

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



TESIS

**“MODELAMIENTO Y EVALUACIÓN DE AMPLIACIONES DE
PLAZO EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DE OBRAS Y
PERITAJES”**

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**ELABORADO POR
JOSÉ ANTONIO CABALLERO CULCA**

**ASESOR
Mg. OSCAR GUILLERMO MIRANDA HOSPINAL**

**LIMA - PERÚ
2019**

© 2019, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la tesis en su totalidad o en parte, con fines estrictamente académicos.”

José Antonio Caballero Culca

Correo: jcaballeroc@uni.pe

Cel: 993183435

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia y a todas las personas que me ayudaron y motivaron a poder concluirla.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la dedicación y la paciencia del Mg. Ing Oscar Guillermo Miranda Hospinal, y también por haber confiado mi participación en las consultorías de peritaje a colegios emblemáticos, los casos vistos despertaron mi interés en investigar las ampliaciones de plazo de los proyectos en ejecución de obra.

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio.

Gracias Dios y a la vida por este nuevo triunfo.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
PRÓLOGO	5
LISTA DE CUADROS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	12
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	13
1.1. ANTECEDENTES	13
1.1.1. La Paradoja de Wiest	13
1.2. JUSTIFICACION	17
1.3. OBJETIVOS	21
1.3.1. Objetivo General	21
1.3.2. Objetivos Específicos	21
1.4. HIPOTESIS	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. PARTIDA	22
2.2. MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO CPM	22
2.3. DIAGRAMA DE BARRAS GANTT	23
2.4. MÉTODO RED O DIAGRAMA DE PRECEDENCIA PDM	25
2.4.1. Relaciones de Precedencia	26
2.4.2. Algoritmo de Cálculo de la Red de Precedencia PDM	28
2.4.3. Ruta Crítica del Programa de Ejecución de Obra	29
2.4.4. Relaciones de Precedencia basado en Porcentaje	29
2.5. FECHAS RESTRICTIVAS	31
2.5.1. Lo antes posible	31
2.5.2. Lo más tarde posible	31
2.5.3. No finalizar antes del/No finalizar después del	31
2.5.4. Debe finalizar el/Debe comenzar el	31
2.5.5. No comenzar antes del/No comenzar después del	31
2.6. CURVA "S" DE COSTO	31
2.7. CALENDARIO DE AVANCE DE OBRA	32

2.8.	PORCENTAJE FÍSICO DE AVANCE EJECUTADO	34
2.9.	ÍNDICE DEL DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA	34
2.10.	CALENDARIO ACELERADO	35
2.11.	HOJAS DE PROGRAMACIÓN DE PARTIDAS	35
2.12.	DEMORA.....	36
2.12.1.	Definición sobre las Demoras en Construcción	36
2.13.	MÉTODO TIME IMPACT ANALYSIS	37
CAPÍTULO III. MODELAR Y EVALUAR AMPLIACIÓN DE PLAZO POR DEMORA		39
3.1.	CONSIDERACIONES PREVIAS.....	39
3.1.1.	Causales de Ampliación de Plazo	39
3.1.2.	Revisión de Documentos para la Gestión de Ampliaciones de Plazo..	41
3.1.3.	Evaluación del Informe del Contratista.....	43
3.1.4.	Fechar la Programación Gantt CPM	46
3.1.5.	Duración en Días Calendarios del Proyecto	46
3.2.	FLUJO PARA MODELAR Y EVALUAR EL ATRASO.....	47
3.2.1.	Afectación del Atraso a una Partida Crítica	53
3.2.2.	Afectación del Atraso a una Partida No Crítica	58
3.2.3.	Afectación del Atraso a una Partida Parcialmente Ejecutada	63
3.2.4.	Atraso por Desabastecimiento de Material en el Mercado	67
3.2.5.	Plazo Adicional para Ejecución del Adicional de Obra	72
3.2.6.	Actualización por Evento de Paralización de Obra	75
3.3.	DIRECTIVA PARA AMPLIACIONES DE PLAZO	80
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA LÍNEA DEL TIEMPO DE LOS HECHOS..		84
4.1.	EVALUACIÓN DE LA LINEA DEL TIEMPO	84
CONCLUSIONES		94
RECOMENDACIONES.....		95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		96
ANEXOS		97

RESUMEN

Esta investigación propone dar a conocer la forma de modelar y evaluar la ampliación de plazo en las etapas de ejecución de obra y/o peritajes. Para el análisis se parte de la programación Gantt CPM planificado de obra. Sobre esta programación se ha modelado el evento de demora haciendo uso del método TIA, que ha sido estudiado taxonómicamente por la Association for the Advancement of Cost Engineering. Este método se basa en la simulación de un escenario de la programación Gantt CPM, que analiza la(s) partida(s) afectada(s) por dicho evento no atribuible al contratista.

Se ha incorporado los costos acumulados valorizados de todas las partidas obtenidas de las valorizaciones periódicas. Con ello se evalúa la eficiencia de la Programación Gantt CMP actualizado por evento de demora. Así también se tiene en cuenta el flujo de trabajo para el modelamiento y evaluación de la demora del proyecto. Finalmente, se obtiene la representación gráfica de las barras de Gantt mostrando el dinamismo y el impacto sobre la ruta crítica del proyecto. Todo esto se desarrolla haciendo uso el software Microsoft Project.

Para evaluar la metodología propuesta, se ha aplicado en tres proyectos de edificios de colegios emblemáticos y en un proyecto de habilitación urbana. Se ha encontrado en estos casos carencia de modelamiento. Estos proyectos presentan informes de solicitudes de ampliaciones de plazos exagerados. Cuando se ha analizado la línea de tiempo de los hechos, se encontró que las ampliaciones de los plazos encontrados serán el 15% del tiempo solicitado por el contratista.

Para el peritaje de ampliaciones de plazo suscitados en la etapa de ejecución de obra se sugiere reconstruir la programación Gantt CPM. Con ello se modela y evalúa el evento de demora y/o el uso de la línea del tiempo que representan los hechos acontecidos durante el desarrollo de la ejecución de dicha obra.

Palabras clave: Modelamiento, Evaluación, Ampliación de Plazo, Peritaje.

ABSTRACT

The proposal of this research is to inform about the way to model and evaluate the extension of term during the stages of work execution and/or expertise. For the analysis, the Gantt CPM programming is planned. The delay event has been modeled on this programming using the TIA method, which has been taxonomically studied by the Association for the Advancement of Cost Engineering. This method is based on the simulation of a Gantt CPM programming scenario, which analyzes the item affected by the event not attributable to the contractor.

The accumulated valued costs of all the items obtained from the periodic valuations have been incorporated. This evaluates the efficiency of the CMP Gantt Programming updated by delay event. This also takes into account the workflow for the modeling and evaluation of the project delay. Finally, the graphic representation of the Gantt bars is obtained showing the dynamism and the impact on the critical path of the project. All this is developed using the Microsoft Project software.

To evaluate the proposed methodology, it has been applied in three emblematic school building projects and in an urban habilitation project. It has been found in these cases lack of modeling. These projects present reports of requests for extensions of exaggerated deadlines. When the timeline of the events has been analyzed, it was found that the deadlines are 15% of the time requested by the contractor.

In order to assess the extension of the period generated in the work execution stage, it is suggested to rebuild the Gantt CPM programming. With this, the delay event and / or the use of the timeline representing the events that occurred during the development of the execution of said work are modeled and evaluated.

Key Words: Modeling, Evaluation, Extension of the Work Term, Expertise.

PRÓLOGO

El Perú tiene incorporado la metodología CPM, en el reglamentado de la ley de contrataciones con el estado, esta metodología solamente se utiliza para programar la obra, además el reglamento también nos indica que dicha metodología debe ser utilizar para actualizar la programación Gantt CPM y el calendario programado de costos por eventos no atribuible al contratista, resulta que no se puede evaluar una ampliación de plazo con sólo usar la metodología CPM, sino que debemos agregar el método aditivo, para modelar el evento de demora y evaluar usando el método TIA, junto con los montos acumulados de las valorizaciones periódicas, y reprogramar el saldo de obra usando el flujo de trabajo para evaluar el modelamiento de la demora. Si sólo se aplica el método CPM, estaríamos analizando de forma anómalo, porque aplicaríamos la criticidad inversa o la neutralidad.

La presente investigación servirá a los ejecutores de proyecto para modelar y evaluar el evento de demora de una causa no atribuible al contratista para estimar la ampliación de plazo. Para el desarrollo de la tesis, se ha dividido en 5 capítulos importantes que se resumen a continuación:

El capítulo I describe en principio los antecedentes, luego analiza la anomalía de Wiest, justifica la problemática para plantear objetivos del tema de tesis y plantea la hipótesis de estudio.

El capítulo II desarrolla el marco conceptual y teórico de la tesis, donde se explica gráficamente los conceptos teóricos más importantes.

El capítulo III explica el modelamiento y evaluación de las ampliaciones de plazo por demora, empezando con las consideraciones previas como son: la elaboración de Tabla N°3.1 demora por causas no atribuible al contratista, revisión de documentos para la gestión de ampliaciones de plazo, evaluación del informe del contratista, fechado de la programación Gantt CPM y la estimación de la duración de las partidas en días calendarios, para luego describir y aplicar el flujo de trabajo para el modelamiento y evaluación del atraso en un proyecto de ejecución de obra, analizando la afectación del atraso a una partida crítica y/o no crítica. También evaluamos el caso particular de la reprogramación de la programación Gantt CPM,

Cronograma Valorizado Actualizado por evento de paralización de obra. Finalmente se ha elaborado la directiva general para ampliaciones de plazo por demoras no atribuible al contratista.

El capítulo IV se enfoca al análisis de la línea del tiempo de los hechos, donde identificamos todos los sucesos acontecidos en la obra, esto permite el análisis de forma en la gestión de las ampliaciones de plazo este análisis de los hechos ha resultado muy útil en la etapa de Peritaje de Obra.

El capítulo V se enfoca al desarrollo de la conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

LISTA DE CUADROS

Tabla N°3.1 Atraso por Causas no Atribuible al Contratista.....	40
Tabla N°3.2 Paralización por Causas no Atribuible al Contratista.....	40
Tabla N°3.3 Atraso por Causas no Atribuible al Residente.....	41
Tabla N°3.4 Lista de Verificación a los Documentos a la firma de Contrato.....	41
Tabla N°3.5 Lista de Verificación a los Documentos Actualizados.....	45
Tabla N°4.1 Datos Nueva Ciudad de Olmos.....	84
Tabla N°4.2 Eventos Acontecidos en la Nueva Ciudad de Olmos.....	85
Tabla N°4.3 Solicitudes de Ampliación de Plazo Nueva Ciudad de Olmos.....	85
Tabla N°4.4 Datos de Obra Toribio Casanova.....	88
Tabla N°4.5 Solicitudes de Ampliaciones de Plazo Tramitadas.....	89
Tabla N°4.6 Datos de Obra, Colegio Militar Leoncio Prado.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1.1 Programación Gantt CPM base.	14
Figura N°1.2 Escenario 01 incremento de un día a la partida crítica A.	14
Figura N°1.3 Escenario 02 Interrupción de tres días para la partida crítica B. ...	14
Figura N°1.4 Programación Gantt CPM Base y Red PDM.	15
Figura N°1.5 Escenario 03 Criticidad Inversa.	16
Figura N°1.6 Diagrama de seguimiento Gantt CPM.	17
Figura N°1.7 Diagrama de Gantt a Nivel de Entregable.	18
Figura N°1.8 Curva “S” de Costo Acelerado con ineficiencia de Costos.	18
Figura N°1.9 Programación Gantt CPM Reprogramado por Demora.	19
Figura N°1.10 Curva “S” de Costos Reprogramados.	20
Figura N°1.11 Línea del Tiempo de los Adicionales de Obra.	20
Figura N°2.1 Distribución beta.	23
Figura N°2.2 Representación Gráfica del Diagrama de Gantt CPM.	24
Figura N°2.3 Representación Gráfica del Diagrama de Gantt.	25
Figura N°2.4 Precedencia Fin-Comienzo.	26
Figura N°2.5 Precedencia Comienzo-Comienzo.	26
Figura N°2.6 Precedencia Comienzo-Fin.	27
Figura N°2.7 Precedencia Fin-Fin.	27
Figura N°2.8 Algoritmo de Cálculo de la Red de Precedencia.	28
Figura N°2.9 Curva “S” de Costo.	31
Figura N°2.10 Calendario Valorizado de avance de Obra.	32
Figura N°2.11 Calendario Valorizado de Obra Previsto.	33
Figura N°2.12 Gráfico de Costos Acumulado Previsto.	33
Figura N°2.13 Curva “S” Acelerado de costos.	35
Figura N°2.14 Hoja de Programación.	36
Figura N°2.15 Aplicación del método Time Impact Analysis.	38
Figura N°3.1 Partida programada manualmente.	42
Figura N°3.2 Procedimiento de Forma.	43
Figura N°3.3 Procedimiento de Forma en la Ampliación de Plazo.	44
Figura N°3.4 Programación Gantt CPM con causal anticipado.	45
Figura N°3.5 Programación con Inicio de causal Intermedio.	46
Figura N°3.6 Modelación de la Identificación de la Causal.	48

Figura N°3.7 Modelamiento de las fechas anotadas en el C.O.....	48
Figura N°3.8 Simulación del Porcentaje Programado.....	49
Figura N°3.9 Definición de Recurso Costo Directo.....	50
Figura N°3.10 Costos Programado al corte.....	50
Figura N°3.11 Modelamiento del Atraso con el método TIA.....	51
Figura N°3.12 Creación de Indicadores Gráficos.....	51
Figura N°3.13 Casos para Reprogramar las partidas.....	52
Figura N°3.14 Modelamiento y Evaluación de la Demora.....	52
Figura N°3.15 Plazo para Absolver Consultas.....	53
Figura N°3.16 Línea de Tiempo de Modelo de Forma de plazo máximo.....	53
Figura N°3.17 Programación Gantt CPM Base.....	54
Figura N°3.18 Cálculo de holguras, de inicios y fines tempranos.....	54
Figura N°3.19 Cálculo de fechas temprana y tardía.....	54
Figura N°3.20 Red PDM del Proyecto Base.....	55
Figura N°3.21 Cronograma Valorizado Programado.....	56
Figura N°3.22 Porcentaje Programado Acumulado a la fecha de corte.....	56
Figura N°3.23 Costos Acumulados Programado y Valorizado.....	57
Figura N°3.24 Cálculo de la Ampliación de Plazo.....	57
Figura N°3.25 Estado y Holgura Permisible de las partidas.....	58
Figura N°3.26 Curva “S” de Costos Actualizado por Atraso.....	58
Figura N°3.27 Avance Programado al 30 de abril 2018.....	59
Figura N°3.28 Modelamiento del Atraso y Cálculo de la Ampliación de plazo....	59
Figura N°3.29 Estado y Criterio para Reprogramar las Partidas.....	60
Figura N°3.30 Modelamiento de la Atraso y Afectación a la Partida no Crítica. .	60
Figura N°3.31 Avance Acumulados Programado y Ejecutado.....	61
Figura N°3.32 Curva “S” Actualizado por Evento del Atraso.....	61
Figura N°3.33 Calendario Actualizado Valorizado por Evento del Atraso.....	62
Figura N°3.34 Programación Gantt CPM actualizado.....	63
Figura N°3.35 Modelamiento del Atraso con modelo TIA.....	64
Figura N°3.36 Vinculación del Atraso y Partida B.....	64
Figura N°3.37 Simulación Programado a fines de mayo 2018.....	65
Figura N°3.38 Afectación del Atraso a una Partida no Crítica.....	65
Figura N°3.39 Estado de las Partidas.....	66
Figura N°3.40 Curva “S” Actualizado por Evento de Atraso.....	66
Figura N°3.41 Cálculo de la Red PDM Base.....	67

Figura N°3.42 Seguimiento en la Programación Gantt CPM.....	67
Figura N°3.43 Costos Programado del Proyecto la fecha de Identificación.....	68
Figura N°3.44 Programación Gantt CPM base al Cese de la Causal.	69
Figura N°3.45 Precedencia por Desabastecimiento de Material.	69
Figura N°3.46 Barras de Gantt al Cese de la Causal.	70
Figura N°3.47 Costo Acumulado a mayo 2018.....	70
Figura N°3.48 Programación Actualizado por Desabastecimiento de Material...	71
Figura N°3.49 Estado de las partidas.....	71
Figura N°3.50 Curva “S” Desabastecimiento de Material.	72
Figura N°3.51 Holgura, inicio y fin tempranos y tardíos.....	72
Figura N°3.52 Programación Gantt CPM del Proyecto Principal.....	73
Figura N°3.53 Programación Gantt CPM del Adicional de Obra N°01.....	73
Figura N°3.54 Estado de la Obra principal.....	74
Figura N°3.55 Demora por ejecución de la prestación del adicional.....	74
Figura N°3.56 Costo Reprogramado en función al saldo de Obra.	75
Figura N°3.57 Programación línea base.	76
Figura N°3.58 Valorización al inicio de la causal 30 de abril 2018.	76
Figura N°3.59 Estado, abril de 2018.	77
Figura N°3.60 Reprogramación Gantt CPM.....	77
Figura N°3.61 Curva “S” de Costos Reprogramado.	78
Figura N°3.62 Curvas “S” de Costos planeado.	78
Figura N°3.63 Gantt CPM por Evento de Paralización.	79
Figura N°3.64 Cronograma Valorizado por Paralización.....	79
Figura N°3.65 Criterio de reprogramación de partidas.	81
Figura N°A.1 Calendario de Trabajo 2019.....	97
Figura N°A.2 Línea Programación Gantt CPM Base.....	98
Figura N°A.3 Presupuesto Referencial.....	98
Figura N°A.4 Asignación del Presupuesto al Msproject.....	99
Figura N°A.5 Línea Base Cronograma Valorizado.....	99
Figura N°A.6 Curva “s” de la Línea Base.	100
Figura N°A.7 Estado del Proyecto al 30 de abril de 2019.	100
Figura N°A.8 Programación Gantt CPM acelerado de Obra.....	101
Figura N°A.9 Cronograma Valorizado Acelerado de Obra.....	102
Figura N°A.10 Curva “S” Acelerado de Obra.	102

Figura N°A.11 Estado del Proyecto al inicio de la paralización de obra.....	103
Figura N°A.12 Modelamiento y Evaluación de la Paralización de Obra.....	104
Figura N°A.13 Cronograma Actualizado por Paralización de Obra.....	105
Figura N°A.14 Curva “S” por Evento de Paralización de Obra	105
Figura N°A.15 Avance Físico al 16 de agosto de 2019.	106
Figura N°A.16 Avance Programado al inicio de la Causal.....	107
Figura N°A.17 Cálculo de Ampliación de plazo.	108
Figura N°A.18 Cronograma Valorizado Actualizado por Atraso.	109
Figura N°A.19 Curva “S” Actualizado por evento de Atraso.	110

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

OSCE:	Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado.
CAO:	Cronograma de Avance de Obra.
C.O:	Cuaderno de Obra.
CPM:	Critical Path Method (Método del Camino Crítico).
PDM:	procedure diagram Method (Método de la Red de Precedencia)
ASAP:	As Soon AS Possible: tan pronto como sea posible.
ALAP:	As Late As Possible: tan tarde como sea posible.
RLCE:	Reglamento de la Ley de Contrataciones con el Estado.
AACE:	Association for the Advancement of Cost Engineering.
TIA:	Time Impact Analysis (Análisis de impacto del tiempo)
FC:	Factor Cuadrilla.
Tu:	Tiempo Unitario.
Dp:	Duración Programada en días útiles.
d.c:	Días calendarios.
Dcal:	Días Calendarios de las actividades.
d.u:	Días útiles.
ES:	Early Start o inicio temprano.
EF:	Early Finish o fin más temprano.
LF:	Late Start o inicio más tardío.
HT:	Holgura total de la partida.
MsProject:	Microsoft Project.
SPI:	Índice del desempeño del cronograma.
OMM:	Organización Meteorológica Mundial.
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
ANA:	Autoridad Nacional del Agua.
Round:	Redondear
Ppto:	Presupuesto

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

Actualmente, en el Perú, la mayoría de las controversias que se presentan entre contratista y las instituciones públicas y privadas se deben a reclamos por ampliaciones de plazo, dado que dichas ampliaciones traen como consecuencia el reconocimiento de gastos generales, que se habrían generado durante la ejecución de las obras y durante dichas ampliaciones de plazo.

Estos montos controvertidos muchas veces superan el 10% del monto contratado, controversias que son resueltas en los centros de Arbitraje y Conciliación (Jueces privados) con profesionales mayoritariamente abogados, incluso ingenieros que no conocen una metodología racional de evaluación de las referidas ampliaciones de plazo.

Dichos centros arbitrales, en general, se ven obligados a realizar consultas a peritos, especialistas en dicha materia, a quienes solicitan los informes periciales correspondientes. Sin embargo, se ha advertido también que existen peritos que no realizan el modelamiento de las causas de ampliaciones de plazo con metodologías racionales. por lo que sus opiniones conllevarían a tomar decisiones equivocadas por parte del tribunal arbitral.

Surge entonces la necesidad de plantear propuestas racionales o metodologías racionales de evaluación, utilizadas además en pericias forenses en otras latitudes del mundo.

1.1.1. La Paradoja de Wiest

Wiest Jerome. (1981), analizó los cambios que producían en la Red PDM en la metodología del camino crítico, incluso el concepto de camino crítico en sí mismo, indicando ciertos comportamientos anómalos en determinadas circunstancias, producido por las tareas críticas inversas. La existencia de tareas críticas inversas produce efectos anómalos en los grafos PDM.

Se parte de la programación base y sobre esta se analizará el comportamiento, por incremento de duración y fragmentación de la tarea o partida.

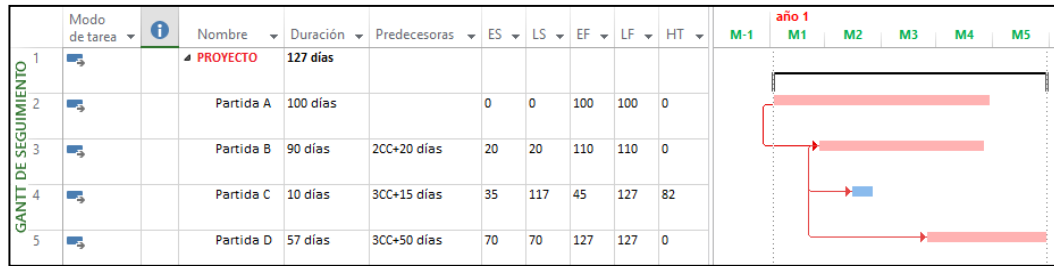


Figura N°1.1 Programación Gantt CPM base.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

En la Figura N°1.2 se analiza el escenario 01, observar que al evaluar mediante el incremento de un día para la partida crítica A, no se incrementa la duración del proyecto, produciéndose la neutralidad.

