó las actividades desde la estructura del 1er piso; las cuales se estimó en base a ratios de la experiencia en proyectos de similares características. Para la actividad “Super estructura” se consideró 1 semana por piso. En

consecuencia, a partir del piso típico todas las actividades deberán mantener un ritmo de entrega final de 01 semana por piso.

Para Cada línea de actividad tanto en la etapa de estructuras y arquitectura delimitamos de su línea precedente por un tiempo determinado que en ocasiones son las llamadas holguras referenciadas a cada actividad, estos además se estimaron de acuerdo a las especificaciones técnicas de cada actividad y tipo de ejecución en el proyecto Angamos 1675.

El plazo contractual de la obra se estimó teniendo en consideración el tiempo de ejecución de los trabajos repetitivos de la estructura es decir del tiempo unitario de un piso típico el cual se determina a consecuencia de los rendimientos o ritmo de avance.

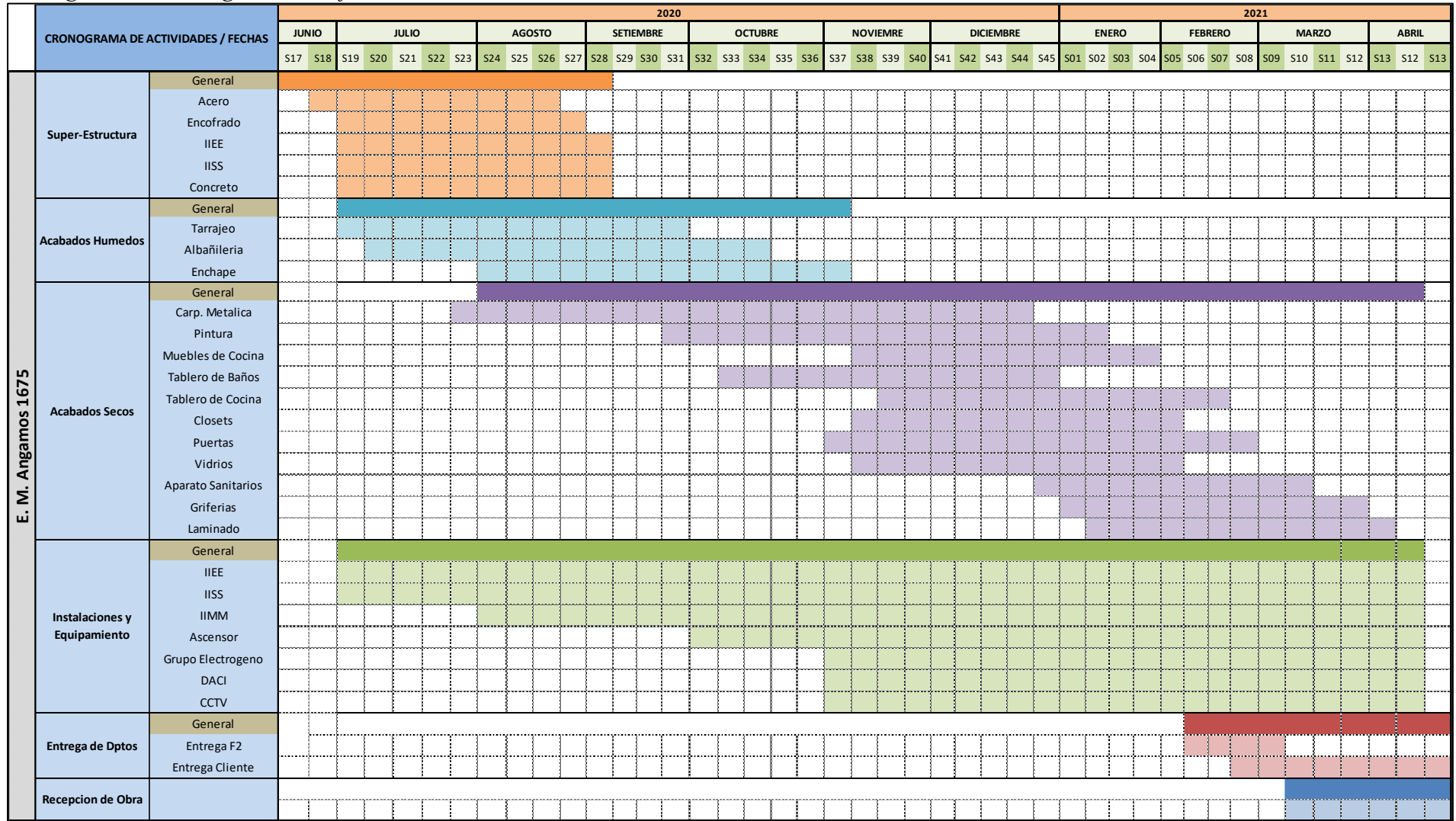
Dentro del cronograma delimitaremos dos fases de ejecución

1ra fase: inicio del cronograma 20 de septiembre del 2019, hasta el 13 de marzo del 2020, fecha en la cual se tuvo que hacer una para por motivo de la pandemia y se declaró emergencia nacional, la cual no se tomara en cuenta en nuestro análisis.

2da fase: desde el 22 de junio del 2020 hasta la finalización del proyecto.