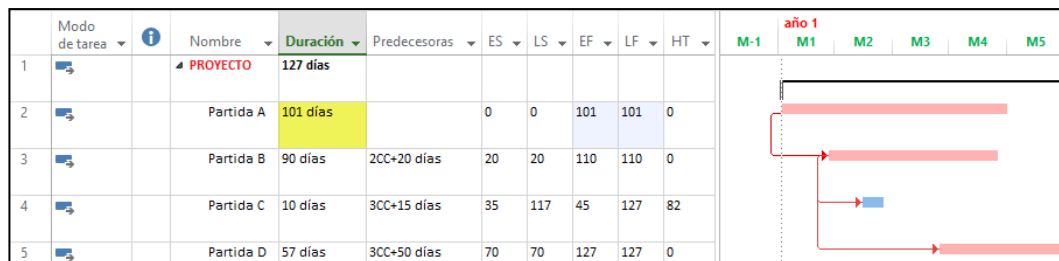


Figura N°1.2 Escenario 01 incremento de un día a la partida crítica A.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

El análisis de la Figura N°1.2. A, Wiest Jerome. (1981), la denomino tareas “críticas neutras”.

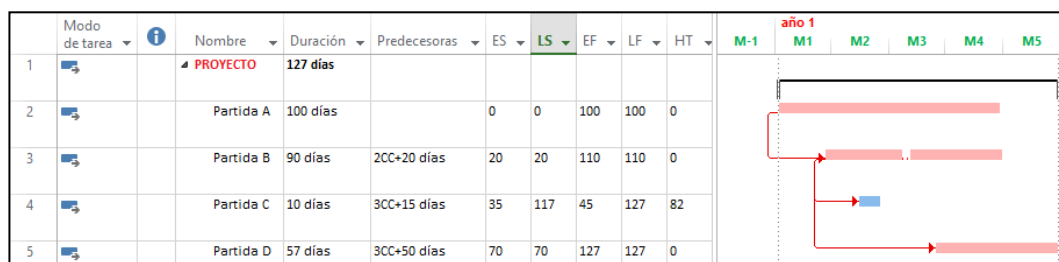


Figura N°1.3 Escenario 02 Interrupción de tres días para la partida crítica B.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Al analizar el caso de posponer una partida crítica atrasada mediante fragmentación en una programación Gantt CPM acelerado actualizado, no es adecuado que incremente la duración del proyecto.

El siguiente ejemplo de la Figura N°1.4 representa la programación base con la relación de precedencia Fin-Fin para la partida B y el sustento de cálculo de la duración del proyecto en días útiles.

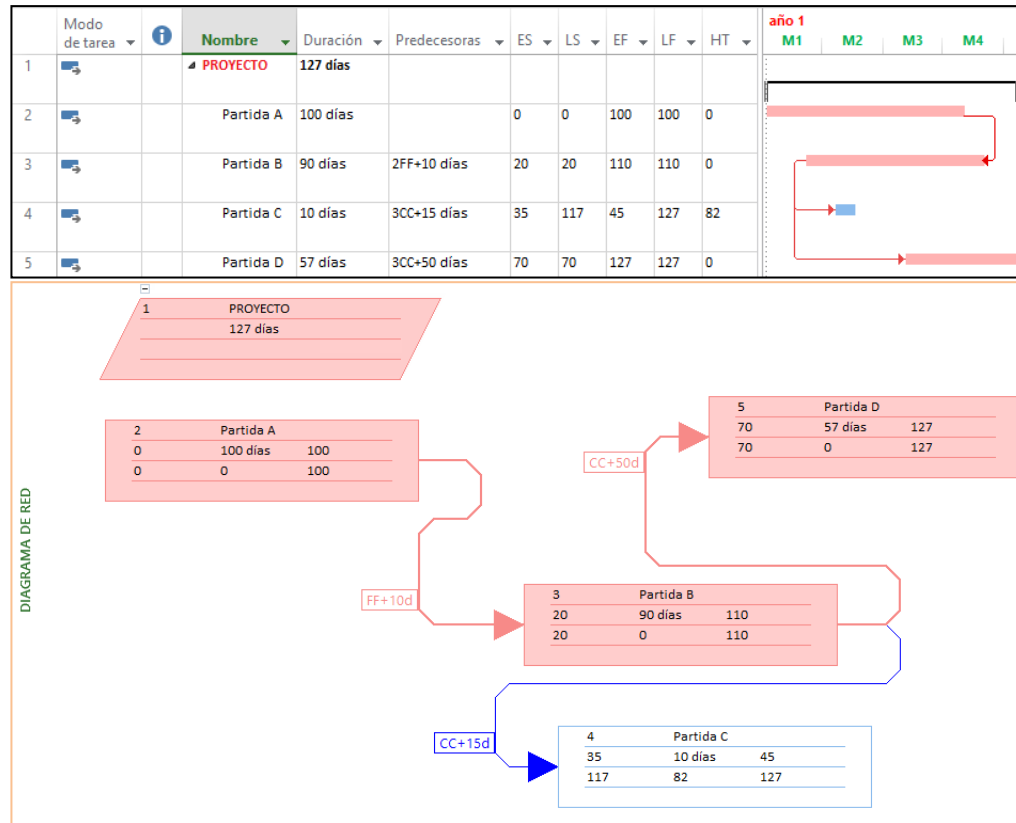


Figura N°1.4 Programación Gantt CPM Base y Red PDM.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

La Figura N°1.5 se analiza el escenario 03, con incremento de un día a la partida crítica A, Wiest Jerome. (1981), denominó este hecho como efecto perverso de los grafos PDM, puesto que reducir la duración de determinadas tareas, provoca un efecto contrario en la duración del proyecto, clasificando estas tareas como críticas inversas o “tareas perversas”.

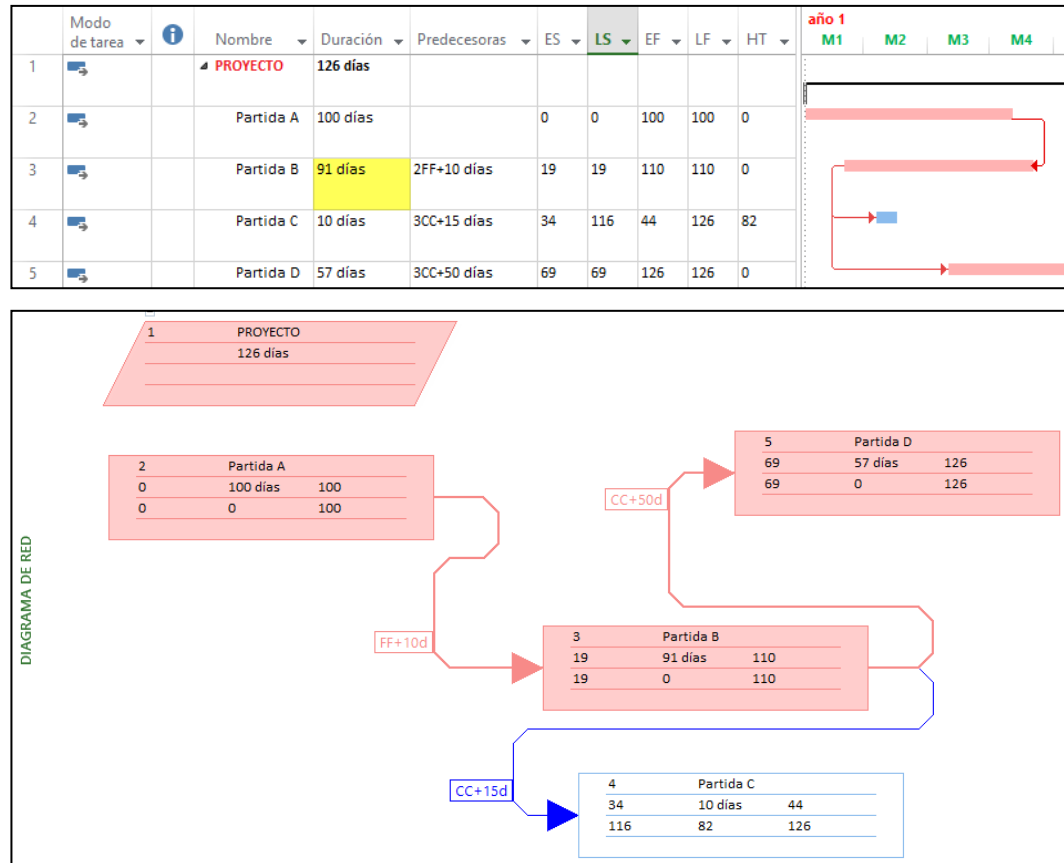


Figura N°1.5 Escenario 03 Criticidad Inversa.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Varios han sido los estudios para evaluar esta anomalía, entre ellos: Valls, Martín y Lino (1996) publicaron sus estudios sobre los grafos PDM con interrupción de las tareas, para solucionar el algoritmo de Crandall (1973), propuso un algoritmo "splitting allowed".

La criticidad inversa o neutralidad se presenta por inadecuado modelamiento, en cualesquiera de las relaciones de precedencia descrita. No es correcto evaluar una ampliación de plazo por incremento de duración, ni por fragmentación de la partida.

1.2. JUSTIFICACION

Antes de la firma del contrato para la ejecución de obra, momento crucial, donde la Entidad tiene la oportunidad de poder revisar la Calidad de la Programación de la Obra, el Contratista está obligado a entregar el Cronograma programado de Obra, en MS Project. Sin embargo, el Contrato se suscribe normalmente en el área de logística, sin la verificación de este por parte de la Gerencia Técnica.

En las solicitudes de ampliaciones de plazo por los contratistas y en las evaluaciones por parte de las entidades públicas y privadas, no se realiza un adecuado modelamiento de la ampliación de plazo. Entre las principales causas recurrentes en diversos tipos de proyectos se encuentran:

- i. Inadecuada opinión de supervisores o equipos del cliente.

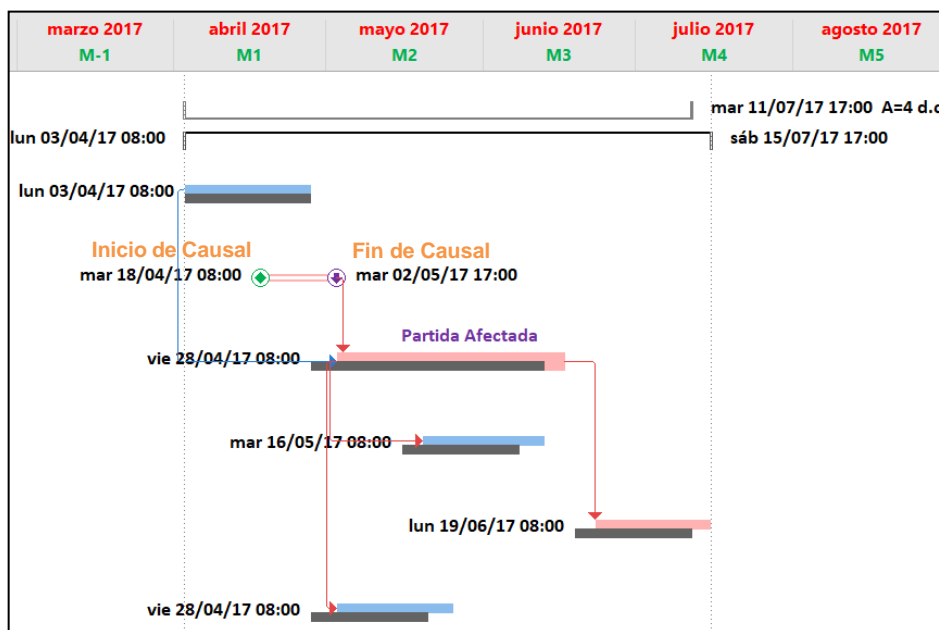


Figura N°1.6 Diagrama de seguimiento Gantt CPM.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Fecha de inicio tardío de la partida afectada es: vie 28/04/17 08:00 recién a partir de ese momento afecta a la ruta crítica del proyecto. Se observa que han transcurrido 15 días calendarios, desde la identificación de la causal mar 18/04/17 08:00, llamada equivocadamente “inicio de la causal” hasta el cese de la causal; el evento repercute con una afectación en la ruta crítica del proyecto en 4 d.c de ampliación de plazo, esto se debe a una identificación de inicio de causal anticipado. Tener en cuenta que el ejemplo toma en cuenta la semana laborable

de lunes a sábado también hemos considerado algunos feriados para evaluar el escenario. El cálculo mediante la red se realiza en días útiles, luego mediante el calendario asignado al proyecto se calcula las fechas para cada partida.

- ii. Programación Gantt contractual a nivel de entregables sin considerar partidas operacionales.

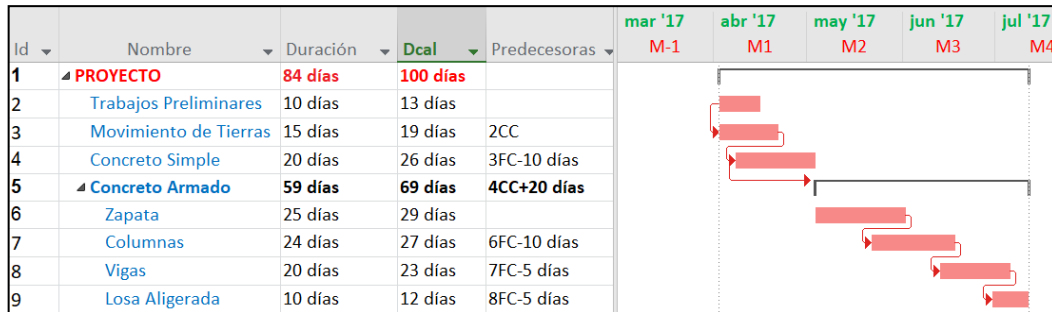


Figura N°1.7 Diagrama de Gantt a Nivel de Entregable.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

En la Figura N°1.7, no es posible evaluar una ampliación de plazo por demora debido que, no sabemos que partida del entregable está siendo afectado.

- iii. Cronograma Acelerado que no considera el incremento de eficiencia de la reprogramación por atraso injustificado.

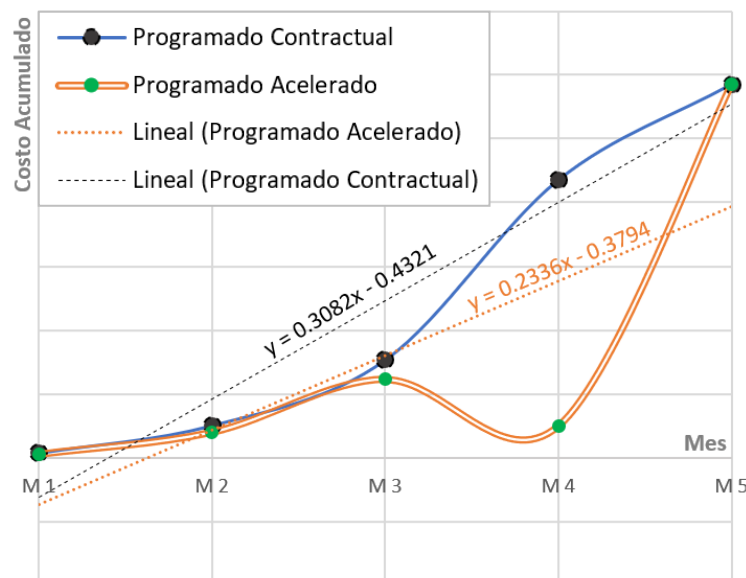


Figura N°1.8 Curva "S" de Costo Acelerado con ineficiencia de Costos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

De la Figura N°1.8, se observa que los montos parciales del acelerado son menores del contractual, y pretendiendo valorizar en el último mes de pocos días todo el atraso injustificado. Ésta claro que no existe la aceleración de los trabajos.

- iv. Solicitar sin argumento, ampliación de plazo Adicional de Obra con Deductivo vinculante.

No existe una ampliación de plazo por Deductivo vinculante, se debe evaluar si corresponde una prestación adicional para la ejecución del adicional de obra con deductivo vinculante, para ello se debe modelar y evaluar la partida afectada.

- v. Cronograma actualizado que no guardan relación las partidas con los montos reprogramados.

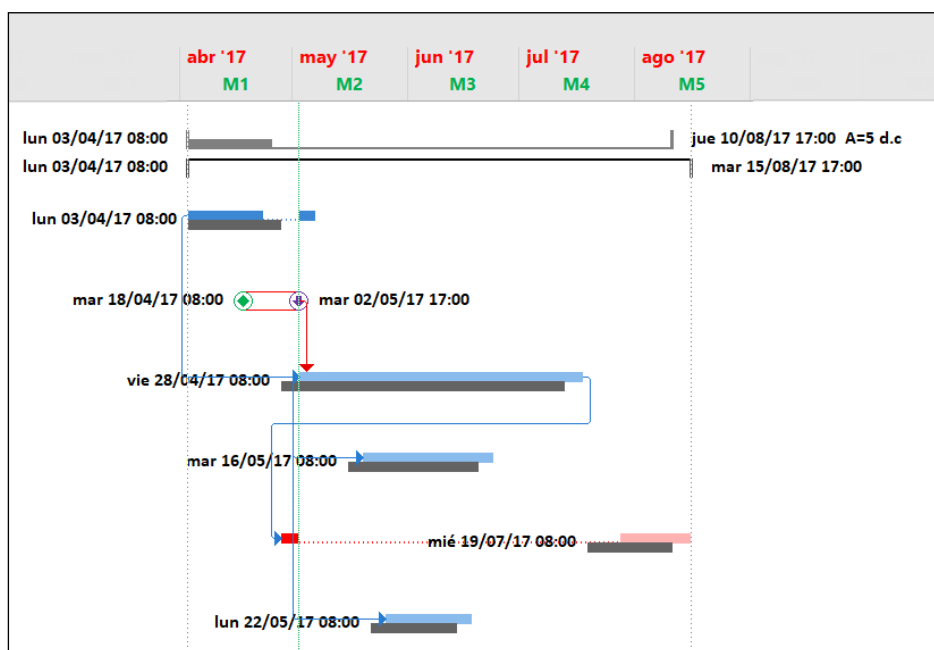


Figura N°1.9 Programación Gantt CPM Reprogramado por Demora.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

En la Figura N°1.9, se observa en los meses 2 y 3, una concentración de partidas con montos parciales considerables, sin embargo, no existe coherencia con los montos valorizados actualizados, esto se puede evidenciar con la curva “S” de costos reprogramado actualizado en la Figura N°1.10.

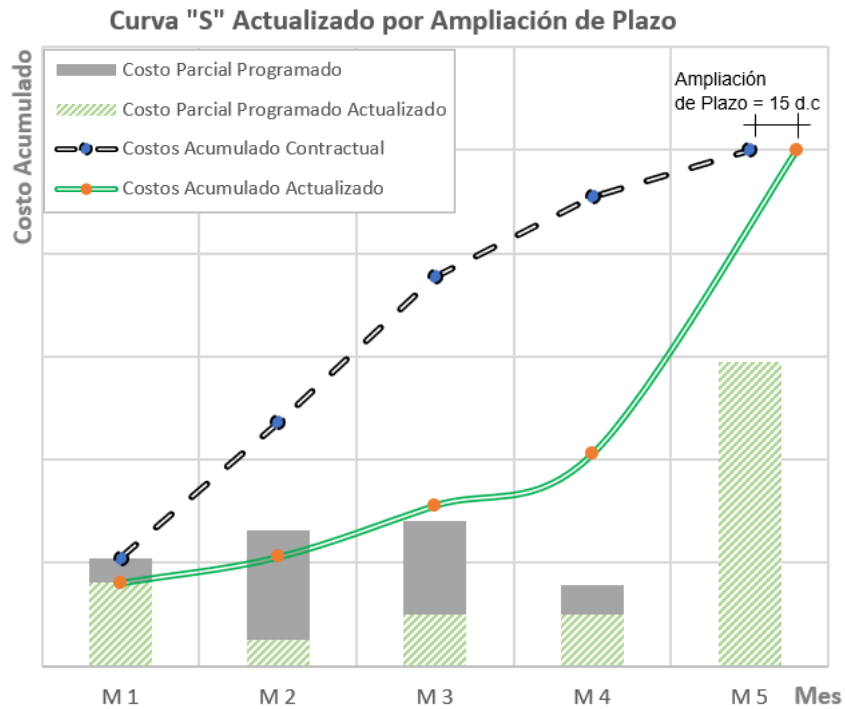


Figura N°1.10 Curva "S" de Costos Reprogramados.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

vi. Solicitud de ampliación de plazo por duplicado.

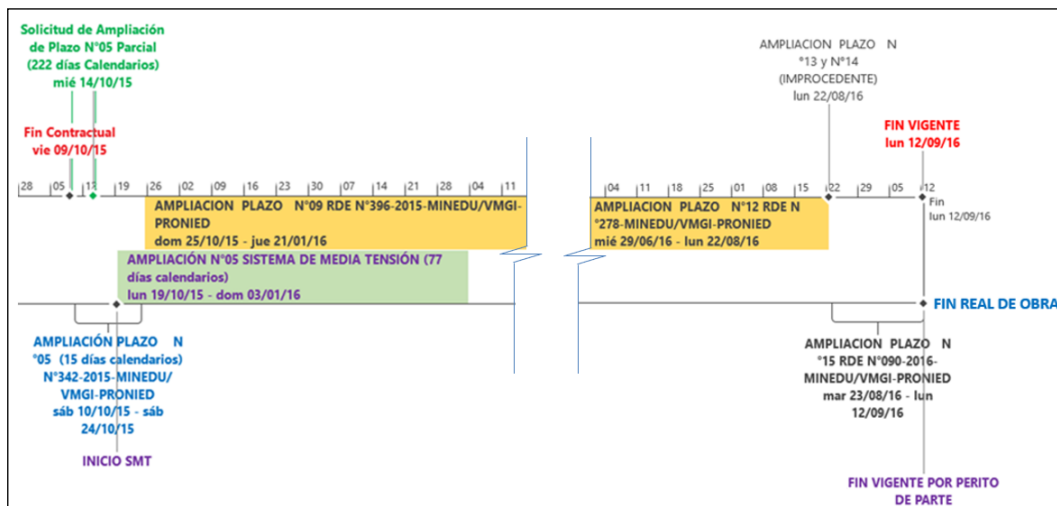


Figura N°1.11 Línea del Tiempo de los Adicionales de Obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

En la Figura N°1.11, se observa la ejecución en paralelo de los adicionales por lo que no corresponde sumar esos dos eventos para conceder una ampliación de plazo.

- vii. Evaluación de demora que no toman en cuenta el reglamento de la Ley de contrataciones del Estado.

Esto se refiere cuando el contratista no utiliza la metodología CPM para la reprogramación de la programación Gantt CPM, ni mucho menos para modelar y evaluar una ampliación de plazo por demora. El contratista suele presentar una supuesta reprogramación Gantt CPM actualizada, con partidas reprogramadas ya ejecutadas.

- viii. Forma incorrecta para evaluar una ampliación de plazo por prestación del adicional de Obra.

A veces es necesario un plazo adicional para la ejecución de la prestación adicional, en la actualidad aplican el modelo TIA, para modelar y evaluar la ampliación de plazo por prestación del adicional de obra.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- ✓ Modelar y evaluar las ampliaciones de plazo en las etapas de ejecución y Peritaje con la metodología CPM.

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Modelar y evaluar ampliación de plazo por demora.
- ✓ Implementación de directivas de ampliaciones de plazo.
- ✓ Análisis e interpretación de resultados, a través de ejemplos varios.

1.4. HIPOTESIS

El hecho de realizar un modelamiento de ampliación de plazo reduce el plazo solicitado por los contratistas y por ende, los gastos generales variables.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. PARTIDA

Cada una de las partes o actividades que conforman el presupuesto de una obra.

Una partida de obra consta de los siguientes elementos:

- a) Nombre de la partida. - Es la que identifica y señala en términos nominativos el alcance de esta.
- b) Unidad de medida. - Es la unidad física que se usa para medir la partida. Se utilizan unidades convencionales de longitud, superficie, volumen y peso para la medición de partes de la obra, así como una unidad de medida "global" (la que se aplica cuando la medición es para una actividad y no para una parte física de la obra). Por ejemplo, al referirnos a partes físicas podemos señalar volumen de concreto (m³), el área del encofrado (m²), el peso del fierro de construcción (kg); por su parte, al referirnos a actividades podemos mencionar control de tránsito, mitigación de impactos ambientales, movilización y desmovilización (global).
- c) Metrado de la partida. - Es la cuantificación expresada en la unidad de medida, respecto a la cantidad o actividad a ejecutar. Las partidas cuya unidad de medida es "global" tienen 1 como cuantificación.

2.2. MÉTODO DEL CAMINO CRÍTICO CPM

Dos son los orígenes del método del camino crítico:

- a) El método PERT (Program Evaluation and Review Technique) desarrollado por la Armada de los Estados Unidos de America, en 1957, fue utilizado originalmente por el control de tiempos del proyecto Polaris. Este método probabilístico requiere de tres tiempos: optimista, probable y pesimista, para estimar el tiempo esperado.

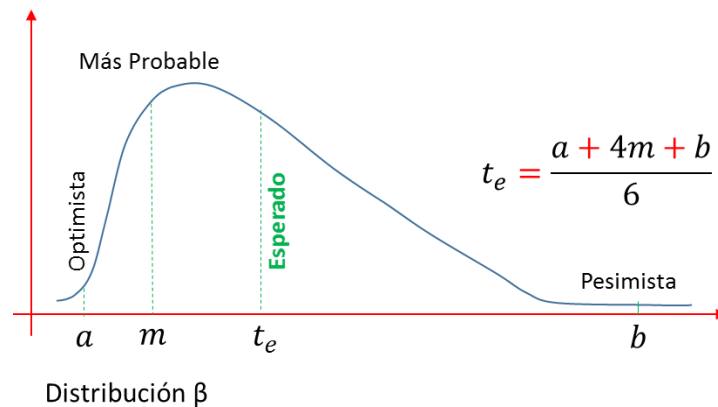


Figura N°2.1 Distribución beta.

Fuente: Elaboración propia.

- b) El método CPM (Critical Path Method), el segundo origen del método actual fue desarrollado también en 1957 en los estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para las firmas Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto. También conocido como el método determinístico, donde el tiempo normal para una partida se calcula:

$$t_n = \frac{\text{metrado de partida}_i}{FC_i \times \text{Producción diaria}_i}$$

FC_i: Factor Cuadrilla.

Editorial Trillas, México, (1990), define el método del camino crítico es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al óptimo costo.

2.3. DIAGRAMA DE BARRAS GANTT

Henry Gantt, (1914), durante la Primera Guerra Mundial desarrollo el método de programación y donde desempeño el papel de asesor principal del jefe de logística del ejército norteamericano; para llevar a cabo el control de los pertrechos de guerra. Realizó un cuadro de doble entrada; en el cual, en un lado, estaba la descripción de cada pieza de artillería y en el otro lado (derecho de la hoja), la

escala de tiempos, donde graficaba la barra prevista y en el otro renglón la barra real. Por tanto, cada pieza tenía dos renglones.

Descripción del Método

Es un calendario lineal de doble entrada; en el cual, el tiempo ocupa el eje horizontal y el trabajo y la tarea (actividad a realizar) en el eje vertical. También se puede definir al diagrama de barras de Gantt como la representación de un programa que consta en dos partes:

- En el lado izquierdo, se representa un listado de tareas o actividades ordenadas, en la medida de lo posible, en forma secuencial (de acuerdo con la lógica constructiva), así como un conjunto de campos o columnas donde se ponen como encabezado los atributos o característica más importantes de cada tarea, como venta (S/.), horas-hombre (hh), peso (en % participación de cada tarea respecto al total. (Ver Figura N°2.2).
- En el lado derecho, se define la parte gráfica, que consta de una escala de tiempo o escala temporal y en cada renglón colineal a cada actividad su correspondiente barra de tiempo (barra con un inicio y fin definidos).

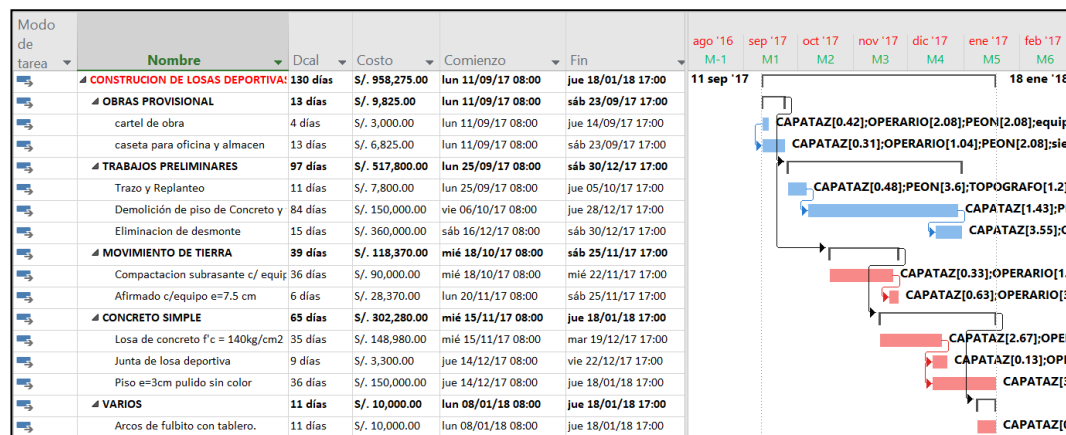


Figura N°2.2 Representación Gráfica del Diagrama de Gantt CPM.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Diagrama del Progreso

Este tipo de diagrama es empleado en el desarrollo de la obra, para mostrar gráficamente el trabajo realizado en relación con el tiempo previsto.



Figura Nº2.3 Representación Gráfica del Diagrama de Gantt.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

2.4. MÉTODO RED O DIAGRAMA DE PRECEDENCIA PDM

John Fondahl, (1961), introdujo la técnica línea-círculo-conexión, es decir ubico las tareas o actividades dentro de los nodos y los arcos o flechas para conectar las tareas y se le llamó diagrama de precedencias, porque en los cálculos de las actividades siguientes, llamadas sucesoras, en la marcha hacia delante, siempre se hace referencia a las actividades anteriores llamadas precedentes. La ventaja fundamental de este método consiste en la eliminación total de las actividades ficticias o virtuales o dummies, utilizadas por el método del diagrama de flechas (ADM) para representar adecuadamente la lógica de la red, reduciendo por tanto el número requerido de actividades. Fondahl no situó la división requerida de las actividades, pero sí reconoció su necesidad, cuando afirmaba: Debido a que la terminación de una operación debe señalar el inicio de otra relacionada, no es posible tener traslape, operaciones relacionadas como se indicaban con frecuencia en los diagramas de barras convencionales. Cuando existe esta condición, las operaciones deben dividirse más.

Guillermo Ponce, (1970), con nacionalidad peruano escribió Precedence Network Based CPM-An Introduction, Training Manual, Townsend and Bottum, Inc., Ann Arbor, Michigan. Amplió el método para incluir las posibles relaciones de traslapes (Desfase de inicio y fin) y desde entonces simplificaron la presentación de diagramas y el algoritmo de computación para sus soluciones.

2.4.1. Relaciones de Precedencia

Para representar las cuatro relaciones de precedencia usaremos las barras de Gantt. Donde A y B son las duraciones de la partida y donde nace la relación de precedencia defina la partida predecesora y donde cae la flecha define la partida sucesora.

Donde:

d_i : Lapso entre dos sucesos.

i: Posición que se encuentra la partida predecesora.

j: Posición que se encuentra la partida sucesora.

1) Fin - Comienzo : $iFC \pm d_1$

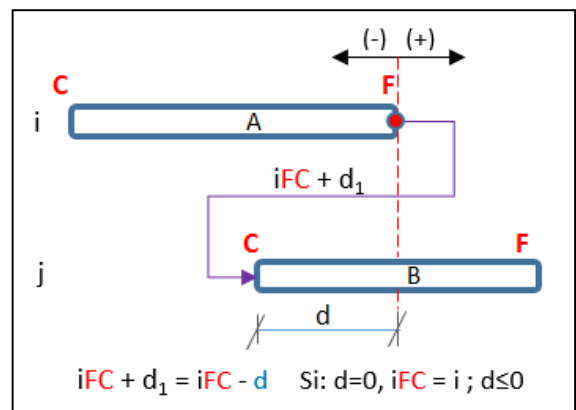


Figura N°2.4 Precedencia Fin-Comienzo.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

2) Comienzo - Comienzo : $iCC \pm d_2$

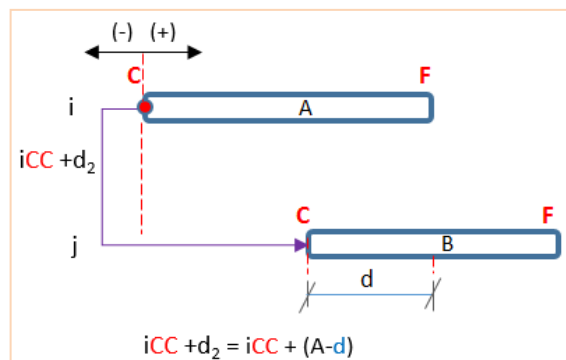


Figura N°2.5 Precedencia Comienzo-Comienzo.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

3) Comienzo - Fin : $iCF \pm d_3$

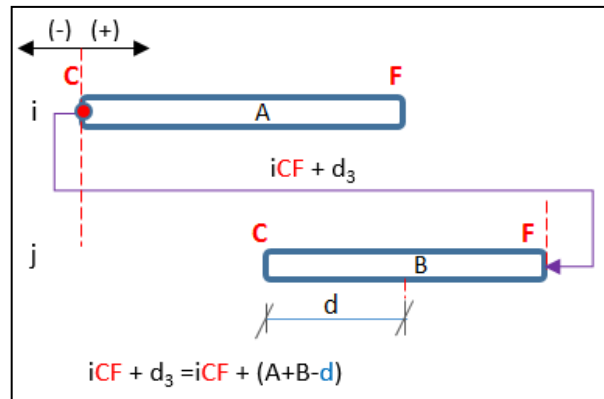


Figura N°2.6 Precedencia Comienzo-Fin.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

4) Fin - Fin : $iFF \pm d_4$

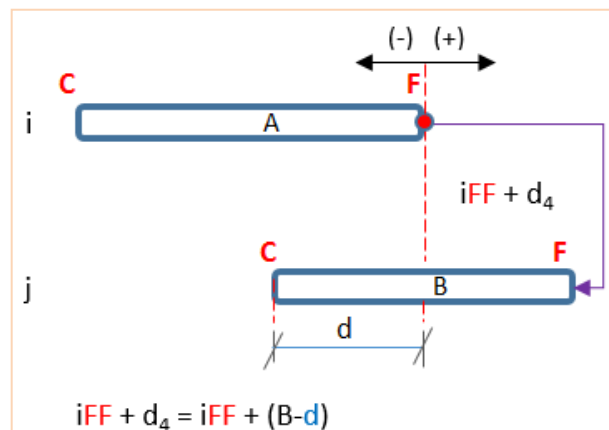


Figura N°2.7 Precedencia Fin-Fin.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

De los gráficos de las figuras 2.4 hasta 2.7 se concluye, la equivalencia entre las cuatro relaciones de precedencia:

$$iFC - d = iCC + (A - d) = iCF + (A + B - d) = iFF + (B - d) \dots (2.1.17.1)$$

2.4.2. Algoritmo de Cálculo de la Red de Precedencia PDM

El algoritmo que se ha desarrollado obedece a la teoría del flujo máximo.

Marcha hacia delante (forward pass):

$$ES_0 = 0$$

$$EF_0 = ES_0 + D_0$$

Para ($i = 1; n; i = i + 1$)

$$ES_{(i-1)} = EF_{(i-1)} - D_{(i-1)}$$

$$ES_i = \text{Máx} \{ ES_{(i-1)} + d_{(i-1)} \}$$

$$EF_i = ES_i + D_i$$

Hasta

$$\text{Duración del Proyecto} = EF_n$$

Marcha hacia atrás (back pass):

$$LF_n = \text{Duración de Proyecto} = \text{Máx}(LF_i); LS_n = LF_n - D_n$$

Para ($i = n - 1; 0; i = i - 1$)

Si: *Partida Frontera*_i = Verdad

Entonces: $LF_i = LF_n$

Caso Contrario $LS_{(i+1)} = LF_{(i+1)} - D_{(i+1)}$

$$LS_i = \text{Mín} \{ LS_{(i+1)} - d_{(i+1)} \}$$

$$LF_i = LS_i + D_i; HT_i = |LF_i - LS_i|$$

Fin

Hasta $LS_i = 0$

Figura Nº2.8 Algoritmo de Cálculo de la Red de Precedencia.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Donde:

ES: Early Start o inicio temprano o comienzo anticipado de la actividad o partida.

EF: Early Finish o fin más temprano o fin anticipado de la actividad o partida.

LS: Late Start o inicio más tardío o límite de comienzo de la actividad o partida.

LF: Late Finish o fin más tardío o límite de finalización de la actividad o partida.

D: Duración de la actividad o partida.

$d_{(i-1)}$, $d_{(i+1)}$: Lapso entre dos sucesos, predecesora y sucesora respectivamente.

HT_i: Holgura total de la actividad o partida i.

Toda actividad, sea crítica o no, tiene dos fechas de inicio (más temprano y más tardío) y dos fechas de término o fin (más temprano y más tardío) se estará usando el método ASAP (As Soon AS Possible: tan pronto como sea posible) o ALAP (As Late As Possible: tan tarde como sea posible).

2.4.3. Ruta Crítica del Programa de Ejecución de Obra

RLCE, (2018). Es la secuencia programada de las actividades constructivas de una obra cuya variación afecta el plazo total de ejecución de la obra.

2.4.4. Relaciones de Precedencia basado en Porcentaje

Las siguientes relaciones de precedencia son equivalencias que también puede ser usado para vincular las partidas operaciones.

De la ecuación 2.1.17.1, se tiene:

$$i_{FC} - d = i_{CC} + (A - d) = i_{CF} + (A + B - d) = i_{FF} + (B - d)$$

Su equivalente: $i_{FC} - d_{FC} = i_{CC} + d_{CC} = i_{CF} + d_{CF} = i_{FF} + d_{FF}$

Donde:

$d_{FC}, d_{CC}, d_{CF}, d_{FF}$: Posposición Fin-Comienzo, Comienzo-Comienzo, Comienzo-Fin y Fin-Fin.

Entonces:

$$d_{FC} = A - d_{CC} = A + B - d_{CF} = B - d_{FF}$$

Dividiendo con la duración de la predecesora y definiendo el porcentaje:

$$m = \frac{d_{FC}}{A} = \frac{A - d_{CC}}{A} = \frac{A + B - d_{CF}}{A} = \frac{B - d_{FF}}{A}$$

$$m\% = \frac{d_{FC}}{A} \times 100\% = \frac{A - d_{CC}}{A} \times 100\% = \frac{A + B - d_{CF}}{A} \times 100\% = \frac{B - d_{FF}}{A} \times 100\%$$

Despejando, se obtiene:

$$\begin{aligned} i_{FC} - m\% \times A & & i_{CC} + [m\% \times (1 - A)] \\ i_{CF} + [(m\% \times (1 - A) + B)] & & i_{FF} + [B - m\% \times A] \end{aligned}$$

Deduciendo en función de su propia pendiente, se obtiene:

Sea: A' y B' las nuevas duraciones para ser evaluadas.

Deduciendo en función de su propia pendiente, se obtiene:

1. Para la Relación de Precedencia FC:

$$i_{CC} - \frac{d_{FC}}{A} \times A' = i_{FC} - m_{FC} \times A'$$

2. Para la Relación de Precedencia CC:

$$i_{CC} - \left(1 - \frac{A - d_{CC}}{A}\right) \times A' = i_{CC} + \frac{d_{CC}}{A} \times A' = i_{CC} + m_{CC} \times A'$$

3. Para la Relación de Precedencia CF:

$$\begin{aligned} i_{CF} + \left(1 - \frac{A + B - d_{CF}}{A}\right) \times A' + B' &= i_{CF} + \frac{d_{CF}}{A} \times A' - \left(\frac{B}{A}\right) \times A' + B' \\ &= i_{CF} + \left(m_{CF} \times A' + \left[B' - \left(\frac{B}{A}\right) \times A'\right]\right) \end{aligned}$$

4. Para la Relación de Precedencia FF:

$$\begin{aligned} i_{FF} + B' - \left(\frac{B - d_{FF}}{A}\right) \times A' &= i_{FF} + \frac{d_{FF}}{A} \times A' - \left(\frac{B}{A}\right) \times A' + B' \\ &= i_{FF} + \left(m_{FF} \times A' + \left[B' - \left(\frac{B}{A}\right) \times A'\right]\right) \end{aligned}$$

Donde:

m_{FC} : Pendiente de posposición Fin-Comienzo con respecto a la partida o actividad predecesora.

m_{CC} : Pendiente de posposición Comienzo-Comienzo con respecto a la partida o actividad predecesora.

m_{CF} : Pendiente Comienzo-Fin con respecto a la partida o actividad predecesora.

m_{FF} : Porcentaje Fin-Fin con respecto a la partida o actividad predecesora.

2.5. FECHAS RESTRICTIVAS

2.5.1. Lo antes posible

Esta restricción obliga a una partida comenzar en la fecha de inicio temprano del cálculo de la red PDM. Está opción está de manera predeterminada los softwares aplicados a la gestión del tiempo.

2.5.2. Lo más tarde posible

Esta restricción obliga a una tarea comenzar en una fecha tal que su fin se produzca a más tardar al final de cada partida del proyecto.

2.5.3. No finalizar antes del/No finalizar después del

Estas restricciones establecen que la realización de una tarea no ocurra más tarde más temprano o más tarde que una fecha específica.

2.5.4. Debe finalizar el/Debe comenzar el

Esta limitación obliga a una tarea a finalizar o comenzar en una fecha específica. La opción debe comenzar el, es útil para modelar el inicio de una causal invocada.

2.5.5. No comenzar antes del/No comenzar después del

Esta limitación establece que el inicio de una tarea no ocurra más temprano o más tarde que una fecha específica.

2.6. CURVA "S" DE COSTO

La curva "S" es la curva que muestra la línea base del desempeño esperado del proyecto. También sirve para representar el avance real respecto al previsto. Se grafica el tiempo y el costo acumulado.

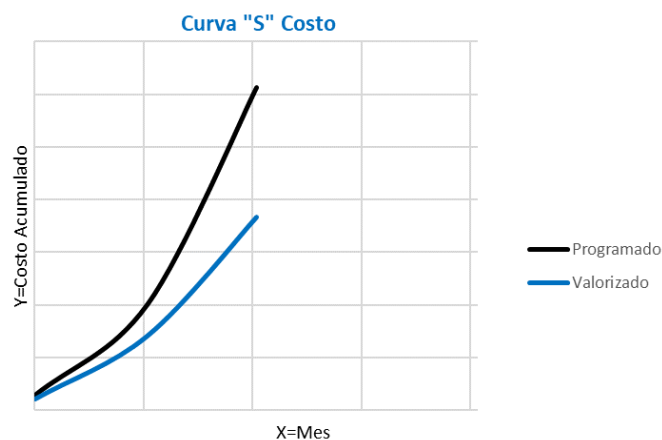


Figura N°2.9 Curva "S" de Costo

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

2.7. CALENDARIO DE AVANCE DE OBRA

RLCE, (2018). Expresión en términos económicos de los avances ejecutados en la obra, de acuerdo con el período de valorización previsto; la cual se obtiene a partir del programa de ejecución de obra, de las partidas y metrados contratados y la aplicación de los montos correspondientes según el sistema de contratación empleado. El calendario de avance de obra valorizado está sustentado en el Programa de Ejecución de Obra (CPM).

OPINIÓN N° 084-2019/DTN, (2019). En el marco de lo dispuesto en el reglamento, el nuevo calendario que contemplaba los trabajos acelerados reemplazaba al último calendario de avance de obra que había estado vigente; no obstante, no eximía al contratista de la responsabilidad por demora injustificada, ni era aplicable para el cálculo y control de reajustes.

El expediente técnico contiene el calendario de avance de obra Valorizado, que no está fechado con el inicio real de obra. Para fechar el Cronograma de Avance de Obra, se parte de la programación Gantt CPM, que por lo general está en un archivo digital en MsProject o cualquier otro software que tenga incluido el algoritmo de cálculo de la red de precedencia PDM, y que permita realizar modelamiento.