Se detalla en el cronograma GANT Proyecto y cronograma general resumido de obra.

Figura 30
Cronograma Maestro general – Información de Fase Dos



E. M. Angamos 1675

2.7.5.4. Programación con el método de la línea balance

Con las fechas del cronograma general de la obra, plasmamos el cronograma de con el esquema de la línea balance, en la cual Para dibujar las Líneas de Balance: se inserta las líneas de acuerdo a la semana (o día) y piso adecuado. Para esto, se aplica el tipo de gráfico de Dispersión XY (lineal) el cual permite seleccionar que corresponde al eje X y que corresponde al eje Y.

Vamos a llenar la tabla con las partidas a analizar, para nuestro caso tomaremos las mismas fechas que nuestro cronograma contractual que tenemos del Gant en Proyect. Tomando en cuenta partidas que analizaremos

Tabla 9

Partidas seleccionadas para el análisis en el cronograma de la línea de balance

Partidas de estructuras que analizaremos (piso 01 a la azotea)
Acero
Concreto
Encofrado
Partidas de Arquitectura que analizaremos sotano 03 a la azotea
Tarrajeo de vigas y cielo raso
Tabiquería
Contrapiso
Enchape
Primera mano de pintura
Muebles (cocina-ssh)
Vidrios
Tablero de granito
Puertas

Con los datos de las fechas contractuales de nuestros cronogramas GANT sacamos las fechas contractuales de las partidas seleccionadas Tabla 10 Las cuales nos marcan la ruta crítica y según la experiencia podemos saber que nos podrían generar conflictos

Tabla 10

Fechas contractuales de las partidas seleccionadas para el análisis

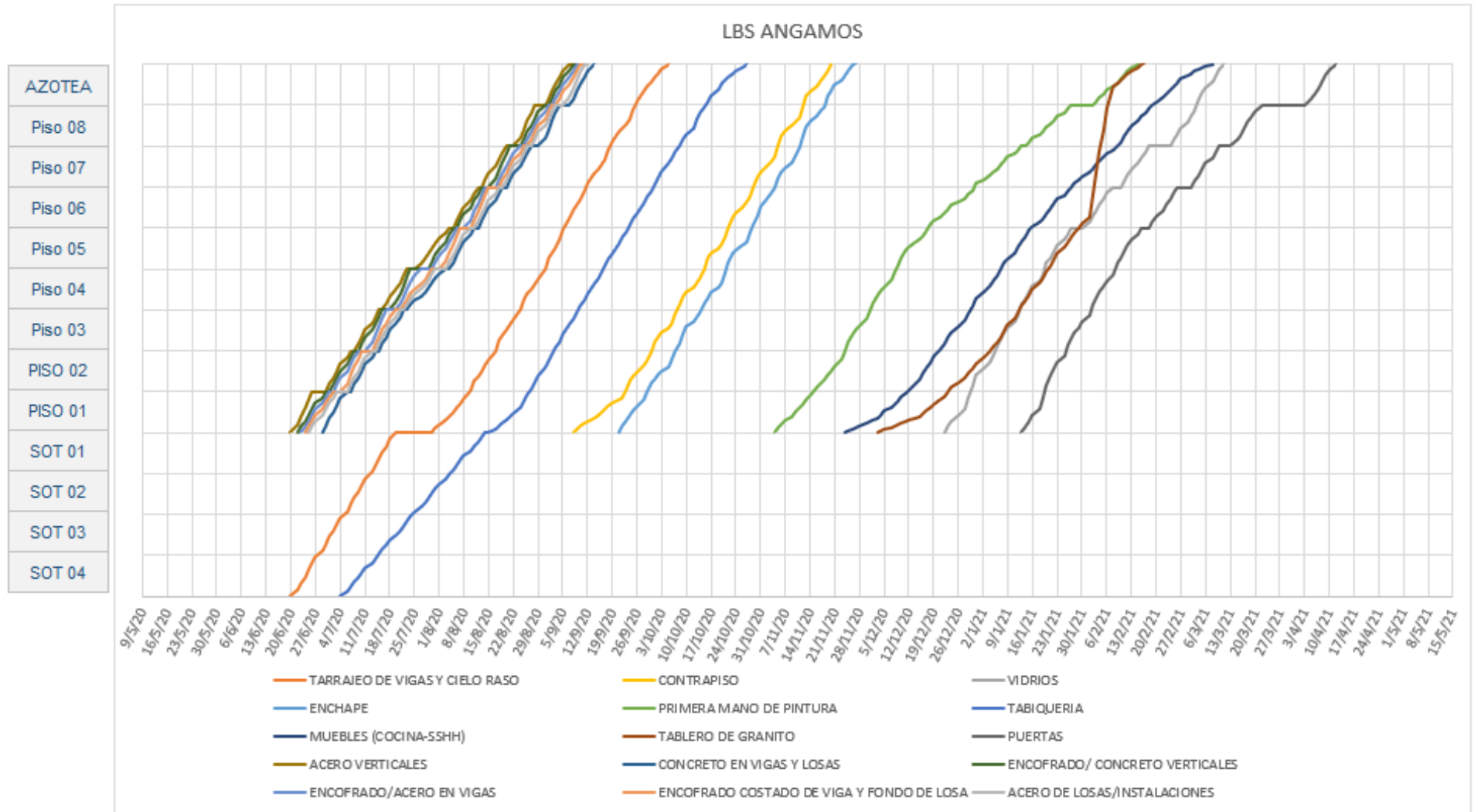
Partidas de estructuras	CONTRACTUAL				
	INICIO	FIN	# Niveles	Dias calen.	Velocidad (pisos x día)
Acero	22/06/2020	8/09/2020	9.00	79.00	0.11
Concreto	22/06/2020	11/09/2020	9.00	82.00	0.11
Encofrado	24/06/2020	14/09/2020	9.00	83.00	0.11
Partidas de Arquitectura	INICIO	FIN	# Niveles	Dias calen.	Velocidad (pisos x día)
Tarrajeo de vigas y cielo raso	31/07/2020	5/10/2020	9.00	67.00	0.1343
Tabiquería	9/09/2020	20/11/2020	9.00	73.00	0.1233
Contrapiso	22/09/2020	20/11/2020	9.00	60.00	0.1500
Enchape	22/09/2020	27/11/2020	9.00	67.00	0.1343
Primera mano de pintura	5/11/2020	15/02/2021	9.00	103.00	0.0874
Muebles (cocina-sshh)	25/11/2020	8/03/2021	9.00	104.00	0.0865
Vidrios	23/12/2020	11/03/2021	9.00	79.00	0.1139
Tablero de granito	4/12/2020	16/03/2021	9.00	103.00	0.0874
Puertas	14/01/2021	12/04/2021	9.00	89.00	0.1011