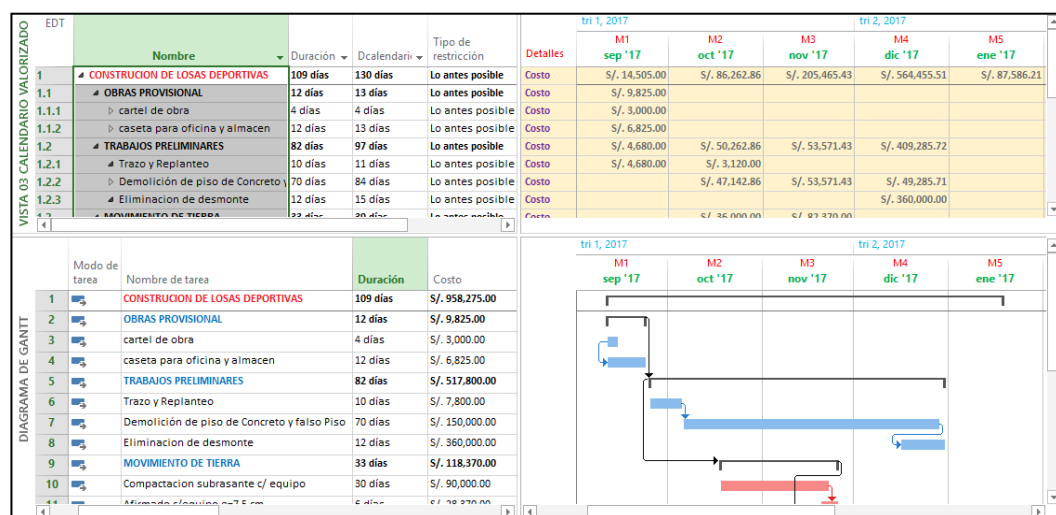


Figura N°2.10 Calendario Valorizado de avance de Obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

CALENDARIO VALORIZADO				M1	M2	M3	M4	M5
EDT	Nombre	Duración	Dcalendario	30-Set-17	31-Oct-17	30-Nov-17	31-Dic-17	18-Ene-18
1	CONSTRUCCION DE LOSAS DEPORTIVAS	109 días	130 días	S/14,505.00	S/86,262.86	S/205,465.43	S/564,455.51	S/87,586.21
1.1	OBRAS PROVISIONAL	12 días	13 días	S/ 9,825.00				
1.1.1	cartel de obra	4 días	4 días	S/ 3,000.00				
1.1.2	caseta para oficina y almacén	12 días	13 días	S/ 6,825.00				
1.2	TRABAJOS PRELIMINARES	82 días	97 días	S/ 4,680.00	S/ 50,262.86	S/ 53,571.43	S/ 409,285.72	
1.2.1	Trazo y Replanteo	10 días	11 días	S/ 4,680.00	S/ 3,120.00			
1.2.2	Demolición de piso de Concreto y falso Piso	70 días	84 días		S/ 47,142.86	S/ 53,571.43	S/ 49,285.71	
1.2.3	Eliminación de desmonte	12 días	15 días				S/ 360,000.00	
1.3	MOVIMIENTO DE TIERRA	33 días	39 días		S/ 36,000.00	S/ 82,370.00		
1.3.1	Compactación subrasante c/ equipo	30 días	36 días		S/ 36,000.00	S/ 54,000.00		
1.3.2	Afirmado c/equipo e=7.5 cm	6 días	6 días			S/ 28,370.00		
1.4	CONCRETO SIMPLE	54 días	65 días			S/ 69,524.00	S/ 155,169.79	S/ 77,586.21
1.4.1	Losa de concreto f'c = 140kg/cm2	30 días	35 días			S/ 69,524.00	S/ 79,456.00	
1.4.2	Junta de losa deportiva	8 días	9 días				S/ 3,300.00	
1.4.3	Piso e=3cm pulido sin color	29 días	36 días				S/ 72,413.79	S/ 77,586.21
1.5	VIARIOS	10 días	11 días					S/ 10,000.00
1.5.1	Arcos de fulbito con tablero.	10 días	11 días					S/ 10,000.00
COSTO DIRECTO (CD)				S/14,505.00	S/86,262.86	S/205,465.43	S/564,455.51	S/87,586.21
GASTOS GENERALES (12%)				S/1,740.60	S/10,351.54	S/24,655.85	S/67,734.66	S/10,510.35
UTILIDAD (10%)				S/1,450.50	S/8,626.29	S/20,546.54	S/56,445.55	S/8,758.62
SUB TOTAL				S/17,696.10	S/105,240.69	S/250,667.82	S/688,635.72	S/106,855.18
CDacumulado				S/14,505.00	S/100,767.86	S/306,233.29	S/870,688.80	S/958,275.01
%Acumulado Programado				1.51%	10.52%	31.96%	90.86%	100.00%

Figura Nº2.11 Calendario Valorizado de Obra Previsto.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

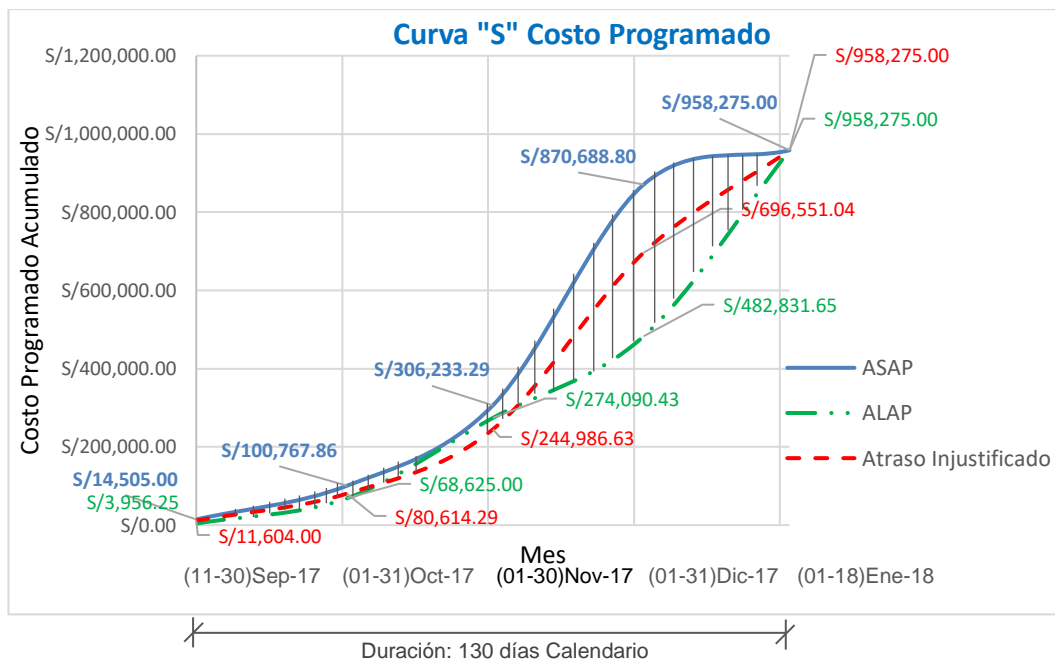


Figura Nº2.12 Gráfico de Costos Acumulado Previsto.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Al acumular los costos parciales del Cronograma Valorizado de Avance de Obra, se obtiene la curva "S" de costo, este sirve para verificar si el contratista, ha caído un atraso injustificado. Un atraso es injustificado, si el costo acumulado es menor al 80% del costo acumulado tipo ASAP.

2.8. PORCENTAJE FÍSICO DE AVANCE EJECUTADO

Está en función a cada valorización y corresponde al cociente del valor ejecutado, valorizado o físico acumulado por el valor programado de la suma de todas las partidas que corresponde a una fase en particular.

a. Porcentaje Físico de Avance de Partidas

Está en función al metrado ejecutado acumulado a una fecha de evaluación y por el metrado total de la partida evaluada.

$$\%Físico_i = \frac{\text{metrado ejecutado Acumulado}_i}{\text{metrado total}} \times 100\%$$

Multiplicando por el precio unitario de la partida, se tiene:

$$\%Físico_i = \frac{\text{metrado ejecutado Acumulado}_i \times (P.U)}{\text{metrado total} \times (P.U)} \times 100\%$$

$$\%Físico_i = \frac{\text{Costo Directo Valorizado Acumulado Ejecutado}_i}{\text{COSTO DIRECTO}} \times 100\%$$

El calendario valorizado es actualizado cada vez que sucede un evento de demora, un deductivo vinculante o deductivo por menor metrado.

$$\%Físico_i = \frac{\text{Costo Directo Valorizado Acumulado Ejecutado}_i}{\text{COSTO DIRECTO actualizado}} \times 100\%$$

2.9. ÍNDICE DEL DESEMPEÑO DEL CRONOGRAMA

PMI, (2018), utiliza SPI como uno de los indicadores de gestión de valor ganado.

$$SPI = EV/PV$$

Donde:

PV = Costo Acumulado Planificado.

EV = Costo Acumulado Valorizado.

2.10. CALENDARIO ACELERADO

RLCE, (2018), cuando el avance de obra hubiera sido menor al ochenta por ciento (80%) del avance programado, el contratista debía presentar un calendario acelerado de obra con la reprogramación de los trabajos para garantizar el cumplimiento de la obra dentro del plazo previsto.

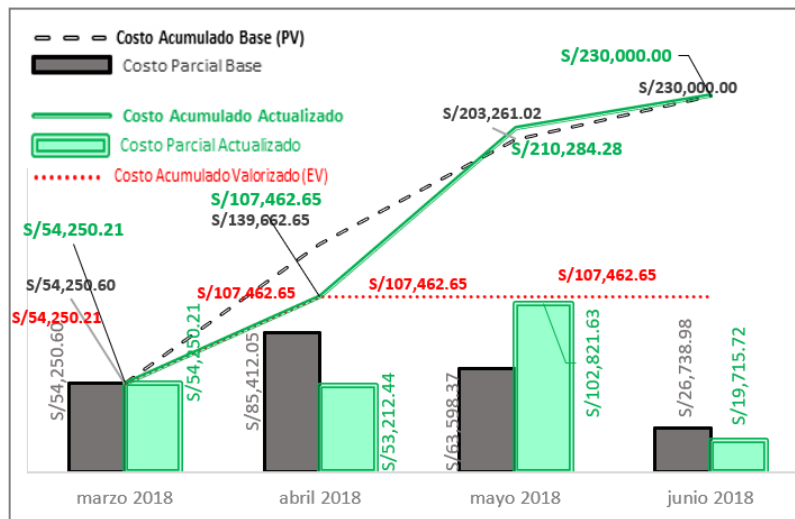


Figura N°2.13 Curva "S" Acelerado de costos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

OPINIÓN N° 084-2019/DTN, (2019) En el marco de lo dispuesto en el reglamento, el nuevo calendario que contemplaba los trabajos acelerados reemplazaba al último calendario de avance de obra que había estado vigente; no obstante, no eximía al contratista de la responsabilidad por demora injustificada, ni era aplicable para el cálculo y control de reajustes.

2.11. HOJAS DE PROGRAMACIÓN DE PARTIDAS

La hoja de programa de partidas nos sirve para estimar la duración programada (Dp) de las partidas para luego tener su equivalente en días calendarios (Dcal), en base al calendario asignado al proyecto, para ello es necesario tener los metrados y rendimiento mínimo (Rend.) de las partidas.

	Modo de tarea	Nombre	Dp	Dcal	FC	Metrado	Rend.	Tu
1		CONSTRUCCION DE LOSA DEPORTIVA	18 días	20 días				
2		OBRAS PROVISIONAL	2 días	2 días				
3		cartel de obra	1 día	1 día	0.5	1.00 m2	2 m2/día	0.5 días
4		caseta para oficina y almacen	2 días	2 días	1.78	250.00 m2	70 m2/día	3.57 días
5		TRABAJOS PRELIMINARES	11 días	13 días				
6		Trazo y Replanteo	1 día	1 día	0.06	30.00 m2	500 m2/día	0.06 días
7		Demolición de piso de Concreto y falso	9 días	10 días	1.11	14.00 m3	1.40 m3/día	10 días
8		Eliminacion de desmonte	2 días	3 días	0.1	4.50 m3	22.99 m3/día	0.2 días
9		MOVIMIENTO DE TIERRA	5 días	6 días				
10		Compactacion subrasante c/ equipo	4 días	5 días	0.83	60.00 m2	18 m2/día	3.33 días
11		Afirmado c/equipo e=7.5 cm	1 día	1 día	2	30.00 m2	15 m3/día	2 días
12		CONCRETO SIMPLE	8 días	9 días				
13		Losa de concreto f'c = 140kg/cm2	4 días	5 días	0.1	30.00 m2	75 m2/día	0.4 días
14		Junta de losa deportiva	1 día	1 día	0.02	6.00 ml	330 ml/día	0.02 días
15		Piso e=3cm pulido sin color	4 días	4 días	0.94	30.00 m2	8 m2/día	3.75 días
16		VARIOS	1 día	1 día				
17		Arcos de fulbito con tablero.	1 día	1 día	1	1 Par	1 Par/día	1 días

Figura N°2.14 Hoja de Programación.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Calcular el tiempo unitario (Tu) y el factor cuadrilla (FC), para cada partida:

$$Tu = \frac{Metrado}{Rendimiento}$$

$$FC = \frac{Tu}{Dp}$$

2.12. DEMORA

2.12.1. Definición sobre las Demoras en Construcción

Stumpf (2000) en un artículo técnico relacionado al análisis de demoras define el retraso como un acto o evento que origina una extensión de tiempo requerido para la terminación de una obra bajo contrato. Estos retrasos se reflejan en el cronograma como días adicionales de trabajo o inicio tardío de alguna actividad, y pueden o no ocasionar cambios en el alcance del contrato.

AACE International (2007) menciona que el retraso simplemente representa un estado de extensión en la duración de una actividad, o un estado de prevención de una actividad sobre su inicio o término respecto a su predecesor.

Atraso

OSCE Opinión N°017-2014/DTN, Lima (2014), un "atraso" en la ejecución de una obra implica un retraso o retardo en la ejecución de las actividades y/o partidas

que forman parte de la misma, sin llegar a constituir una paralización de obra; ello, sin perjuicio de la posible paralización de alguna o algunas de las actividades y/o partidas que forman parte de la obra.

Paralización

OSCE Opinión N°017-2014/DTN, Lima (2014), la "paralización" de una obra implica la detención de la ejecución de todas las actividades y/ o partidas que forman parte de la obra, por lo que no es posible que el contratista valore los costos incurridos durante el periodo de paralización, entre estos, los mayores gastos generales incurridos en dicho periodo.

2.13. MÉTODO TIME IMPACT ANALYSIS

AACE International, (2007), el método de análisis de retrasos define como:

Stumpf, (2000). Un método ideal de análisis debe incluir todos los tipos de retrasos, aceleraciones o retrasos extensivos, y una definición de retraso concurrente con perfiles reales de asignación de recursos. Además, el análisis de retrasos debe realizarse un día a la vez, contabilizando los cambios en las actividades críticas del proyecto. Debido a que los retrasos pueden afectar actividades con holgura o de la ruta crítica, la responsabilidad de cada retraso debe incluir todas las consecuencias que afectan a la secuencia planificada de actividades.

Mohan, Al-Gahtani, (2006), el método Time Impact Analysis (TIA) conocido también como la técnica "Update Impact" o "Contemporaneous Impact" es un método de modelación aditiva, ya que se basa en la simulación de un escenario basado en el modelo CPM, el cual consiste en la adición o inserción de actividades retrasos o cambios en un modelo de secuencia de actividades para determinar sus efectos (Association for the Advancement of Cost Engineering (AACE, International, 2007).

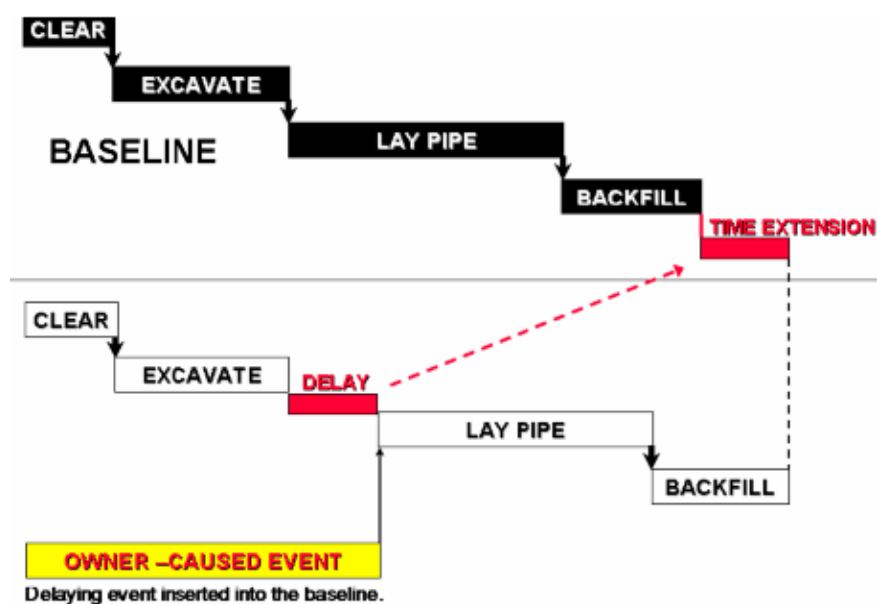


Figura N°2.15 Aplicación del método Time Impact Analysis.

Fuente: De "Forensic Schedule Analysis" Elaborado por AACE International – 2007. Página 59.

Una de las ventajas de este método es que considera el efecto o impacto de un evento basado en la consideración del progreso As-built real al momento que éste se produce. Si la modelación del efecto o impacto del retraso se ha realizado apropiadamente, la ventaja de este método es que muestra las consecuencias de ese retraso individual sin que se vea afectado o intervenido por otros retrasos de la cadena. También tiene el atractivo particular de proporcionar una indicación de la ruta crítica en el momento del retraso más que la última ruta crítica As-built, y por lo tanto es un método adecuado para determinar el efecto esperado de un retraso en la fecha de término (Palles-Clark, Time Impact Analysis - Caso CJ 0625, 2006).

A pesar de sus méritos, el método posee muchos problemas ya que al predecir el efecto esperado de un retraso significa que el análisis es parte hipotético. El resultado está fuertemente influenciado por la calidad de la programación base, la cual debe ser comprobada y verificada como realizable, y puede que, en última instancia, no guarda ninguna semejanza con lo que sucedió realmente. Debido que la línea base del cronograma puede ser modificado durante el transcurso del proyecto, la verificación del mismo también puede ser subjetivo (Palles-Clark, 2006).

CAPÍTULO III. MODELAR Y EVALUAR AMPLIACIÓN DE PLAZO POR DEMORA

3.1. CONSIDERACIONES PREVIAS

3.1.1. Causales de Ampliación de Plazo

El contratista puede solicitar la ampliación de plazo pactado por cualquiera de las siguientes causales ajenas a su voluntad, siempre que modifiquen la ruta crítica del programa de ejecución de obra vigente al momento de la solicitud de ampliación:

1. Atrasos y/o paralizaciones por causas no atribuibles al contratista.
2. Cuando es necesario un plazo adicional para la ejecución de la prestación adicional de obra. En este caso, el contratista amplía el plazo de las garantías que hubiere otorgado.
3. Cuando es necesario un plazo adicional para la ejecución de los mayores metrados que no provengan de variaciones del expediente técnico de obra, en contratos a precios unitarios.

Teniendo como objetivo el modelamiento, surge la necesidad de tener una tabla detallada, que toma en cuenta los tres puntos que menciona el reglamento de la ley de contrataciones con el estado.

J Manage Eng, (1998), producto de las investigaciones de factores de demora, y estudio de varios expedientes de casos reales de peritaje técnico por la ejecución de obras por contrata, se tiene la: Tabla N°3.1 Atraso por Causas no Atribuible al Contratista, ésta tabla presenta los posibles casos que pueden presentarse en una obra pública, y Tabla N°3.2 Paralización por Causas no Atribuible al Contratista, caso muy particular donde la ampliación de plazo es igual a los días calendarios paralizado en la obra, pero la reprogramación de la programación Gantt CPM de la obra, deberá estar en función al saldo de obra y considerando la eficiencia de la programación Gantt CPM base actualizada por evento de demora.

Cuando sea necesario justificar, el nuevo fin programado de una obra en ejecución por administración directa, pueden aplicar todas las causas que se detalla en la: Tabla N°3.1, Tabla N°3.2 y Tabla N°3.3.

Tabla N°3.1 Atraso por Causas no Atribuible al Contratista.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

N°	Causa No Atribuible al CONTRATISTA	CASOS
1	Atraso por Absolución de Consulta del Proyectista y/o supervisor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Deficiencias en la Ingeniería de detalle del proyecto. ✓ Detalles poco claros e inadecuados en los planos. ✓ Orden de variación/ cambios de alcance (Cambios en los tipos de materiales y las especificaciones durante la construcción). ✓ Efectos de las condiciones del subsuelo (Ej., Suelo, nivel freático elevado, etc.)
2	Atraso por Elaboración, Revisión y/o aprobación del expediente Adicional de obra	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Elaboración y Revisión del Expediente Técnico Adicional de Obra. (Obra complementaria para cumplir la meta del proyecto. Toda vez que es requisito para que se apruebe un adicional de obra.) - Imprevistos en la Ingeniería del proyecto.
3	Plazo Adicional para la ejecución de la Prestación Adicional	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Adicional por partidas Nuevas. ✓ Adicional de Obra con Deductivo Vinculante.
4	Plazo Adicional para la ejecución de los mayores metrados.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Metrados que no provengan de variaciones del expediente técnico de obra, en contratos a precios unitarios.
5	Atraso por Impedimentos Externo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Retraso en aprobación de permiso por parte de la Entidad. ✓ Retraso por restricciones Ambientales. ✓ Retraso en realizar la inspección y certificación final por un tercero. ✓ Efecto del clima (calor, lluvia, huayco etc.) ✓ Control y restricción de tráfico en el sitio de trabajo. ✓ No disponibilidad de servicios públicos en el sitio o retraso en la prestación de servicios de servicios públicos tales como (agua, etc.) ✓ Interferencia del Cliente.
6	Atraso por Desabastecimiento de material en el mercado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Escasez de materiales de construcción en el mercado.