De las fechas podemos obtener los días calendarios de duración y la velocidad (piso / días) Tabla 10, con la velocidad, la cantidad de niveles y los metrados, podemos obtener el rendimiento de cada partida Tabla 11; luego de obtener el rendimiento de hacemos el cálculo de la duración en días de las partidas por cada piso. Con estos datos procedemos a la tabulación de días por nivel y con ello obtener la gráfica de la línea de balance para nuestro cronograma contractual Figura 32

Tabla 11*Obtención de rendimientos y duración de días por piso Elaboración propia*

Partidas de estructuras	# Niveles	Velocidad (pisos x día)	Metrado del Presupuesto	UND	Rendimiento Requerido por día	metrado por piso	Dias x piso
Acero	9.00	0.11	147,856.00	kg	1,871.20	16,428.44	9
Concreto	9.00	0.11	1,352.00	m3	16.49	150.22	9
Encofrado	9.00	0.11	9,297.00	m2	111.98	1,033.00	9
Partidas de Arquitectura	# Niveles	Velocidad (pisos x día)	Metrado del Presupuesto	UND	Rendimiento Requerido por día	metrado por piso	Dias x piso
Tarrajeo de vigas y cielo raso	9.00	0.134	5,780.10	m2	86.25	642.23	7
Tabiquería	9.00	0.123	5,189.51	m2	71.10	576.61	8
Contrapiso	9.00	0.150	3,871.31	m2	64.52	430.15	7
Enchape	9.00	0.134	2,574.42	m2	38.42	286.05	7
Primera mano de pintura	9.00	0.087	13,323.89	m2	129.39	1,480.43	11
Muebles (cocina-ssh)	9.00	0.087	212.53	m	2.04	23.61	12
Vidrios	9.00	0.114	2,383.14	m2	30.16	264.79	9
Tablero de granito	9.00	0.087	176.85	m	1.72	19.65	11
Puertas	9.00	0.101	204.00	unid	2.29	22.67	10

Figura 31
Cronograma Contractual con el método de la línea de Balance - Elaboración propia



2.7.5.5. Análisis de conflictos

Hicimos el cálculo de la velocidad del Cronograma contractual en base a la línea balance la que nos permitió determinar la existencia de holguras o conflictos entre las actividades desde su inicio a fin y con ello plantear escenarios posibles que nos permita evaluarlos mediante comparación de escenarios posibles y poder obtener mejores resultados en la programación, analizaremos las líneas en las partidas graficadas:

Estructuras:

Observamos que hay correlación en las partidas de Estructura, que no generen conflicto unas con otras Por lo cual para este caso se dejaron tal cual la programación inicial.

Arquitectura

Para el caso de Arquitectura encontramos cuatro casos para analizar y poder reformular la programación

- **Conflicto Caso A:**

Para este caso podemos notar que hay aproximadamente 1.5 semana de retraso en el piso 01 en la partida de tabiquería.

- **Conflicto Caso B:**

Para este caso podemos notar hay un retraso en el inicio de la partida de contrapiso que es consecutiva a la tabiquería y no tendría restricción para iniciar de manera inmediata.

Conflicto Caso C:

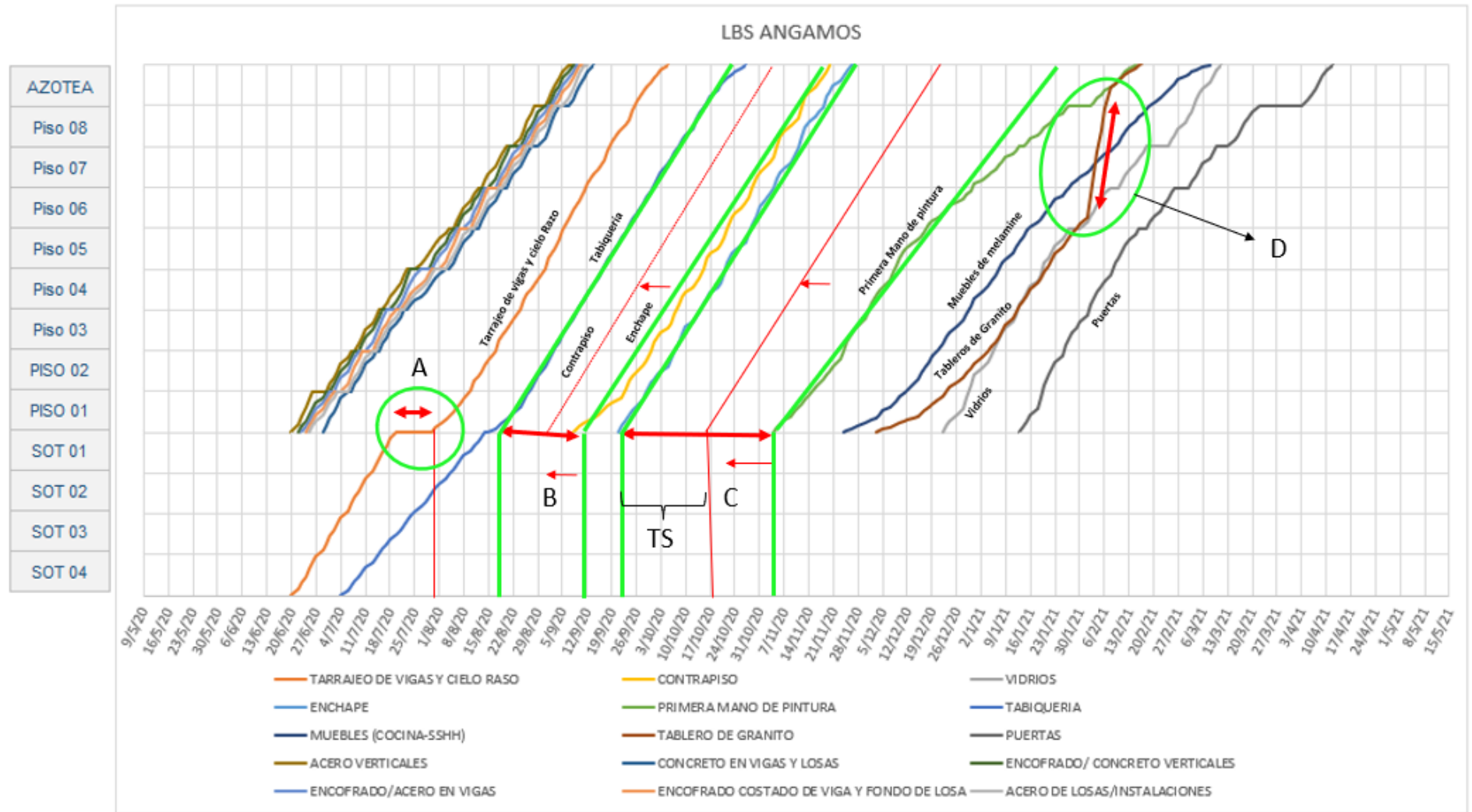
Para este caso podemos notar hay un retraso en el inicio de la partida de Pintura la cual para el tiempo de secado mínimo se podría considerar los 28 días, e iniciar la partida

Conflicto Caso D:

Para este caso podemos notar que hay una desviación en la partida de colocación de tableros, la cual resulta ilógica debido a que los muebles de melamine tendrían que estar para que se puedan colocar el tablero.

Figura 32

Grafica de la línea balance identificando los diferentes casos de conflicto - elaboración propia



2.7.5.6.Replanteo de cronograma optimizando los conflictos

En base al análisis de los conflictos observados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se tomaron en cuentas escenarios de Mejora, adelantando fechas de inicio de cada partida, replanteando rendimientos que reduzcan los tiempos por nivel. Se hizo el replanteo del cronograma contractual durante la ejecución.

Solución al Conflicto Caso A:

Para dar la solución a este conflicto se replanteará el rendimiento en el piso 01, en el cual se encuentra el nudo de falta de avance

Solución al Conflicto Caso B:

Para la solución de este caso se adelantará el ingreso de la partida de Contrapiso en una semana, manteniendo el rendimiento y velocidad de avance

Solución al Conflicto Caso C:

Para la solución de este caso se adelantará el ingreso de la partida de pintura en dos semanas, para este caso por ser pintura, se tiene que tomar en cuenta los 28 días solicitados en un clima normal para el secado de los muros.

Solución al Conflicto Caso D:

Para la solución del conflicto del caso D, se tiene que tener en consideración un nuevo rendimiento y velocidad de avance, con ellos un replanteo de la duración de la partida de tableros por cada nivel.

Se hizo la clasificación de casos para resaltar los tipos de análisis a tener en cuenta y poder generar posibles conflictos y reducir holguras; esto sin olvidar las demás partidas colaborativas en cada nivel (instalaciones electricas, sanitarias, etc.).