Tabla N°3.2 Paralización por Causas no Atribuible al Contratista.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

N°	Causa No Atribuible al CONTRATISTA	CASOS
1	Paralización	<p>ENTIDAD (CLIENTE)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Suspensión del trabajo <p>CONTRATISTA (Por reglamento)</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Retraso en el pago de 3 valorizaciones y 10 días. <p>CONDICIONES EXTERNO</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Colapso de puente, e imposibilidad de flete rural. ✓ Causas naturales: Terremoto, activación de falla geológica, calor, etc. ✓ Restricciones Ambientales. ✓ Huelga Sindical, guerra, motín.

Para la ejecución de obra por administración directa, adicionalmente puede presentarse los siguientes casos:

Tabla N°3.3 Atraso por Causas no Atribuible al Residente.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

N°	Causa No Atribuible al Residente	CASOS
1	Atraso por Disponibilidad y falla del equipo	ENTIDAD (CLIENTE) ✓ No Disponibilidad del Equipo. ✓ Falla del Equipo.
2	Atraso por Adquisiciones tardías de Recursos	ENTIDAD (CLIENTE) ✓ Adquisición tardía materiales. ✓ Adquisición tardía de equipos. ✓ Retraso para proporcionar y entregar el sitio al Subcontratista, la demora suele ser por el tipo de licitación y adjudicación del proyecto (negociación, el mejor postor)
3	Atraso por Reducción de personal	ENTIDAD (CLIENTE) ✓ Contratación limitada de personal por parte del cliente. Repercute productividad de las labores.

3.1.2. Revisión de Documentos para la Gestión de Ampliaciones de Plazo

Antes de la firma del contrato para la ejecución de obra, momento crucial, donde la Entidad tiene la oportunidad de poder revisar la Calidad de la Programación de la Obra como realizable de acuerdo con el planeamiento estratégico y procedimiento constructivo, y revisar que todos documentos impresos presentados y firmados estén modelado en un solo archivo MsProject. El Contratista es responsable por la calidad de la programación de la obra.

Tabla N°3.4 Lista de Verificación a los Documentos a la firma de Contrato

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

N°	Descripción de los documentos	SI	NO
1	Entrega la Hoja de Programación de las partidas		
2	Entrega la programación Gantt CPM, en archivo de MS Project.		
3	Mostrar en el diagrama de Red de Precedencia las fechas tempranas y tardías y holguras totales, en archivo MS Project.		
4	El calendario de avance de obra valorizado está sustentado en el Programa de Ejecución de Obra (CPM), en archivo MS Project.		
5	El calendario de adquisición de materiales o insumos necesarios para la ejecución de obra está en concordancia con el calendario de avance de obra valorizado, en archivo MS Project.		
6	Todas las partidas presentan fechas restrictivas: Lo antes posible (ASAP: As Soon As Possible.), responsabilidad del Contratista.		
7	Ninguna partida debe estar programada manualmente.		

Los documentos descritos en la Tabla N°3.4 son medios probatorios sujetos algunos a actualizaciones debido a eventos de demora contemplado en la ley de contrataciones con el estado, será de gran utilidad para la correcta gestión de ampliaciones de plazo.

Si el contratista no presenta la programación Gantt CPM y el Cronograma de avance de obra valorizado en concordancia con la programación Gantt CPM, ver Figura N°2.10 Calendario Valorizado de avance de Obra Previsto en armonía con las barras de Gantt CPM programado con el tipo de restricción ASAP, no podrá celebrar el contrato, ni gestionar las posibles ampliaciones de plazo que pueda presentarse debido a la demora.

Debe evitarse fechas restrictivas diferente del tipo: Lo antes posible (ASAP: As Soon As Possible.), queda a responsabilidad del contratista; por ejemplo, si alguna partida futura al fin de la causal tiene asignado o modelado el tipo de restricción “debe comenzar el”, se genera una fecha estática, que al momento de evaluar el empuje de ésta no surgirá efecto, pudiendo no afectar a una ampliación de plazo por modelamiento de demora.

No debe permitirse partidas programadas manualmente, porque estas son susceptibles a alteraciones de fechas dentro de la programación Gantt CPM, la programación manual es para planificar agendas de trabajo, que sufre constantemente cambios en posponer fechas. Toda partida debe estar programada automáticamente, para evitar alteraciones de fechas en la programación Gantt CPM.

Modo de tarea	Nombre	Duración de línea base	DcalBase	Comienzo previsto	Fin de línea base	Predecesoras	HT	abr '18	may '18
1	ADICIONAL DE OBRA N°01 "Instalación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado " en la Nueva Ciudad de Olmos	28 días	34 días	mié 11/04/18	lun 14/05/18		0		
2	LINEAS DE ADUCCION DE AGUA POTABLE	28 días	34 días	mié 11/04/18	lun 14/05/18		0		
3	Trazo y replanteo	28 días	34 días	mié 11/04/18	lun 14/05/18		0		
4	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal	15 días	19 días	sáb 14/04/18	mié 02/05/18	3CC+3 días	10		
5	Relleno comp.zanja (máq)	10 días	12 días	jue 03/05/18	lun 14/05/18	6CC+5 días	0		
6	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	10 días	13 días	jue 26/04/18	mar 08/05/18	4CC+10 días	0		

Legenda:
 Tarea Programada Manualmente.
 Tarea Programada Automáticamente.

Figura N°3.1 Partida programada manualmente.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Al no presentar el calendario de adquisición de materiales o insumos necesarios para la ejecución de obra, en concordancia con la programación Gantt CPM, no podrá gestionar su adelanto de materiales, ni gestionar ampliaciones de plazo debido a demora por desabastecimiento de material en el mercado, por lo que se debe declarar improcedente la solicitud por carencia del calendario de adquisición de materiales o por incoherencia con las partidas de la programación Gantt CPM.

3.1.3. Evaluación del Informe del Contratista

- i. Evaluar la forma, si el residente anoto en el cuaderno de obra el inicio y fin de la causal, si el contratista presento su informe dentro de los 15 días calendarios después de concluida la circunstancia invocada, si presentado el informe del inspector o supervisor, la entidad a partir del día siguiente tiene un plazo máximo de diez (10) días hábiles para emitir resolución.

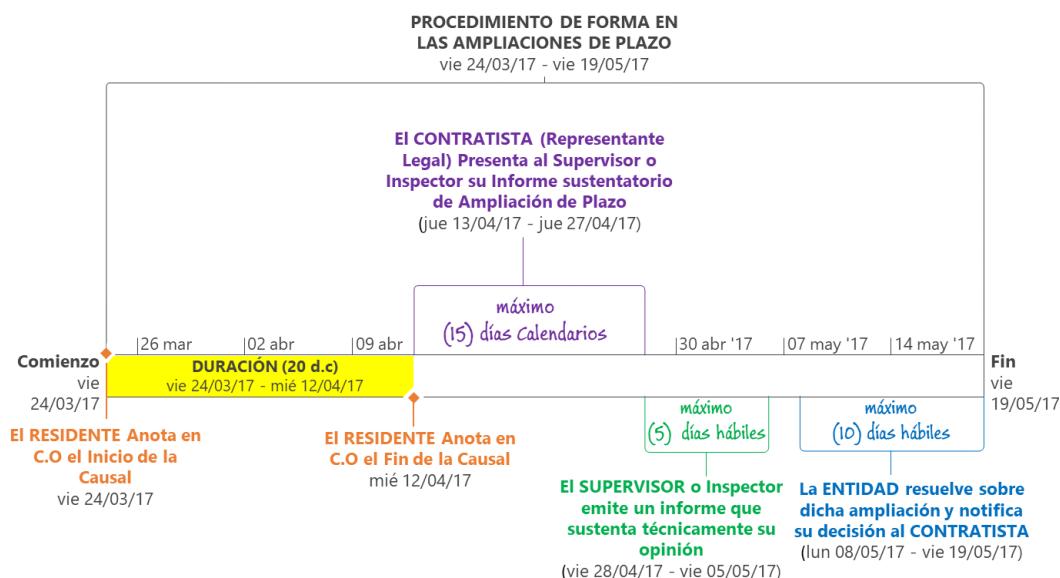


Figura N°3.2 Procedimiento de Forma.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

En tanto se trate de circunstancias que no tengan fecha prevista de conclusión, hecho que debe ser debidamente acreditado y sustentado por el contratista de obra, y no se haya suspendido el plazo de ejecución contractual, el contratista puede solicitar y la Entidad otorgar ampliaciones de plazo parciales, a fin de permitir que el contratista valore los gastos generales por dicha ampliación parcial, para cuyo efecto se sigue el procedimiento antes señalado.

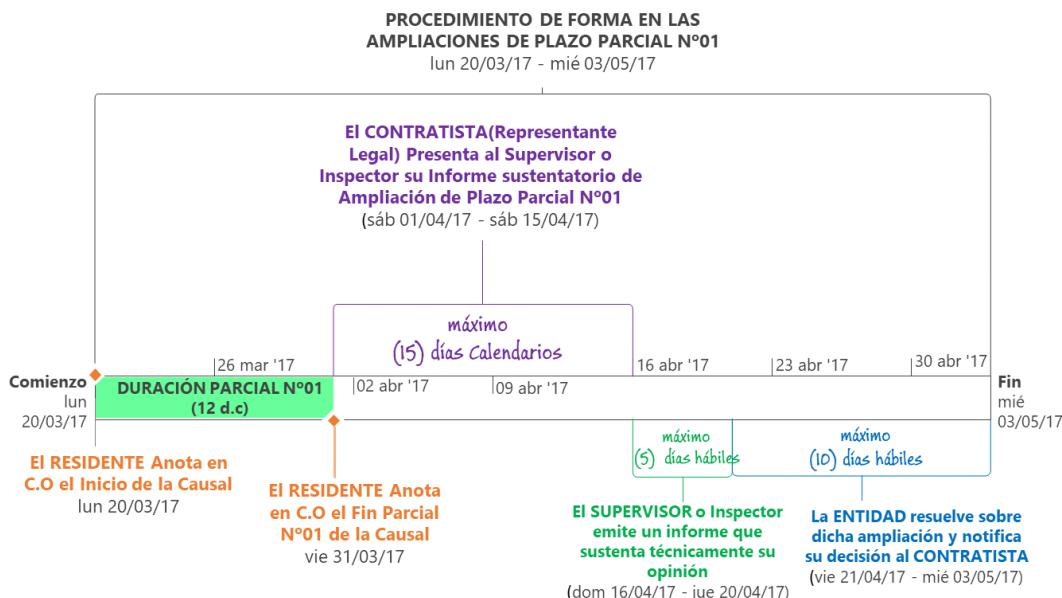


Figura N°3.3 Procedimiento de Forma en la Ampliación de Plazo.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Toda solicitud de ampliación de plazo debe efectuarse dentro del plazo vigente de ejecución de obra, fuera del cual no se admitirá las solicitudes de ampliación de plazo, cuando las ampliaciones se sustentan en causales diferentes o de distintas fechas, cada solicitud de ampliación de plazo deberá tramitarse y ser resuelta independientemente, siempre que las causales diferentes no correspondan a un mismo periodo de tiempo sea este parcial o total.

- ii. Evaluar el fondo que la causal invocada es válida, y si realmente afecta a ruta crítica del proyecto.

La sustentación de las causales es con documentos técnico como pueden ser: memoria de Cálculo, análisis de suelo, estudio hidrológico, otros. De ser el caso adjuntar documentos probatorios de primera fuente como son: informes oficiales, recortes de diarios, etc. También se puede realizar comparaciones con tablas producto de una investigación válida y certificada por un ente, como puede ser: OMM, SENAMHI, ANA, y otros.

En la Tabla N°3.5 se presenta la lista de documentos que debe presentar el contratista.

Tabla N°3.5 Lista de Verificación a los Documentos Actualizados.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Nº	Descripción de los documentos	SI	NO
1	1.1 Sustenta la causal invocada mediante documentos técnicos. (Estudios básicos y específicos) y/o medio probatorio de primera fuente la causal invocada.		
2	1.1 Adjunta copia del cuaderno de obra, la anotación del inicio o identificación de la causal.		
	1.2 Anota en el cuaderno de obra el fin de la causal o solicitud parcial. (Adjunta la resolución de ejecución o documentos que demuestre el cese de la causal).		
	1.3 Entrega la programación Gantt CPM actualizado mediante modelamiento aditivo TIA, evaluado sobre la partida afectada y reprogramado con el saldo de obra, presentando en archivo MS Project.		
3	1.1 Aplica el flujo de trabajo para el modelamiento y evaluación del atraso.		
	1.2 Todas las partidas atrasadas muestran la eficiencia de la reprogramación.		
	1.3 El calendario de avance de obra valorizado actualizado del saldo de obra está en concordancia con la programación Gantt CPM actualizado, en archivo MS Project.		

- i. Si la identificación de la causal es antes o igual de la fecha de inicio tardío de la partida afectada. Fecha de afectación = Inicio tardío de la partida afectada.

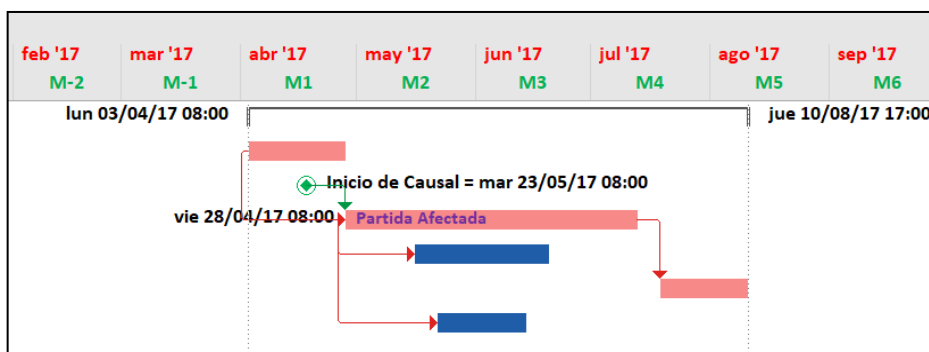


Figura N°3.4 Programación Gantt CPM con causal anticipado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

- ii. Si la identificación de la causal está después de la fecha de inicio de la partida, pero antes de su fin, entonces:

Fecha de afectación = máximo (Comienzo tardío de la partida afectada;
Fecha de identificación de la causal).

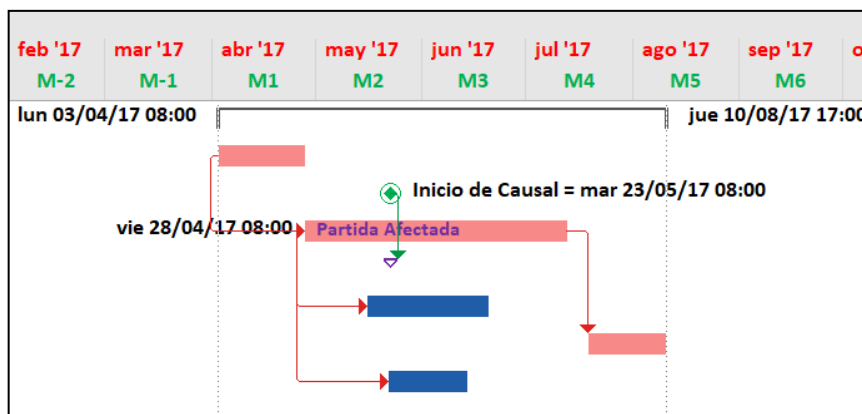


Figura N°3.5 Programación con Inicio de causal Intermedio.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

- iii. Si la identificación de la causal está después de la fecha del fin tardío programado de la partida, no procede la ampliación de plazo por demora.

OPINIÓN N° 170-2016/DTN, (2016). Cuando las solicitudes de ampliación de plazo se hubiesen sustentado en causales producidas en fechas distintas, debían ser tramitadas y resueltas de manera independiente por la Entidad.

3.1.4. Fechar la Programación Gantt CPM

Para establecer la fecha de inicio real del proyecto abrir la programación Gantt CPM en archivo MsProject, en: Proyecto/Información del proyecto, colocar en fecha de comienzo el inicio real del proyecto, y asignar el calendario de trabajo que, este debe tener establecido la semana laborable y los días feriados.

3.1.5. Duración en Días Calendarios del Proyecto

Los softwares de ingeniería orientados a la planificación y programación de obra, se ingresa como datos las duraciones de las partidas en días útiles y las relaciones de precedencia, para poder realizar el cálculo de la red de precedencia y aplicar método de la ruta crítica. Los softwares, no contempla la duración de las partidas en días calendarios, todos los programas después de haber realizado el cálculo de la red de precedencia con la metodología CPM, éstos calculan las fechas de las partidas comparando con el calendario asignado al proyecto.

La creación del campo duración en días calendarios, es necesario para estimar la duración total del proyecto o cuadrar el plazo contractual; la duración en días calendarios depende de la fecha de inicio y también del calendario asignado de

proyecto. Los días calendarios de las partidas o la duración total del proyecto puede diferir dado que, al definir la fecha de inicio del proyecto, el fin puede caer en una fecha no laborable, mantenido las duraciones en útiles y relaciones de precedencia de las partidas del expediente técnico.

Creación de Campo Duración en días calendario en el Software MsProject.

i. Duración en Días Calendario Base (DcalBase):

$\text{If}([Duración\ de\ línea\ base] = 0 ; 0 ; (DateValue([Fin\ de\ línea\ base]) - DateValue([Comienzo\ previsto]) + 1) * 480)$

ii. Duración en Días Calendario (Dcal):

$\text{If}([Duración]=0 ; 0 ; (DateValue([Fin]) - DateValue([Comienzo])+1) * 480)$

3.2. FLUJO PARA MODELAR Y EVALUAR EL ATRASO

El esquema de flujo de trabajo para el modelamiento y evaluación del atraso en un proyecto de ejecución de obra, se puede aplicar con total normalidad para todos los casos de la Tabla N° 3.1 Demora por Causas no Atribuible al Contratista.

PASO 01: Evaluar la forma y fondo de la Causal Invocada.

PASO 02: Identificación o Inicio de la causal Invocada.

Modelar la fecha de identificación como fecha estática Tipo de Restricción = "Debe Comenzar el". Considerando como ejemplo: la Fecha de Anotación del contratista en el Cuaderno de Obra es: mié 28/03/18 08:00.

Figura N°3.6 Modelación de la Identificación de la Causal.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

PASO 03: Cese de la Causal Invocada.

Colocar la duración en días útil, de tal manera que coincida con la fecha de cese de causal o también puede ser el caso de fin parcial de la causal.

Nombre	Duración	Dcal	ene '17	feb '17	mar '18	abr '18	may '18
Demora	11 días	15 días	ene	feb	mar	abr	may
			Identificación: Anotación en el C.O=28/03/2018 08:00:00				
			Cese Causal=11/04/2018 17:00:00				

Figura N°3.7 Modelamiento de las fechas anotadas en el C.O.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Del ejemplo gráfico, se tiene que para 11 días útiles de demora se tiene 15 días calendarios para obtener cese de la causal invocada con fecha: 11/04/18 17:00.

PASO 04: Simulación del % de Avance Programado Acumulado (%Prog) a la fecha de corte mensual, o periodo establecido en el contrato.

Este paso es fundamental para la evaluación del Atraso, porque sirve como base para reprogramar las partidas.

El porcentaje de Avance Programado se obtiene a partir del Cronograma Valorizado Programado o Previsto acumulando lo costos que pueden ser quincenal o mensual, estos montos están prorrateados en las barras de Gantt.

Sabemos que:

$$\%Prog_i = \frac{\text{Costo Directo Programado Acumulado}_i}{\text{COSTO DIRECTO}} \times 100\%$$

Codificación en MsProject:

Texto20=%Prog:

lIf([Texto28]="NOD";"0%";lIf([Costo de línea base]=0;" ";Round((([CPTP]/[Costo de línea base])*100;2) & "%"))

Donde: Texto28= FechaEstado: [Fecha de estado]

Realizar la simulación programado acumulado a la fecha de corte del periodo de las valorizaciones, para obtener el porcentaje programado acumulado (%Prog).

Dado que la fecha de cese de causal es: 11/04/18 17:00 y las valorizaciones son mensuales, entonces la fecha de corte es al: 30 abril 18 17:00.

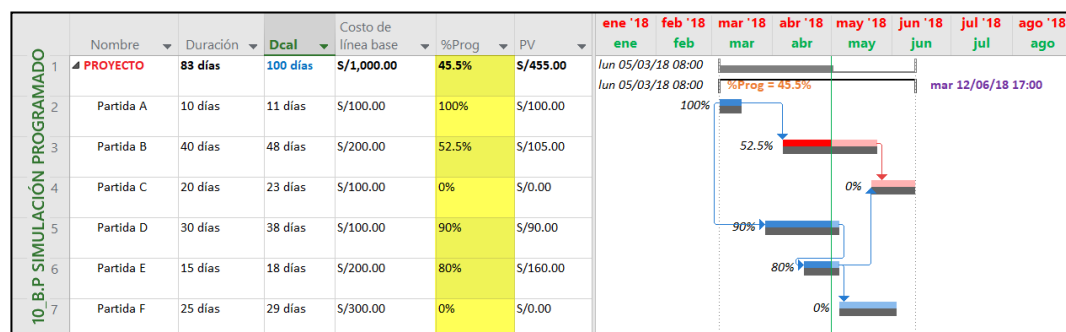


Figura N°3.8 Simulación del Porcentaje Programado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

PASO 05: Ingresar los Montos Acumulados Valorizados conciliado (Físico de Avance Ejecutado) a fin de mes, 30 abril 18 17:00.

Creación del campo personalizado Porcentaje acumulado físico (%Físico)

%Físico

lIf([Costo de línea base]=0;" ";Round((([Costo real]/[Costo de línea base])*100;2) & "%"))

El artificio que se realizó en el programa MsProject, fue definir el recurso Costo Directo, para luego asignar este recurso a cada partida y luego ingresar los montos acumulados a la fecha de corte.