De los análisis anteriores de las tablas contractuales, con las nuevas fechas, velocidades Tabla 12 y rendimientos reformulados hacemos los cálculos Tabla 14, para hacer la gráfica reformulada figura 33

Tabla 12*Cálculos de nuevas fechas y velocidad de avance por piso*

REPROGRAMADO					
Partidas de estructuras	INICIO	FIN	# Niveles	Dias calen.	Velocidad (pisos x día)
Acero	20/06/2020	8/09/2020	9.00	81.00	0.11
Concreto	22/06/2020	11/09/2020	9.00	82.00	0.11
Encofrado	24/06/2020	14/09/2020	9.00	83.00	0.11
Partidas de Arquitectura	INICIO	FIN	# Niveles	Dias calen.	Velocidad (pisos x día)
Tarrajeo de vigas y cielo raso	23/07/2020	26/09/2020	9.00	66.00	0.1364
Tabiquería	17/08/2020	27/10/2020	9.00	72.00	0.1250
Contrapiso	29/08/2020	10/11/2020	9.00	74.00	0.1216
Enchape	22/09/2020	27/11/2020	9.00	67.00	0.1343
Primera mano de pintura	20/10/2020	28/12/2020	9.00	70.00	0.1286
Muebles (cocina-sshh)	17/11/2020	12/02/2021	9.00	88.00	0.1023
Vidrios	23/12/2020	5/03/2021	9.00	73.00	0.1233
Tablero de granito	10/12/2020	23/02/2021	9.00	76.00	0.1184
Puertas	14/01/2021	20/03/2021	9.00	66.00	0.1364

Tabla 13*Tablas comparativas de la variación por cada piso en días entre el contractual y reformulado*

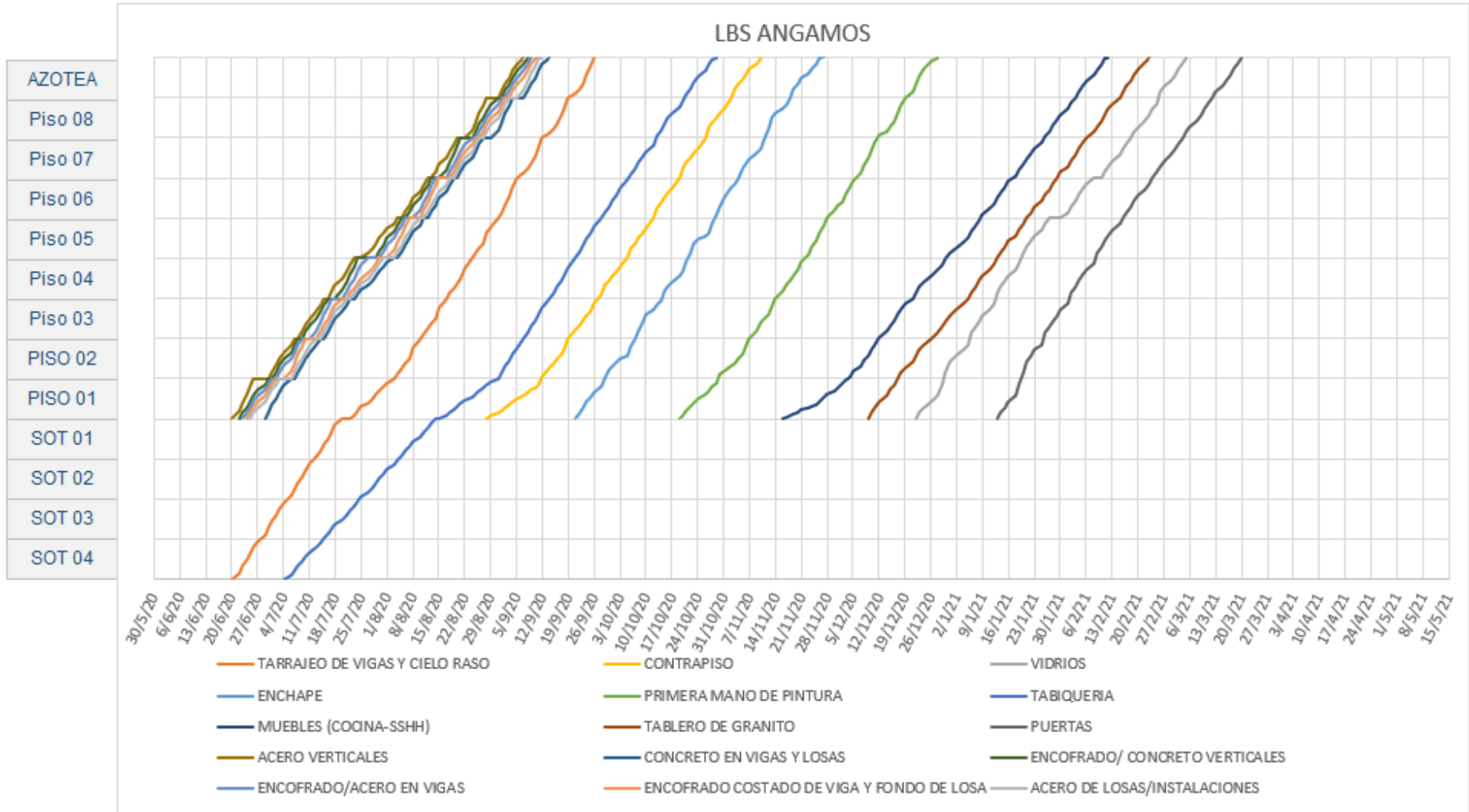
Partidas de estructuras	Contractual (A)	Reprogramado (B)	Variación (A-B)	Optimización
Acero	9	9	0	No vario
Concreto	9	9	0	No vario
Encofrado	9	9	0	No vario
Partidas de Arquitectura	Contractual (A)	Reprogramado (B)	Variación (A-B)	Optimización
Tarrajeo	7	7	0	No vario
Tabiquería	8	8	0	No vario
Contrapiso	7	8	- 1	Dias adicionales
Enchape	7	7	0	No vario
Primera mano de pintura	11	8	3	Se Optimizo
Muebles (cocina-sshh)	12	10	2	Se Optimizo
Vidrios	9	8	1	Se Optimizo
Tablero de granito	11	8	3	Se Optimizo
Puertas	10	7	3	Se Optimizo