HOJA DE RECURSOS							
	i	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de	Iniciales	Capacidad máxima	Tasa estándar
1		Costo Directo	Material	soles	CD		S/1.00

Figura N°3.9 Definición de Recurso Costo Directo.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

HOJA DE RECURSOS	EDT	Nombre del Partidas	CPTP	Valorizado	Detalles	1er trimestre			2º trimestre
						mar	abr	may	jun
04_B.P REPROGRAMAR SALDO DE OBRA	1	Costo Directo	S/455.00	310 soles	Costo de línea base	S/106.67	S/348.33	S/471.00	S/74.00
					Costo	S/186.67	S/273.33	S/466.00	S/74.00
					CPTP	S/106.67	S/455.00		
					CRTR	S/126.67	S/310.00		
	1.1	Partida A	S/100.00	70 soles		S/100.00			
						S/70.00		S/30.00	
						S/100.00	S/100.00		
						S/70.00	S/70.00		
	1.2	Partida B	S/105.00	50 soles			S/105.00	S/95.00	
						S/110.00	S/90.00		
						S/70.00	S/105.00		
						S/50.00	S/50.00		
	1.3	Partida C	S/0.00	20 soles				S/50.00	S/50.00
								S/20.00	S/30.00
									S/50.00
	1.4	Partida D	S/90.00	40 soles			S/20.00		
						S/6.67	S/83.33	S/10.00	
					S/6.67	S/33.33	S/60.00		
					S/6.67	S/90.00			
					S/6.67	S/40.00			
1.5	Partida E	S/160.00	130 soles				S/160.00	S/40.00	
							S/130.00	S/70.00	
							S/160.00		
							S/130.00		
1.6	Partida F	S/0.00	0 soles					S/276.00	S/24.00
								S/276.00	S/24.00

Figura N°3.10 Costos Programado al corte.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Paso 06: Modelamiento del Atraso acorde a los hechos.

Para la aplicación del modelo TIA, se ha adicionado la barra Gantt con una simbología que resalte el modelamiento de la demora, que inicia con la identificación y finaliza en el cese de la causal invocada o también puede ser un fin parcial y la vinculación con la partida afectada.

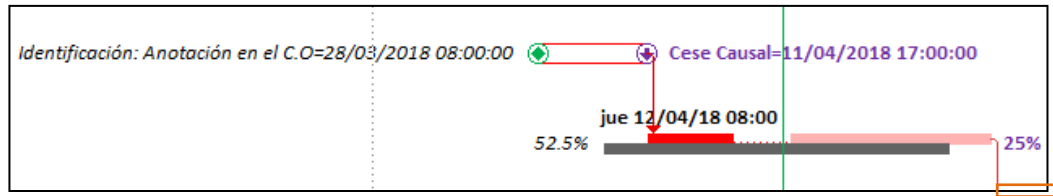


Figura N°3.11 Modelamiento del Atraso con el método TIA.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Para para alertar el estado de las partidas, se ha creado un campo en MsProject con la variable (Estado_P):

Estado_P =

IIf([Texto28]="NOD";"Actualizar";IIf([Número3]=-1;"";IIf([Número2]=1 And [Número3]<1;"RETRASADO";IIf([Número2]>[Número3];"ATRASADO";IIf([Número3]=1;"EJECUTADO";IIf([Número2]=[Número3] And [Número2]<>0 And [Número3]<>0;"BIEN";IIf([Número2]<[Número3];"ADELANTADO";" "))))))

Donde:

Programado (Número2) =

IIf(Val([Costo de línea base])=0;-1;Round(([CPTP]/[Costo de línea base]);2))

Físico Ejecutado (Número3) =

IIf(Val([Costo de línea base])=0;-1;Round(([Costo real]/[Costo de línea base]);2))

Criterios de indicadores para

Filas no de resumen
 Filas de resumen
 Las filas de resumen heredan los criterios de las filas que no son de resumen
 Resumen del proyecto
 El resumen del proyecto hereda los criterios de las filas de resumen

Cortar fila Copiar fila Pegar fila Insertar fila Eliminar fila

Prueba para 'Estado P'	Valores	Imagen
Igual a	RETRASADO	✘
Igual a	ATRASADO	⦿
Igual a	EJECUTADO	✓
Igual a	BIEN	↔
Igual a	ADELANTADO	⬆

Para mostrar indicadores gráficos en lugar de los valores de los datos, especifique el intervalo de valores de cada indicador y la imagen que mostrar. Las comprobaciones se realizan siguiendo el mismo orden de la lista y el proceso se detiene en cuanto se cumplen las condiciones.

Mostrar el valor de los datos en la información de herramientas

Figura N°3.12 Creación de Indicadores Gráficos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Los criterios para reprogramar el saldo de obra, se resumen en los siguientes casos:

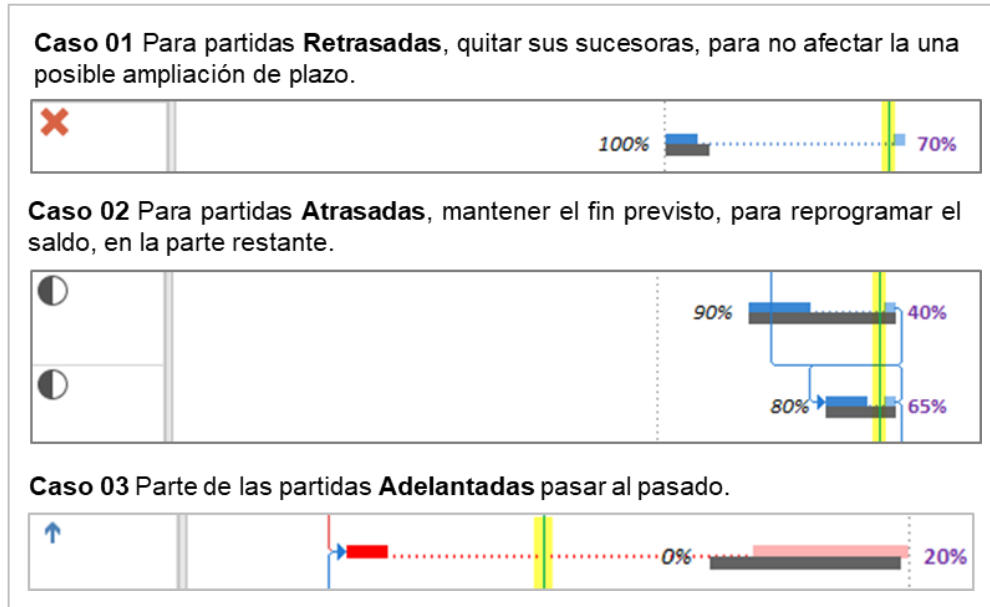


Figura N°3.13 Casos para Reprogramar las partidas.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Finalmente se realiza la vinculación del atraso con la partida afectada, para obtener la ampliación de plazo.

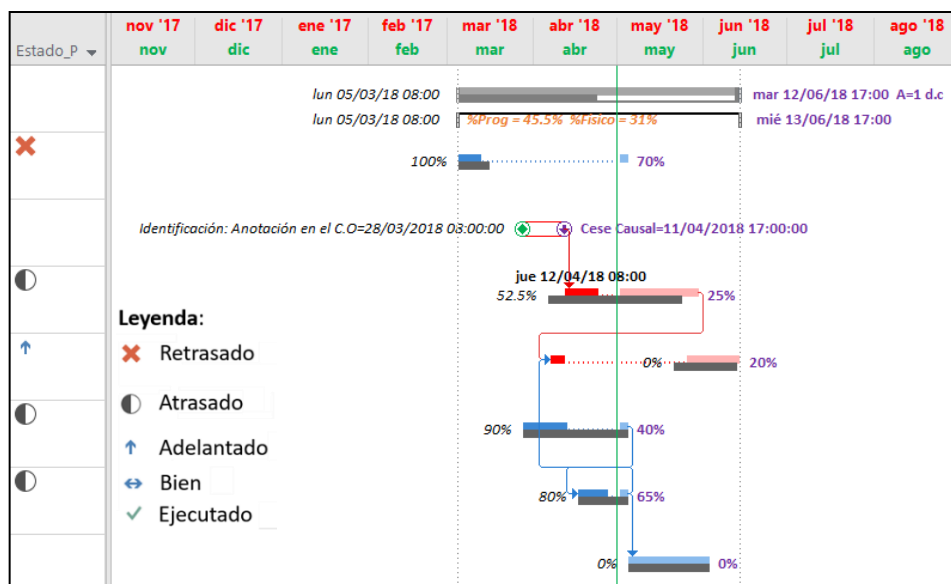


Figura N°3.14 Modelamiento y Evaluación de la Demora.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

3.2.1. Afectación del Atraso a una Partida Crítica

Al evaluar un ejemplo de demora que sólo requiere opinión del Inspector o Supervisor, esta consulta por su naturaleza se refiere a pregunta no compleja, de acuerdo con el reglamento de la Ley 30225: en opinión del inspector o supervisor, no requieran de la opinión del proyectista, son absueltas por estos dentro del plazo máximo de cinco (5) días siguientes de anotadas las mismas. Vencido el plazo anterior y de no ser absueltas, el contratista dentro de los dos (2) días siguientes tiene que acudir a la Entidad, la cual debe resolverlas en un plazo máximo de cinco (5) días, contados desde el día siguiente de la recepción de la comunicación del contratista.

		Nombre	Dcal	Comienzo	Fin
1		CONSULTA N°01-2018	13 días	mié 28/03/18	lun 09/04/18
2		Anota en el C.O la Consulta el CONTRATISTA	0 días	mié 28/03/18	mié 28/03/18
3		SUPERVISOR O INSPECTOR (Resolver)	5 días	jue 29/03/18	lun 02/04/18
4		CONTRATISTA tiene que acudir a la ENTIDAD	2 días	mar 03/04/18	mié 04/04/18
5		Recepción de la comunicación del CONTRATISTA	0 días	mié 04/04/18	mié 04/04/18
6		ENTIDAD (Debe Resolver)	5 días	jue 05/04/18	lun 09/04/18

Figura N°3.15 Plazo para Absolver Consultas.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

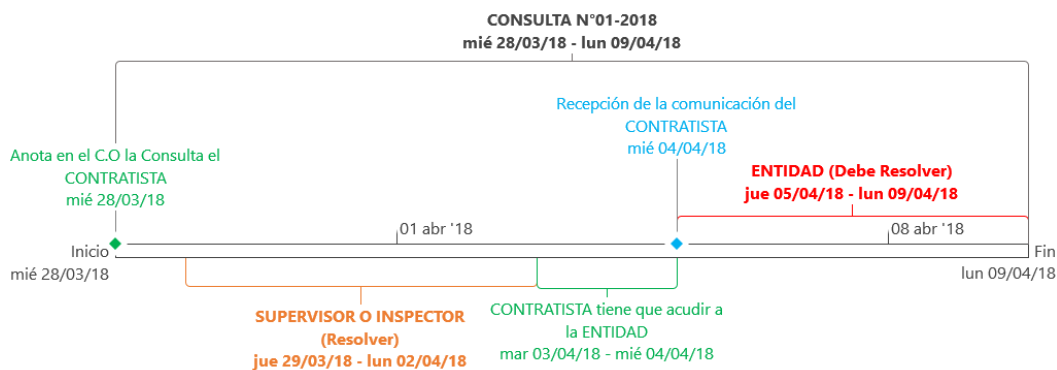


Figura N°3.16 Línea de Tiempo de Modelo de Forma de plazo máximo.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

De la Figura N°3.18, se tiene que la fecha máxima para resolver la consulta es lun 09/04/18. De lo indicado en el reglamento de la ley de contrataciones con el estado, el contratista para no verse afectado a una posible afectación de la ruta crítica del proyecto, éste debe realizar su consulta anticipada en 13 d.c. suponiendo que la Entidad, no absuelve la consulta la dentro del plazo

establecido, y la Entidad se pronuncia el mié 11/04/18, puesto que se ha vencido los plazos, el contratista tiene el derecho a solicitar ampliación de plazo contractual por el tiempo correspondiente a la demora. Esta demora se computa sólo a partir de la fecha en que la no ejecución de los trabajos materia de la consulta empiece a afectar la ruta crítica del programa de ejecución de la obra.

A partir de un proyecto base que consta de 6 partidas operacionales, y planificado con una duración programada de 83 d.u. o su equivalente de 100 d.c, con fecha de inicio lun 05/03/18 08:00 am y fin el mar 12/06/18 17:00, se ha tenido en cuenta los días feriados y la semana laborable de lunes a sábado con una jornada laborable de 8h/día.

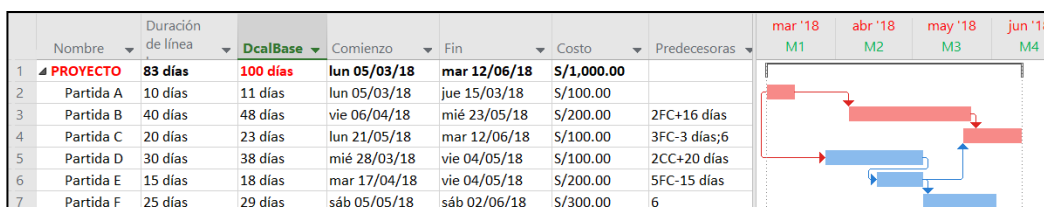


Figura N°3.17 Programación Gantt CPM Base.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

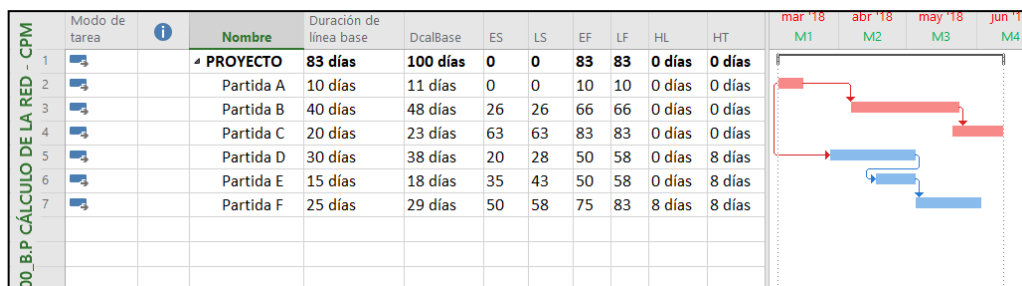


Figura N°3.18 Cálculo de holguras, de inicios y fines tempranos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

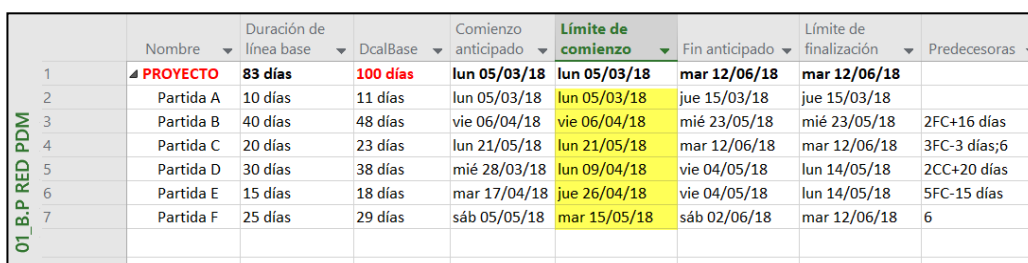


Figura N°3.19 Cálculo de fechas temprana y tardía.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

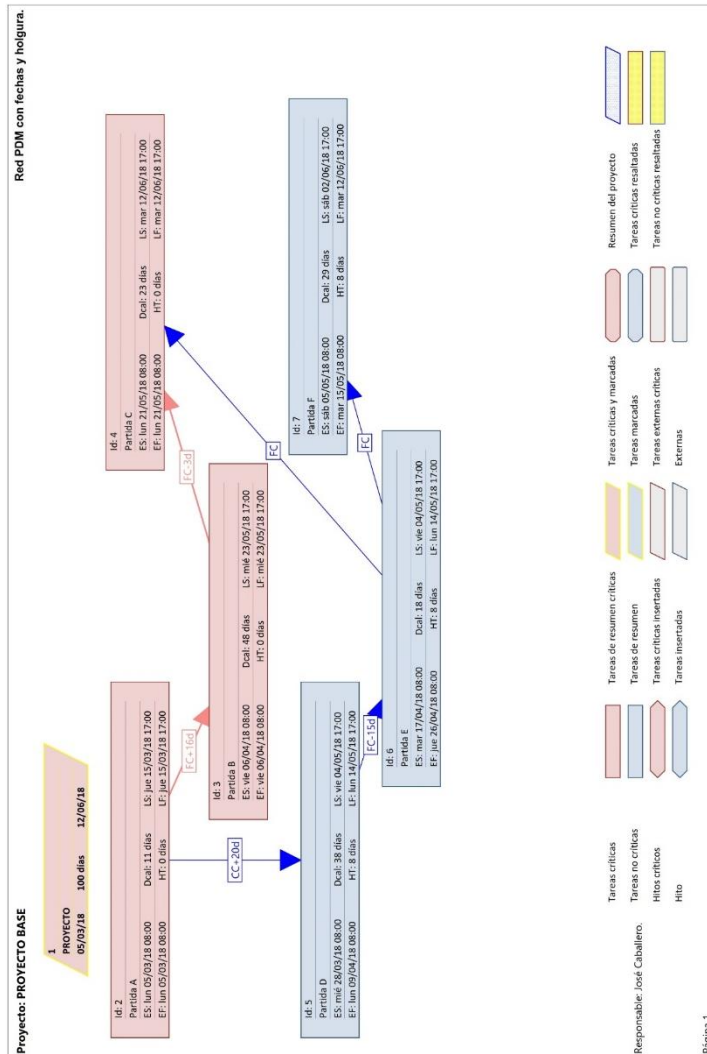


Figura N°3.20 Red PDM del Proyecto Base.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

En toda partida la afectación de la ruta crítica o nueva ruta crítica se da cuando las partidas sucesoras agotan su holgura total o holgura libre.

Para evaluar el modelamiento de un evento por Atraso, se parte de la programación Gantt CPM. La Partida Afectada = Partida B (Crítica) Comienzo Tardío o Límite de Comienzo el día vie 06/04/18 08:00. Holgura = 0 d.u

Paso 01: Evaluar la forma y fondo de la Causal Invocada.

Paso 02: Identificación o Inicio de causal Invocada. Fecha de Anotación del contratista por intermedio del residente en el Cuaderno de Obra es: mié 28/03/18 08:00.

Paso 03: Cese de la Causal Invocada.

Resolución Emitida por la Entidad fuera de plazo, se pronuncia el: mié 11/04/18 17:00. Fecha máxima para resolver la consulta es: lun 09/04/18.

Paso 04: Simulación del % de Avance Programado

i	EDT	Nombre del recurso	Costo Directo	Detalles	mar '18	abr '18	may '18	jun '18
					M1	M2	M3	M4
07 B.P. CRONOGRAMA VALORIZADO PROGRAMADO		Costo Directo	S/1,000.00	Costo de línea base	S/106.67	S/348.33	S/471.00	S/74.00
	1.1	Partida A	S/100.00		S/100.00			
	1.2	Partida B	S/200.00			S/105.00	S/95.00	
	1.3	Partida C	S/100.00				S/50.00	S/50.00
	1.4	Partida D	S/100.00		S/6.67	S/83.33	S/10.00	
	1.5	Partida E	S/200.00			S/160.00	S/40.00	
	1.6	Partida F	S/300.00				S/276.00	S/24.00

Figura N°3.21 Cronograma Valorizado Programado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Dado que la fecha de cese de la causal invocada es: mié 11/04/18 17:00.

Realizando la simulación del %Avance Programado Acumulado al 30 abril 18 17:00, se tiene:

10 B.P. SIMULACIÓN PROGRAMADO	Nombre	Duración	Dcal	Costo de línea base	%Prog	PV	ene '18	feb '18	mar '18	abr '18	may '18	jun '18	jul '18	ago '18
							ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
1	PROYECTO	83 días	100 días	S/1,000.00	45.5%	S/455.00								
2	Partida A	10 días	11 días	S/100.00	100%	S/100.00	100%							
3	Partida B	40 días	48 días	S/200.00	52.5%	S/105.00	52.5%							
4	Partida C	20 días	23 días	S/100.00	0%	S/0.00	0%							
5	Partida D	30 días	38 días	S/100.00	90%	S/90.00	90%							
6	Partida E	15 días	18 días	S/200.00	80%	S/160.00	80%							
7	Partida F	25 días	29 días	S/300.00	0%	S/0.00	0%							

Figura N°3.22 Porcentaje Programado Acumulado a la fecha de corte.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Paso 05: Ingresar los Montos Acumulados Valorizados conciliado (Físico de Avance Ejecutado) a fin de mes, 30 abril 18 17:00.

1	EDT	Nombre del Partidas	CPTP	Valorizado	Detalles	1er trimestre			2º trimestre
						mar	abr	may	jun
04_B.P. REPROGRAMAR SALDO DE OBRA		Costo Directo	S/455.00	310 soles	Costo de línea base	S/106.67	S/348.33	S/471.00	S/74.00
					Costo	S/186.67	S/273.33	S/466.00	S/74.00
					CPTP	S/106.67	S/455.00		
					CRTR	S/126.67	S/310.00		
	1.1	Partida A	S/100.00	70 soles		S/100.00			
						S/70.00		S/30.00	
						S/100.00	S/100.00		
						S/70.00	S/70.00		
	1.2	Partida B	S/105.00	50 soles			S/105.00	S/95.00	
						S/110.00	S/90.00		
							S/105.00		
						S/50.00	S/50.00		
	1.3	Partida C	S/0.00	20 soles				S/50.00	S/50.00
								S/20.00	S/30.00
									S/50.00
	1.4	Partida D	S/90.00	40 soles		S/6.67	S/83.33	S/10.00	
						S/6.67	S/33.33	S/60.00	
					S/6.67	S/90.00			
					S/6.67	S/40.00			
1.5	Partida E	S/160.00	130 soles			S/160.00	S/40.00		
						S/130.00	S/70.00		
						S/160.00			
						S/130.00			
1.6	Partida F	S/0.00	0 soles				S/276.00	S/24.00	
							S/276.00	S/24.00	

Figura N°3.23 Costos Acumulados Programado y Valorizado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Paso 06: Modelamiento y Evaluación de del Atraso con Aplicación del modelo TIA.

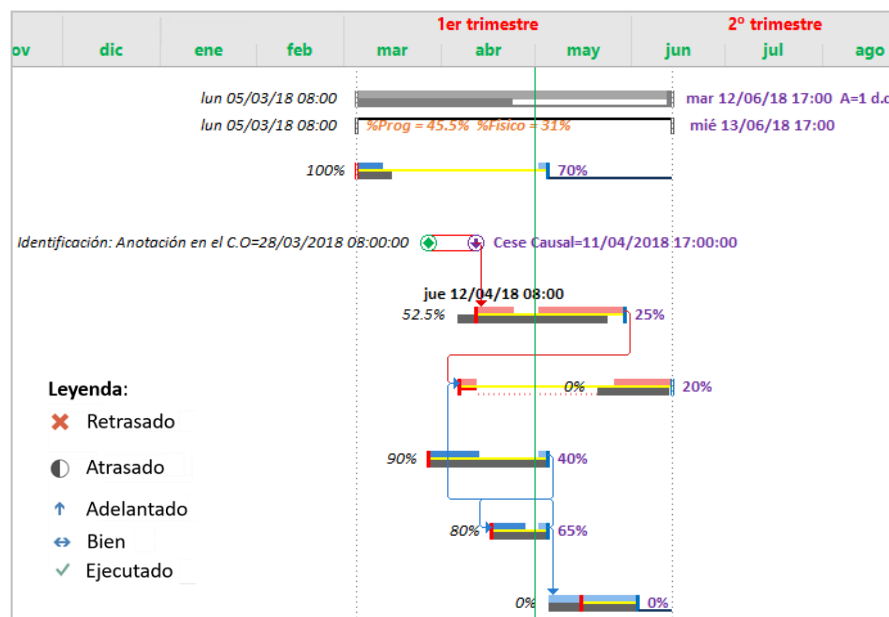


Figura N°3.24 Cálculo de la Ampliación de Plazo.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

	EDT	Nombre	Duración	Dcal	Estado_P	DcalBase	Costo de línea base	Saldo	%Prog	%Físico	PV	EV	Demora permisible	SPI=EV/PV
1	1	PROYECTO	84 días	101 días		100 días	S/1,000.00	S/690.00	45.5%	31%	S/455.00	S/310.00	0 días	0.68
2	1.1	Partida A	50 días	61 días	✘	11 días	S/100.00	S/30.00	100%	70%	S/100.00	S/70.00	34 días	0.7
3	1.2	Demora	11 días	15 días		0 días	S/0.00	S/0.00			S/0.00	S/0.00	0 días	
4	1.3	Partida B	34 días	48 días	◐	48 días	S/200.00	S/150.00	52.5%	25%	S/105.00	S/50.00	0 días	0.48
5	1.4	Partida C	57 días	68 días	↑	23 días	S/100.00	S/80.00	0%	20%	S/0.00	S/20.00	0 días	
6	1.5	Partida D	30 días	38 días	◐	38 días	S/100.00	S/60.00	90%	40%	S/90.00	S/40.00	0 días	0.44
7	1.6	Partida E	15 días	18 días	◐	18 días	S/200.00	S/70.00	80%	65%	S/160.00	S/130.00	0 días	0.81
8	1.7	Partida F	25 días	29 días		29 días	S/300.00	S/300.00	0%	0%	S/0.00	S/0.00	9 días	

Figura N°3.25 Estado y Holgura Permissible de las partidas.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

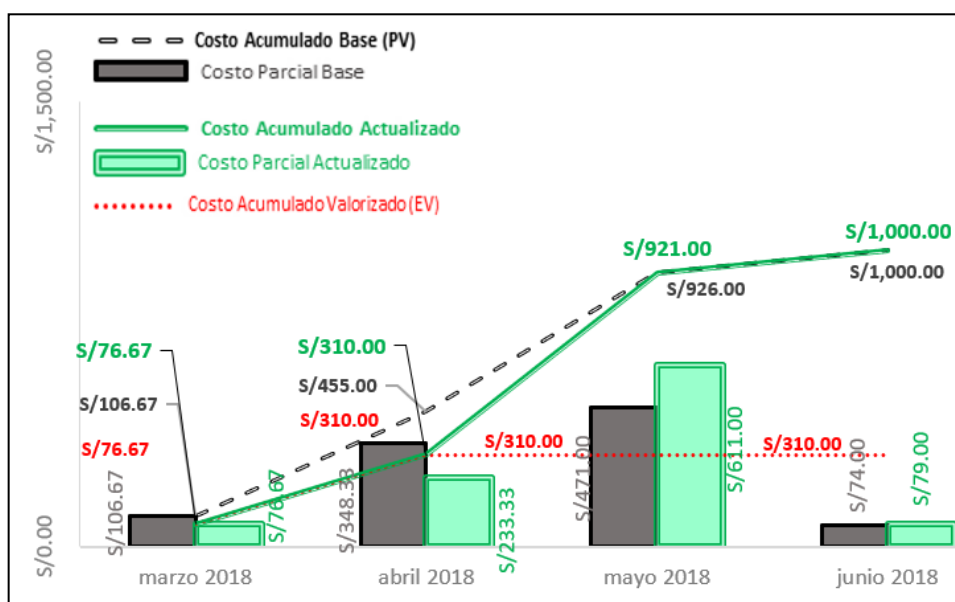


Figura N°3.26 Curva "S" de Costos Actualizado por Atraso.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

3.2.2. Afectación del Atraso a una Partida No Crítica

Al evaluar la partida afectada por agotamiento de las holguras sucesoras de la causal invocada. Partida Afectada = Partida D (No crítica). El proyecto tiene como programación base en la Figura N°3.19 Programación Gantt CPM del Proyecto Base. En este caso el cese de la causal será: 25 abril 2018.

EDT	Nombre del Partidas	CPTP	Saldo	Detalles	1er trimestre			2º trimestre
					mar	abr	may	jun
	▲ Costo Directo	S/455.00	720 soles	Costo de línea base	S/106.67	S/348.33	S/471.00	S/74.00
				CPTP	S/106.67	S/455.00		
1.1	Partida A	S/100.00	30 soles		S/100.00			
					S/100.00	S/100.00		
1.2	Partida B	S/105.00	150 soles			S/105.00	S/95.00	
						S/105.00		
1.3	Partida C	S/0.00	80 soles				S/50.00	S/50.00
1.5	Partida D (Afectada)	S/90.00	90 soles		S/6.67	S/83.33	S/10.00	
					S/6.67	S/90.00		
1.6	Partida E	S/160.00	70 soles			S/160.00	S/40.00	
						S/160.00		
1.7	Partida F	S/0.00	300 soles				S/276.00	S/24.00

Figura N°3.27 Avance Programado al 30 de abril 2018.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Luego de seguir el flujo de trabajo para el modelamiento del atraso, y con la consideración que al final se ingresará el avance físico de la partida afectada, para evaluar si está atrasado con respecto al cese de la causal, para acortar su duración restante para así mantener el mismo fin de la partida afectada y reprogramar el saldo de obra en la parte restante considerando de esta manera la eficiencia de la reprogramación.

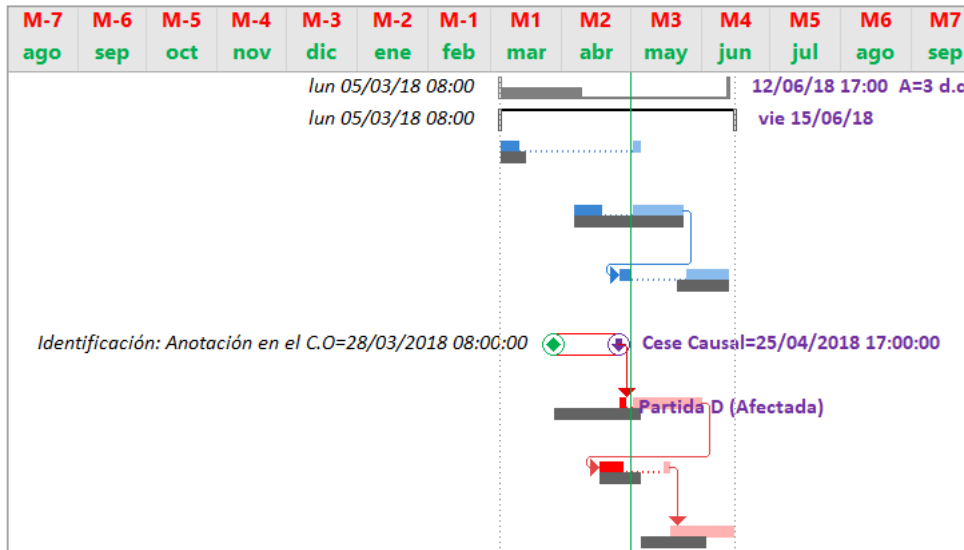


Figura N°3.28 Modelamiento del Atraso y Cálculo de la Ampliación de plazo.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

	Nombre	Duración de línea base	DcalBase	Duración	Dcal	Estado_P	Criterio para Reprogramar	Sucesoras	Predecesoras	HT	HL
1	PROYECTO	83 días	100 días	86 días	103 días					0 días	0 días
2	Partida A	10 días	11 días	10 días	61 días	✘	QUITAR SUCESORA PARA REPROGRAMAR SALDO DE OBRA			36 días	36 días
3	Partida B	40 días	48 días	29 días	48 días	◐		4FC-3 días		4 días	0 días
4	Partida C	20 días	23 días	20 días	48 días	↑			3FC-3 días	3 días	3 días
5	Demora	0 días?	0 días	23 días	29 días			6		0 días	0 días
6	Partida D (Afectada)	30 días	38 días	29 días	36 días	◐	REPROGRAMAR SALDO DE OBRA	7FC-15 días	5	0 días	0 días
7	Partida E	15 días	18 días	12.75 días	31 días	◐	REPROGRAMAR SALDO DE OBRA	8	6FC-15 días	0 días	0 días
8	Partida F	25 días	29 días	25 días	29 días				7	0 días	0 días

Figura N°3.29 Estado y Criterio para Reprogramar las Partidas.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Se puede apreciar en la Figura N°3.30, que el contratista ha ejecutado una parte de la partida afectada después del cese de la causal y que este fue menor a lo programado después de la afectación de la demora, por lo que se pospone el monto en la parte restante, esto repercute a un incremento el monto parcial para el siguiente mes, ahora bien al reprogramar usando programa Msproject, éste considera el incremento del tiempo perdido, pues este tiempo perdido no debe ser considerado en la reprogramación por lo que se debe reducir el tiempo perdido a la duración restante.



Figura N°3.30 Modelamiento de la Atrazo y Afectación a la Partida no Crítica.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

	EDT	Nombre	Duración	Dcal	Estado_P	DcalBase	Costo de línea base	Saldo	PV	EV	SPI=EV/PV	%Prog	%Físico
06.B.P PROGRAMADO - FÍSICO	1	PROYECTO	86 días	103 días		100 días	S/1,000.00	S/720.00	S/455.00	S/280.00	0.62	45.5%	28%
	2	Partida A	10 días	61 días	✘	11 días	S/100.00	S/30.00	S/100.00	S/70.00	0.7	100%	70%
	3	Partida B	29 días	48 días	◐	48 días	S/200.00	S/150.00	S/105.00	S/50.00	0.48	52.5%	25%
	4	Partida C	20 días	48 días	↑	23 días	S/100.00	S/80.00	S/0.00	S/20.00		0%	20%
	5	Demora	23 días	29 días		0 días	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00			
	6	Partida D (Afectada)	29 días	36 días	◐	38 días	S/100.00	S/90.00	S/90.00	S/10.00	0.11	90%	10%
	7	Partida E	12.75 días	31 días	◐	18 días	S/200.00	S/70.00	S/160.00	S/130.00	0.81	80%	65%
	8	Partida F	25 días	29 días		29 días	S/300.00	S/300.00	S/0.00	S/0.00		0%	0%

Figura N°3.31 Avance Acumulados Programado y Ejecutado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

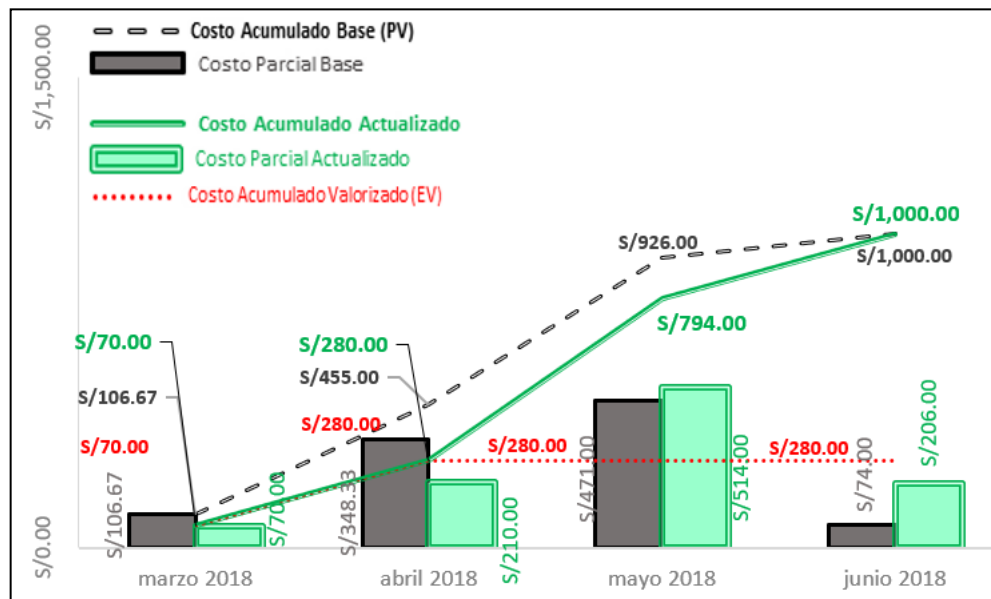


Figura N°3.32 Curva "S" Actualizado por Evento del Atraso.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

1	i	EDT	Nombre del Partidas	CTP	Saldo	Valorizado	Detalles	1er trimestre			2° trimestre	
								mar	abr	may	jun	
04_B.P REPROGRAMAR SALDO DE OBRA			Costo Directo	S/455.00	720 soles	280 soles	Costo de línea base	S/106.67	S/348.33	S/471.00	S/74.00	
							Costo	S/70.00	S/210.00	S/514.00	S/206.00	
							CPTP	S/106.67	S/455.00			
							CRTR	S/70.00	S/280.00			
								S/100.00				
								S/70.00		S/30.00		
								S/100.00	S/100.00			
								S/70.00	S/70.00			
		1.1		Partida A	S/100.00	30 soles	70 soles			S/105.00	S/95.00	
									S/50.00	S/150.00		
									S/105.00			
									S/50.00			
		1.2		Partida B	S/105.00	150 soles	50 soles			S/50.00	S/50.00	
									S/20.00	S/30.00	S/50.00	
											S/50.00	
		1.3		Partida C	S/0.00	80 soles	20 soles					
									S/20.00			
	1.5		Partida D (Afectada)	S/90.00	90 soles	10 soles		S/6.67	S/83.33	S/10.00		
								S/10.00	S/90.00			
								S/6.67	S/90.00			
									S/10.00			
	1.6		Partida E	S/160.00	70 soles	130 soles			S/160.00	S/40.00		
									S/130.00	S/70.00		
									S/160.00			
									S/130.00			
	1.7		Partida F	S/0.00	300 soles	0 soles				S/276.00	S/24.00	
									S/144.00	S/156.00		

Figura N°3.33 Calendario Actualizado Valorizado por Evento del Atraso.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Se aprecia en la Figura N°3.34, que los montos parciales reprogramados están en armonía de la programación Gantt CPM.

Se deberá actualizar la línea base de proyecto para realizar modelamiento y evaluación futura por evento de demora.

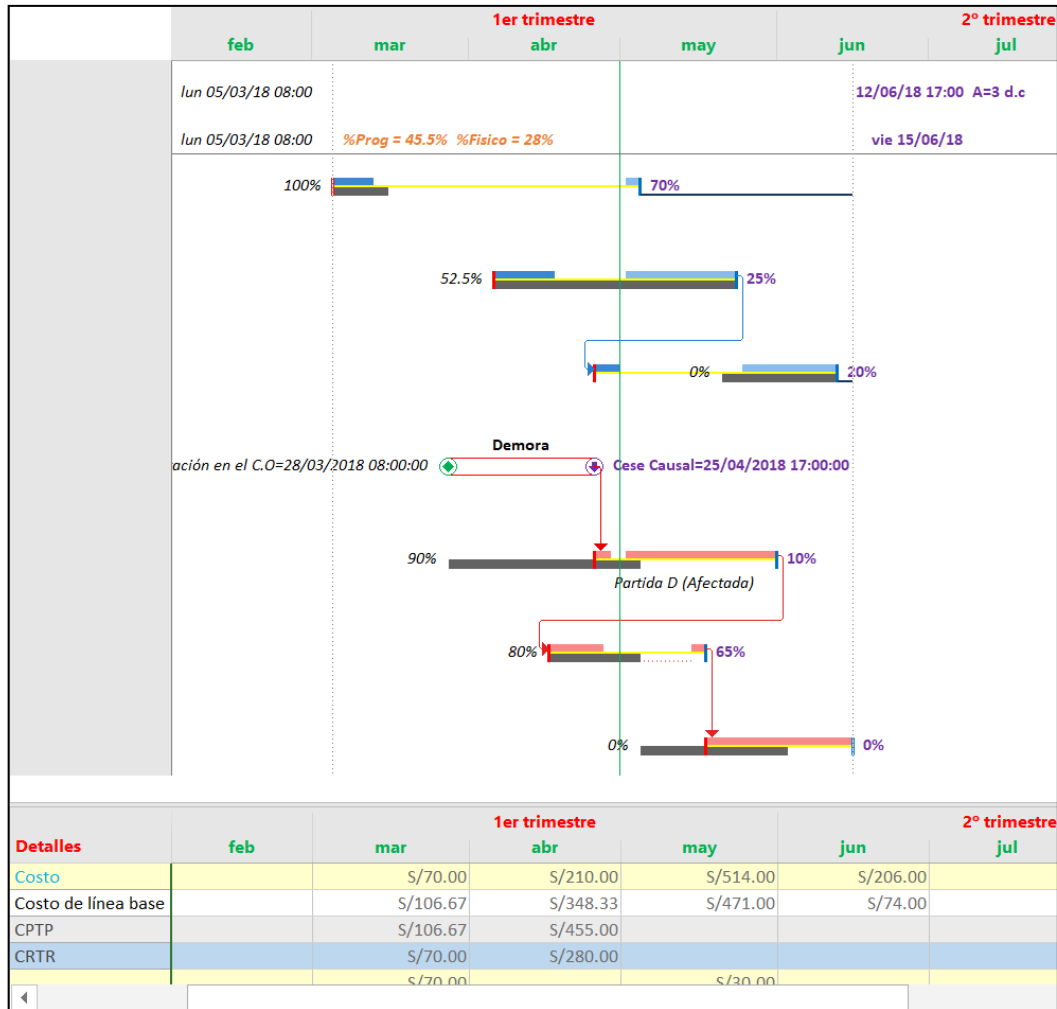


Figura N°3.34 Programación Gantt CPM actualizado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

3.2.3. Afectación del Atraso a una Partida Parcialmente Ejecutada

Este caso se presenta cuando la identificación de la causal invocada es después del inicio de la partida afectada por la demora.

Antes de aplicar los pasos establecidos en el flujo de trabajo será estimar la posposición entre el evento de demora y la partida afectada para ello se realiza una simulación programada hasta la fecha de identificación o inicio de la causal invocada. Tal como se muestra en el siguiente gráfico.

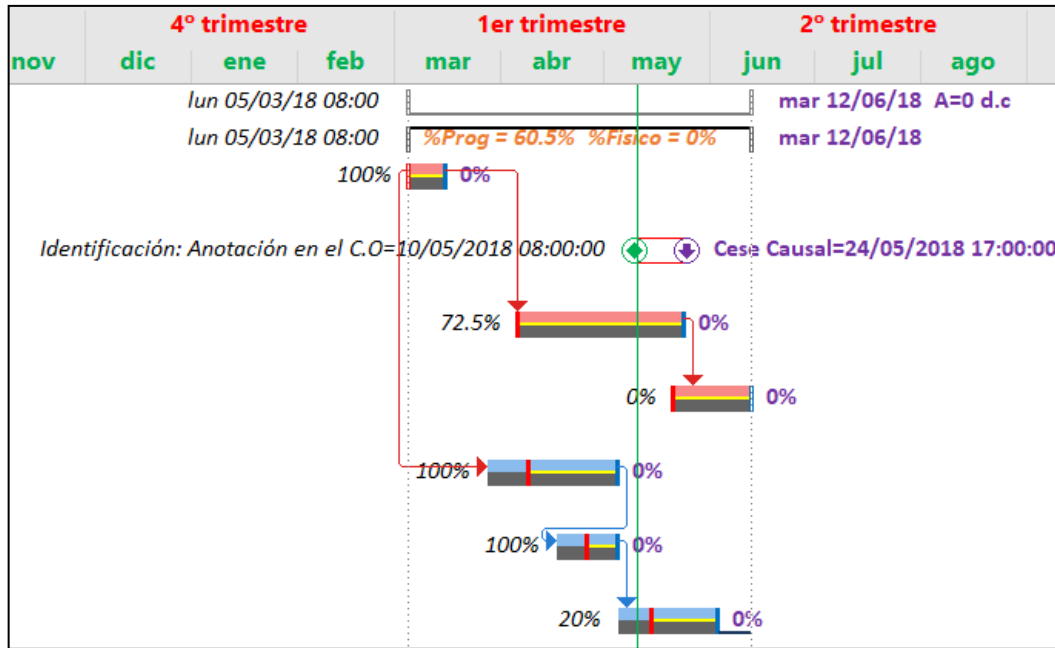


Figura N°3.35 Modelamiento del Atraso con modelo TIA.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

	EDT	Nombre	Duración	Dcal	DcalBase	Predecesoras
1	1	▲ PROYECTO	85 días	102 días	100 días	
2	1.1	Partida A	10 días	99 días	11 días	
3	1.2	Demora	13 días	15 días	0 días	
4	1.3	Partida B (Afectada)	37 días	62 días	48 días	3FC-41 días
5	1.4	Partida C	18 días	25 días	23 días	4FC-3 días
6	1.5	Partida D	30 días	38 días	38 días	
7	1.6	Partida E	15 días	50 días	18 días	6FC-15 días
8	1.7	Partida F	18.67 días	31 días	29 días	

Figura N°3.36 Vinculación del Atraso y Partida B.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

La partida B, afectada con la demora se encontraba al momento de identificar la causal invocada se encontraba con 28 días útiles transcurridos y 13 días útiles transcurridos para la demora y con ello se tiene una posposición de 41 días útiles, obteniendo la relación de precedencia 3FC – 41 días, con la partida afectada y la demora o atraso.