Tabla 14

Cálculo de días de demora por piso con los nuevos rendimientos y velocidad de avance

Partidas de estructuras	# Niveles	Velocidad (pisos x día)	Metrado del Presupuesto	Unid.	Rendimiento Requerido por día	metrado por piso	Días x piso
Acero	9.00	0.11	147,856.00	kg	1,871.20	16,428.44	9
Concreto	9.00	0.11	1,352.00	m3	16.49	150.22	9
Encofrado	9.00	0.11	9,297.00	m2	111.98	1,033.00	9
Partidas de Arquitectura	# Niveles	Velocidad (pisos x día)	Metrado del Presupuesto	unid	Rendimiento Requerido por día	metrado por piso	Días x piso
Tarrajeo de vigas y cielo raso	9.00	0.136	5,780.10	m2	87.60	642.23	7
Tabiquería	9.00	0.125	5,189.51	m2	72.08	576.61	8
Contrapiso	9.00	0.122	3,871.31	m2	52.31	430.15	8
Enchape	9.00	0.134	2,574.42	m2	38.42	286.05	7
Primera mano de pintura	9.00	0.129	13,323.89	m2	190.38	1,480.43	8
Muebles (cocina-sshh)	9.00	0.102	212.53	m	2.42	23.61	10
Vidrios	9.00	0.123	2,383.14	m2	32.65	264.79	8
Tablero de granito	9.00	0.118	176.85	m	2.33	19.65	8
Puertas	9.00	0.136	204.00	und	3.09	22.67	7

Figura 33
Gráfica de la línea balance con las nuevas fechas y velocidades



III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA / INSTITUCIÓN

3.1. Resultados del problema general

El uso del método de la línea balance influye significativamente en la gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso Edificio Angamos 1675 Lima-2021, ya que se obtuvo que el tiempo de ejecución se redujo en un 4.94% del plazo contractual, así como se mejoró el costo directo en un 0.3% con respecto al costo directo contractual y dentro del costo indirecto se logró una mejora de 4.18% del costo indirecto contractual.

3.2. Resultados de los problemas específicos

3.2.1. Resultado del problema específico No 01

Se calculo que mediante el uso del método de la línea balance influye positivamente en el tiempo de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021 Dado que de la tabla 15 se obtuvo una diferencia en días de la fecha reprogramada, versus las fechas contractuales, dando como resultado una reducción de 24 días calendarios en las partidas analizadas, la cual representa el 4.94% del total del plazo contractual.

Tabla 15

Tabla de contractuales y reprogramaciones

Partidas de estructuras	CONTRACTUAL		REPROGRAMACION	
	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Acero	22/06/2020	8/09/2020	20/06/2020	8/09/2020
Concreto	22/06/2020	11/09/2020	22/06/2020	11/09/2020
Encofrado	24/06/2020	14/09/2020	24/06/2020	14/09/2020
Partidas de Arquitectura	INICIO	FIN	INICIO	FIN
Tarrajeo de vigas y cielo raso	31/07/2020	5/10/2020	23/07/2020	26/09/2020
Tabiquería	9/09/2020	20/11/2020	17/08/2020	27/10/2020
Contrapiso	22/09/2020	20/11/2020	29/08/2020	10/11/2020
Enchape	22/09/2020	27/11/2020	22/09/2020	27/11/2020
Primera mano de pintura	5/11/2020	15/02/2021	20/10/2020	28/12/2020
Muebles (cocina-ssh)	25/11/2020	8/03/2021	17/11/2020	12/02/2021
Vidrios	23/12/2020	11/03/2021	23/12/2020	5/03/2021
Tablero de granito	4/12/2020	16/03/2021	10/12/2020	23/02/2021
Puertas	14/01/2021	12/04/2021	14/01/2021	20/03/2021

termino contractual 12/04/2021
termino reprogramado 20/03/2021

<i>Dias de Optimización</i>	24.00	dias calendarios
------------------------------------	--------------	------------------

Fecha de inicio contractual	20/09/2019
fecha Fin Contractual	22/04/2021
Dias de paralización por pandemia	95

Dias contractuales calendarios	486.00
---------------------------------------	---------------

<i>% de Optimización en tiempo</i>	4.94%
---	--------------

3.2.2.Resultado del problema específico N° 02

Se determino que mediante el uso del método de la línea balance que los costos directos se vieron influenciados significativamente, tal como podemos ver en los resultados obtenidos de la tabla18, obtenida a raíz de la diferencia de los datos de los costos de los datos reprogramados Tabla 17, versus los costos contractuales tabla 16. La cual nos da una optimización en costo de S/. 29.157.00 soles, la cual representa el 0.3% del costo directo contractual.

Tabla 16*Costos de la mano de obra con los rendimientos contractuales*

CONTRACTUAL						
Partidas de estructuras	Rendimiento Requerido por día	Operación ayudantes		hh/(und)	PU MO	Contractual (A)
		S/ 20.07	S/ 14.81			
Acero	1,871.20	9.00	2.25	0.05	S/. 0.91	S/. 135,246.53
Concreto	16.49	9.00	2.25	5.46	S/. 103.77	S/. 140,296.72
Encofrado	111.98	9.00	2.25	0.80	S/. 15.29	S/. 142,108.67
Partidas de Arquitectura	Rendimiento Requerido por día	Operación	ayudantes	hh/(und)	PU MO	Contractual (A)
Tarrajeo de vigas y cielo raso	86.25	6.00	1.50	0.70	S/. 13.23	S/. 76,468.50
Tabiquería	71.10	6.00	1.50	0.84	S/. 16.05	S/. 83,290.51
Contrapiso	64.52	3.00	0.75	0.46	S/. 8.84	S/. 34,232.40
Enchape	38.42	6.00	1.50	1.56	S/. 29.70	S/. 76,468.50
Primera mano de pintura	129.39	2.00	0.50	0.15	S/. 2.94	S/. 39,167.51
Muebles	2.04	2.00	0.50	9.79	S/. 186.21	S/. 39,575.03
Vidrios	30.16	2.00	0.50	0.66	S/. 12.61	S/. 30,054.78
Tablero de granito	1.72	1.00	0.25	5.82	S/. 110.74	S/. 19,583.75
Puertas	2.29	2.00	0.50	8.73	S/. 165.98	S/. 33,859.94

Tabla 17

Costos de la mano de obra con los rendimientos reformulados

REPROGRAMACION						
Partidas de estructuras	Rendimiento Requerido por día	Operación S/ 20.07	ayudantes S/ 14.81	hh/(und)	PU MO	Reprogramado (B)
Acero	1,871.20	9.00	2.25	0.05	0.91	135,246.53
Concreto	16.49	9.00	2.25	5.46	103.77	140,296.72
Encofrado	111.98	9.00	2.25	0.80	15.29	142,108.67
Partidas de Arquitectura	Rendimiento Requerido por día	Operación	ayudantes	hh/(und)	PU MO	Reprogramado (B)
Tarrajeo de vigas y cielo raso	87.60	6.00	1.50	0.68	13.03	75,291.20
Tabiquería	72.08	6.00	1.50	0.83	15.83	82,157.76
Contrapiso	52.31	3.00	0.75	0.57	10.91	42,227.47
Enchape	38.42	6.00	1.50	1.56	29.70	76,468.50
Primera mano de pintura	190.38	2.00	0.50	0.11	2.00	26,619.28
Muebles (cocina-sshh)	2.42	2.00	0.50	8.28	157.45	33,462.76
Vidrios	32.65	2.00	0.50	0.61	11.65	27,763.50
Tablero de granito	2.33	1.00	0.25	4.30	81.74	14,456.25
Puertas	3.09	2.00	0.50	6.47	123.02	25,097.07

Tabla 18

Variación del costo por partida entre en contractual y reformulado

Contractual (A)	Reprogramado (B)	Variación (A-B)	Optimización
135,247	135,247	-	No vario
140,297	140,297	-	No vario
142,109	142,109	-	No vario
Contractual (A)	Reprogramado (B)	Variación (A-B)	Optimización
76,469	75,291	1,177	Se Optimizo
83,291	82,158	1,133	Se Optimizo
34,232	42,227	- 7,995	Sobrecosto
76,469	76,469	-	No vario
39,168	26,619	12,548	Se Optimizo
39,575	33,463	6,112	Se Optimizo
30,055	27,764	2,291	Se Optimizo
19,584	14,456	5,128	Se Optimizo
33,860	25,097	8,763	Se Optimizo
Monto en costo directo optimizado			29,157
% de optimización en costo directo			0.3%

3.2.3. Resultado del problema específico N°03

Se evaluó que mediante el uso del método de la línea de balance los costos indirectos se vieron influenciados significativamente ya que de la tabla 19, se puede apreciar que se logró una reducción en costo de S/ 65,135.20 soles , que en porcentaje representa el 4.18% del costo indirecto contractual, estos resultados obtenidos son en base a los resultados obtenidos en la Tabla 15 , en donde se halló la optimización en días; y de la Tabla 7 tenemos la ratio del costo por día relacionados al tiempo en el costo indirecto.

Tabla 19

Costo total de los días optimizados en el costo indirecto

días de optimización	coto directo por día		total	
24.00	S/	2,713.97	S/	65,135.20
% en relación al costo indirecto				4.18%

IV. CONCLUSIÓN

- Del trabajo realizado se ha evaluado que el método de la línea balance influye significativamente en la gestión de la ejecución de los proyectos multifamiliares, caso Edificio Angamos 1675 Lima-2021 dado que los plazos han disminuido en 4.94%, los costos directos han disminuido en un 0.3% y finalmente el costo indirecto disminuyó en 4.18%. Demostrando de esta manera que la aplicación de la línea balance constituye una herramienta adecuada para la ejecución de proyectos.
- Se ha calculado que el método de la línea balance influye positivamente en el tiempo de ejecución del proyecto multifamiliar, caso edificio Angamos 1675; porque existe una disminución del plazo de ejecución de 24 días, respecto a la planificación inicial, representando una disminución del 4.94% del plazo de obra.
- Se ha determinado que el método de la línea balance influye positivamente en el costo directo del proyecto multifamiliar, caso edificio Angamos 1675; porque existe una mejora en el costo directo por un monto S/.29,157 soles que representa el 0.3% del costo directo contractual.
- Se ha evaluado que el método del método de la línea balance influye significativamente en el costo indirecto de ejecución de los proyectos multifamiliares, caso edificio Angamos 1675 Lima-2021 dado que se pudo calcular que existe una reducción en el costo indirecto, por un monto de S/. 65,135.20 soles que representa el 4.18% del costo indirecto contractual.

V. RECOMENDACIONES

4.1. Recomendaciones de los problemas generales

El método de la línea balance dentro de la gestión, es recomendable como un complemento a los métodos tradicionales, ya que su aplicación a manera independiente puede hacer que la interrelación de dependencia entre partidas que no son consecutivas se pierda, por ello nos resulta mucho más favorable aplicarla como medio de mejora a un cronograma Gantt.

4.2. Recomendaciones de los problemas específicos

4.2.1. *Recomendaciones del problema específico N° 01*

El uso del método de la línea balance para que influya positivamente en el tiempo de ejecución de los proyectos multifamiliares es recomendable que se aplique en un tiempo consecutivo sin paralizaciones intermedias.

4.2.2. *Recomendaciones del problema específico N° 02*

El uso del método de la línea balance para que influya significativamente en el costo directo de ejecución de los proyectos multifamiliares es recomendable que se aplique en partidas incidentes en tiempo y costo, para que los resultados sean visualizables.

4.2.3. *Recomendaciones del problema específico N° 03*

El uso del método de la línea balance para que influya significativamente en el costo indirecto de ejecución de los proyectos multifamiliares es recomendable relacionarlos dependientes al tiempo de ejecución del proyecto,

VI. REFERENCIAS

- Lopez M.H, Moran T.C. (2010). *Programación PERTCPM y control de proyectos*. Editorial CAPECO. Perú.
- Ugalde V.J, (1979). *Programación de operaciones*. Editorial universidad estatal a distancia. Costa Rica.
- Paredes G.S., Torres T.H., Gómez M.R. (2020). *Programación de la construcción del tercer anillo de muros anclados de una edificación aplicando el método de líneas de balance*. Investigación & Desarrollo, Vol. 20, No. 1: 173 – 192
- Centro de Excelencia en Gestión de Producción – GEPUC, *Lean Construcción: Manual Práctico de Herramientas de Mejoramiento de Construcción*.
- Escuela post grado de ingeniería y arquitectura (octubre, 2021). *Cómo utilizar el método CPM, paso a paso*, <https://postgradoingenieria.com/como-utilizar-metodo-cpm/>
- Medina G. (16 de octubre del 2016), *planificación de obras utilizando las líneas de balance (lob)*. <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/planificaci%C3%B3n-de-obras-utilizando-las-l%C3%ADneas-de-balance-lob>
- Hoyos J. (2018). *las líneas de balance (lob) y sus ventajas en la programación de obras*, <https://acaddemia.com/articulos/las-lineas-de-balance-lob-y-sus-ventajas-en-la-programacion-de-obras/>
- Lucid Content Team (Lucid chart) (Sin año). *Diagrama de Gantt: Qué es y para qué sirve*, <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-gantt>
- Martins J. (12 de septiembre de 2022). *Diagrama de Gantt: qué es y cómo crear uno con ejemplos*, <https://asana.com/es/resources/gantt-chart-basics>
- Orihuela P. y Esteves D., (2013). *Aplicación Del Método De La Línea De Balance A La Planificación Maestra*.

Project Management Institute, (Guía del PMBOK®, Séptima Edición). (2021). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*.

Rodríguez H. (11 de marzo 2022), *Descubre qué es la ruta crítica y revoluciona tu forma de planificar proyectos*. <https://www.crehana.com/blog/negocios/que-es-ruta-critica/>

Team Asana (14 de octubre de 2021). *El diagrama de PERT: qué es y cómo crearlo (incluye ejemplos)* <https://asana.com/es/resources/pert-chart>

Seppanen, O., Ballard, G. and Pesonen, S. (2010). “The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System”. *Lean Construction Journal*, pp. 43-54.