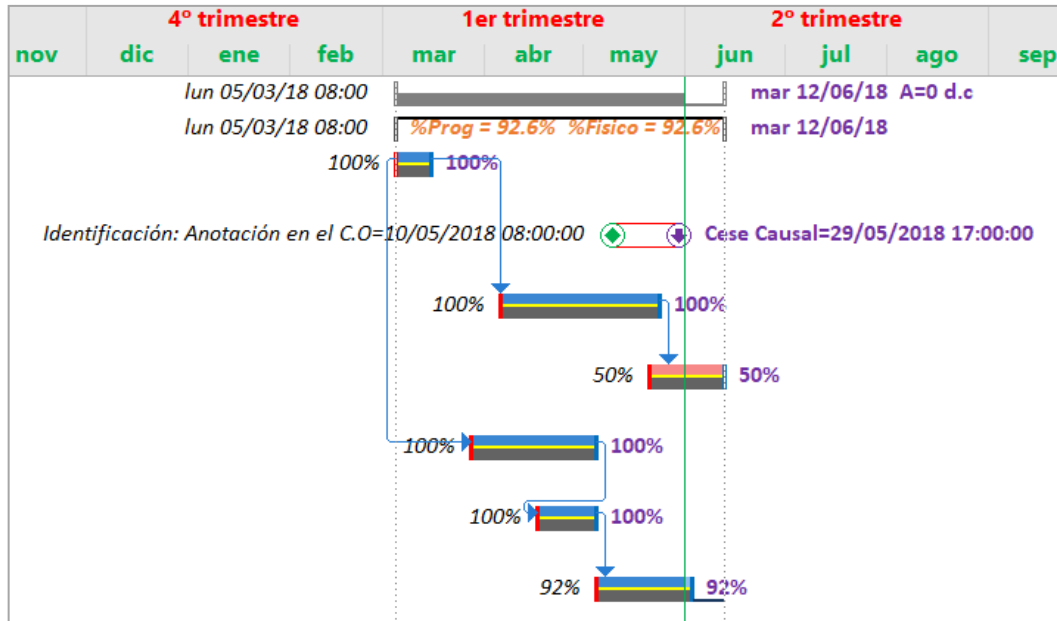


Figura N°3.37 Simulación Programado a fines de mayo 2018.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Para la evaluación se ha considerado el dinamismo de las partidas y los criterios de reprogramación establecidos en el flujo de trabajo para el modelamiento de la demora, se tiene:

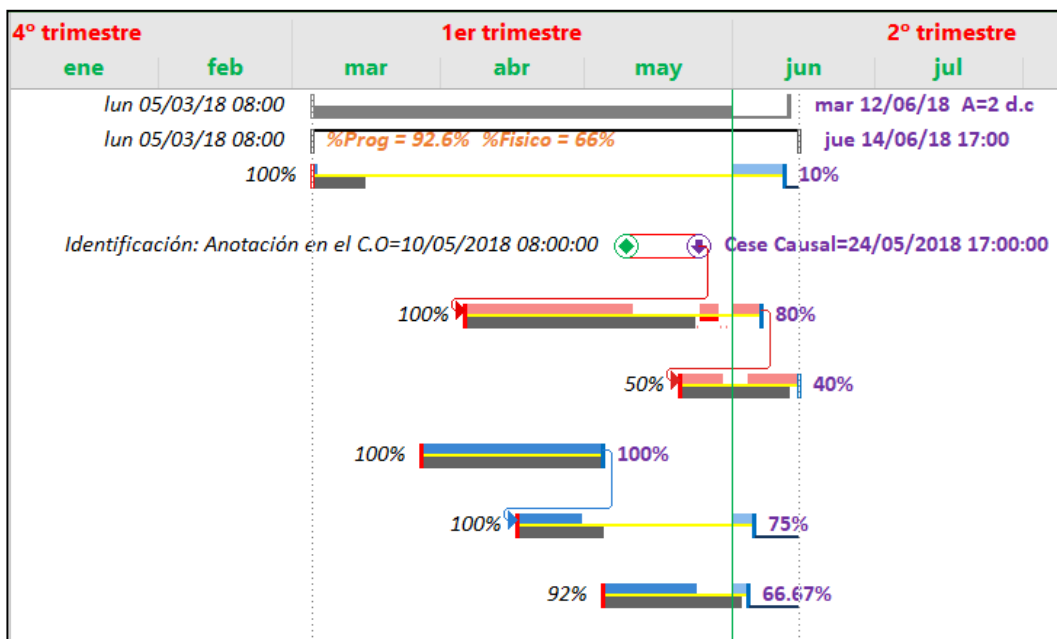


Figura N°3.38 Afectación del Atraso a una Partida no Crítica.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

De la Figura N°3.38, se observa la reprogramación y el impacto global del atraso. Ahora bien, la partida afectada muestra el avance previsto al momento de identificar la causal invocada que estará asociada a una posposición y además un avance físico después del cese hasta el mes próximo de la valorización que resulta ser menor al ritmo previsto, éste desperdicio de tiempo será descontado en la parte restante para su reprogramación y evaluación de la demora aplicando el modelo TIA.

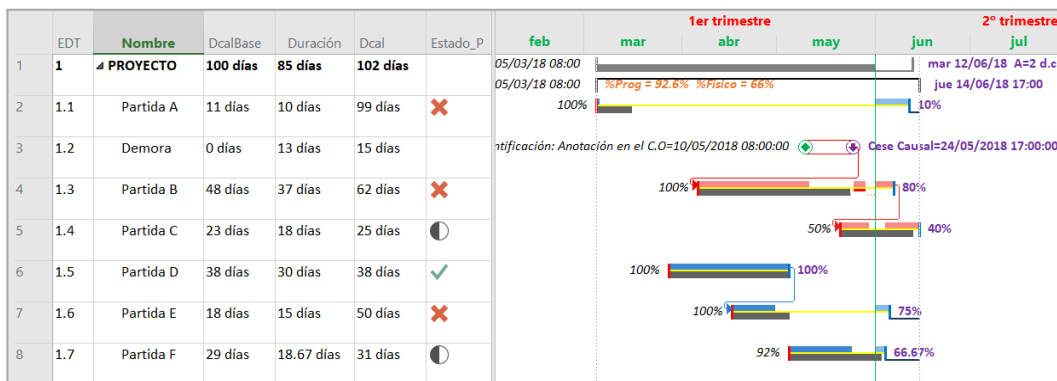


Figura N°3.39 Estado de las Partidas.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

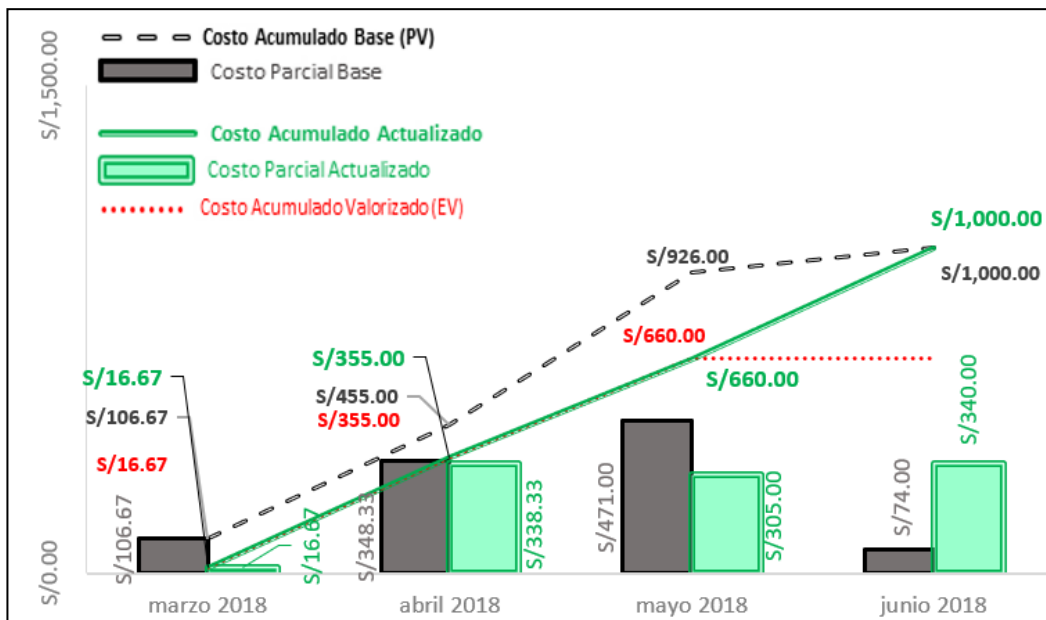


Figura N°3.40 Curva "S" Actualizado por Evento de Atraso.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

3.2.4. Atraso por Desabastecimiento de Material en el Mercado

Para la evaluación del atraso por desabastecimiento de algún material en el mercado, es necesario evaluar todas las partidas que se encuentren afectados por dicho material desabastecido, para poder realizar la reprogramación de la obra en la programación Gantt CPM, en función al saldo de obra.

Paso 01: Evaluar la forma y fondo de la Causal Invocada, debemos seguir el flujo de trabajo para el modelamiento y evaluación del atraso.

Paso 02: Simulación Programada a la Identificación o Inicio de causal Invocada.
Fecha de Anotación del contratista por intermedio del residente en el Cuaderno de Obra: vie 27/04/18 17:00.

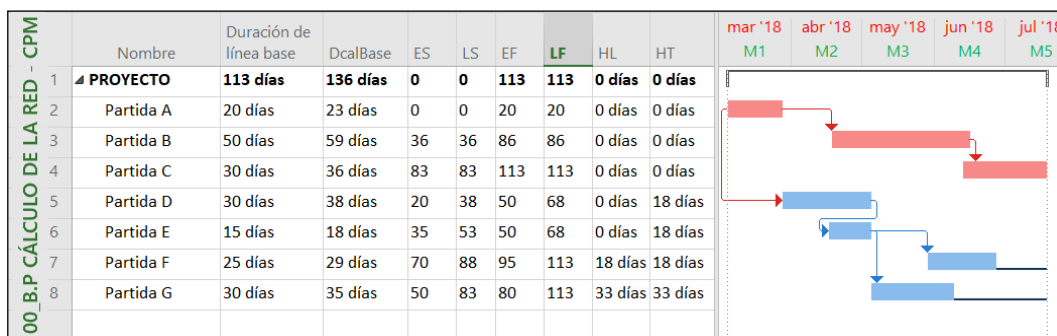


Figura N°3.41 Cálculo de la Red PDM Base.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

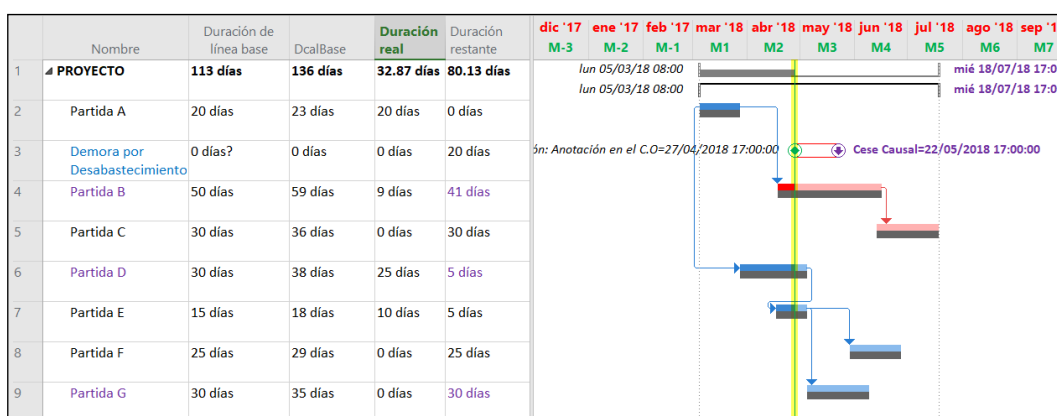


Figura N°3.42 Seguimiento en la Programación Gantt CPM.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Considerando que las partidas afectadas por el desabastecimiento de algún tipo de material son: Partida B, Partida D y Partida G. En la Figura N°3.46, se aprecia las partidas afectada parcialmente son: Partida B y Partida D.

EDT	Nombre del Partidas	CPTP	Valorizado
	▲ Costo Directo	S/719.33	719.33 soles
1.1	Partida A	S/300.00	300 soles
1.3	Partida B	S/36.00	36 soles
1.4	Partida C	S/0.00	0 soles
1.5	Partida D	S/250.00	250 soles
1.6	Partida E	S/133.33	133.33 soles
1.7	Partida F	S/0.00	0 soles
1.8	Partida G	S/0.00	0 soles

Figura N°3.43 Costos Programado del Proyecto la fecha de Identificación.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Paso 03: Modelamiento de la Demora, y Fecha de estado al Cese de la Causal Invocada. Con la duración de 20 días útiles y el calendario asignado al proyecto, se obtiene la fecha de cese de la causal invocada. Fecha de cese: mar 22/05/18.17:00.

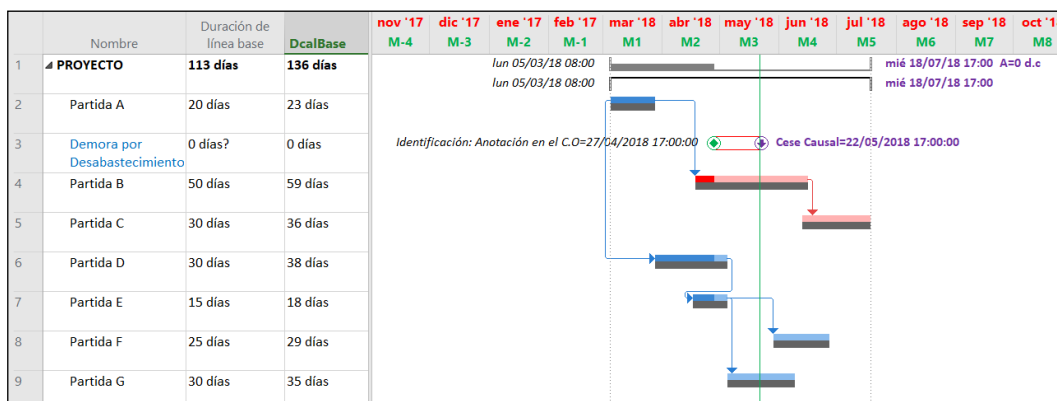


Figura N°3.44 Programación Gantt CPM base al Cese de la Causal.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

De la Figura N°3.44. Identificamos que la Partida G, también está afectada por el desabastecimiento del material al cese de la causal.

Las relaciones de precedencias de la demora con las partidas afectadas parcialmente son del tipo fin-comienzo, con posposiciones negativas, estas posposiciones se obtiene de la siguiente manera: duración real (duración programada a la fecha de corte) de las partidas a la fecha de identificación de la causal más duración en días útiles de la demora. Aplicando la formula, se tiene las siguientes relaciones de precedencia.

	EDT	Nombre	Duración	DcalBase	Predecesoras
1	1	PROYECTO	133 días	136 días	
2	1.1	Partida A	20 días	23 días	
3	1.2	Demora por Desabastecimiento	20 días	0 días	
4	1.3	Partida B	50 días	59 días	2FC+16 días;3FC-29 días
5	1.4	Partida C	30 días	36 días	4FC-3 días
6	1.5	Partida D	30 días	38 días	2CC+20 días;3FC-45 días
7	1.6	Partida E	15 días	18 días	6FC-15 días
8	1.7	Partida F	25 días	29 días	7FC+20 días
9	1.8	Partida G	30 días	35 días	7;3

Figura N°3.45 Precedencia por Desabastecimiento de Material.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Paso 04: Reprogramar las partidas afectadas con respecto a la fecha de estado al cese de la causal invocada y con los montos programado a la identificación de la causal.

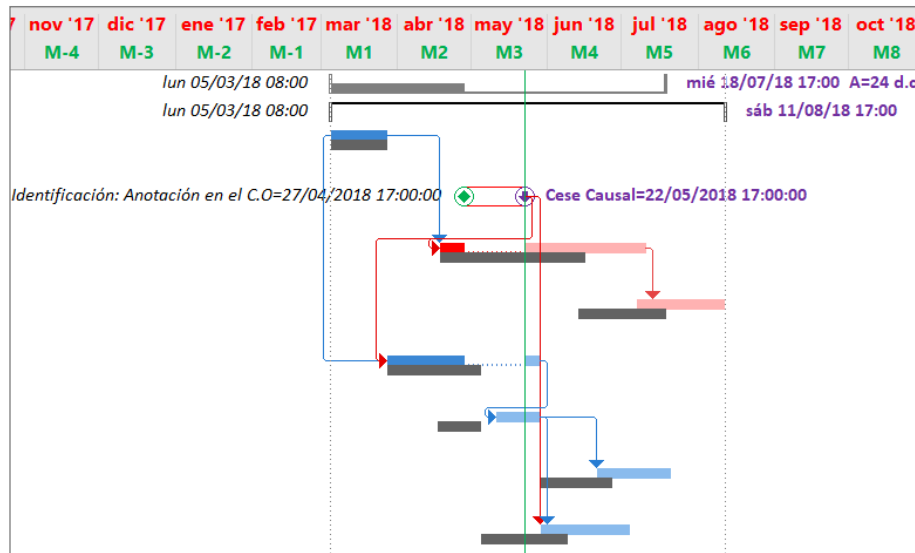


Figura N°3.46 Barras de Gantt al Cese de la Causal.
Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Paso 05: Simulación del % de Avance Programado a fin del mes próximo, sería al 31 de mayo 2018 e ingresar los montos acumulados valorizados para reprogramar las partidas usando el criterio de reprogramación.

i	EDT	Nombre del Partidas	CPTP	Valorizado	Detalles	1er trimestre			2º trimestre		
						mar	abr	may	jun	jul	ago
1		Costo Directo	S/1,367.33	930 soles	Costo de línea base	S/320.00	S/454.00	S/593.33	S/532.67	S/100.00	
					Costo	S/320.00	S/266.00	S/344.00	S/596.30	S/407.03	S/66.67
					CPTP	S/320.00	S/774.00	S/1,367.33			
					CRTR	S/320.00	S/586.00	S/930.00			
04.B.P. REPROGRAMAR SALDO DE OBRA	1.1	Partida A	S/300.00	300 soles		S/300.00					
						S/300.00					
						S/300.00	S/300.00	S/300.00			
						S/300.00					
	1.3	Partida B	S/148.00	50 soles			S/44.00	S/104.00	S/52.00		
							S/36.00	S/14.00	S/113.64	S/36.36	
							S/44.00	S/148.00			
							S/36.00	S/50.00			
	1.4	Partida C	S/0.00	0 soles					S/100.00	S/100.00	
										S/133.33	S/66.67
1.5	Partida D	S/300.00	300 soles			S/20.00	S/250.00	S/30.00			
						S/20.00	S/230.00	S/50.00			
						S/20.00	S/270.00	S/300.00			
						S/20.00	S/250.00	S/300.00			
1.6	Partida E	S/200.00	200 soles				S/160.00	S/40.00			
							S/160.00	S/200.00			
							S/200.00	S/200.00			
1.7	Partida F	S/36.00	0 soles					S/36.00	S/264.00		
								S/96.00	S/204.00		
								S/36.00			
1.8	Partida G	S/383.33	80 soles					S/383.33	S/116.67		
								S/80.00	S/386.67	S/33.33	
								S/383.33			
								S/80.00			

Figura N°3.47 Costo Acumulado a mayo 2018.
Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Paso 06: Modelamiento y Evaluación de del Atraso con Aplicación del modelo TIA.

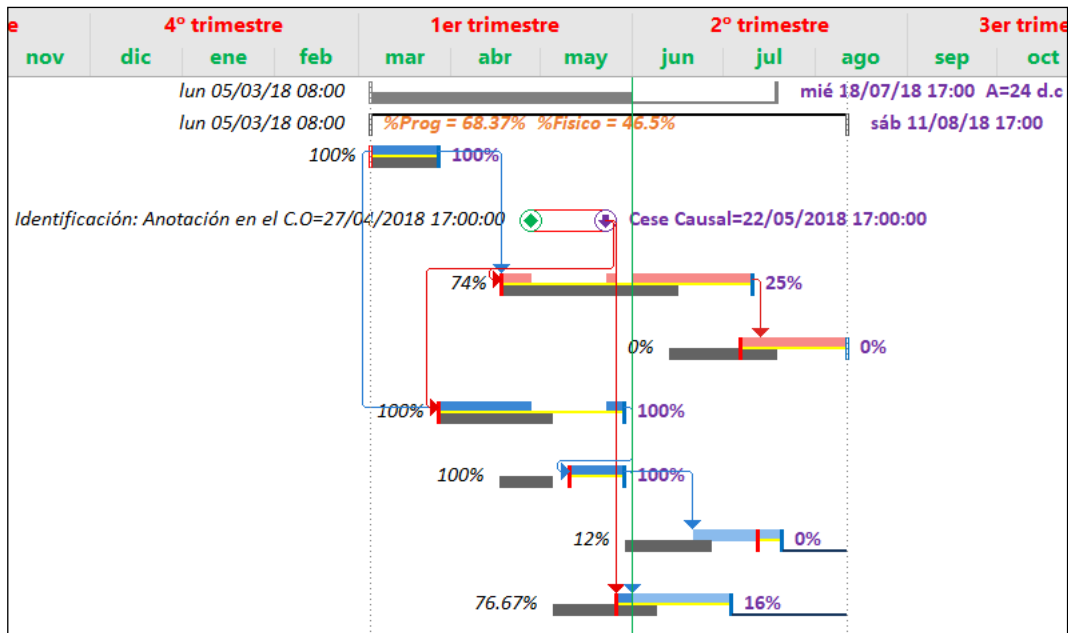


Figura N°3.48 Programación Actualizado por Desabastecimiento de Material.

Fuente: Elaboración propia

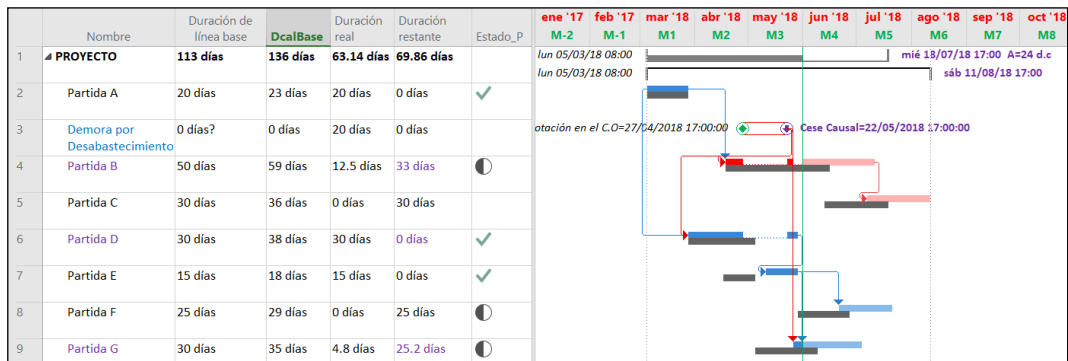


Figura N°3.49 Estado de las partidas.

Fuente: Elaboración propia

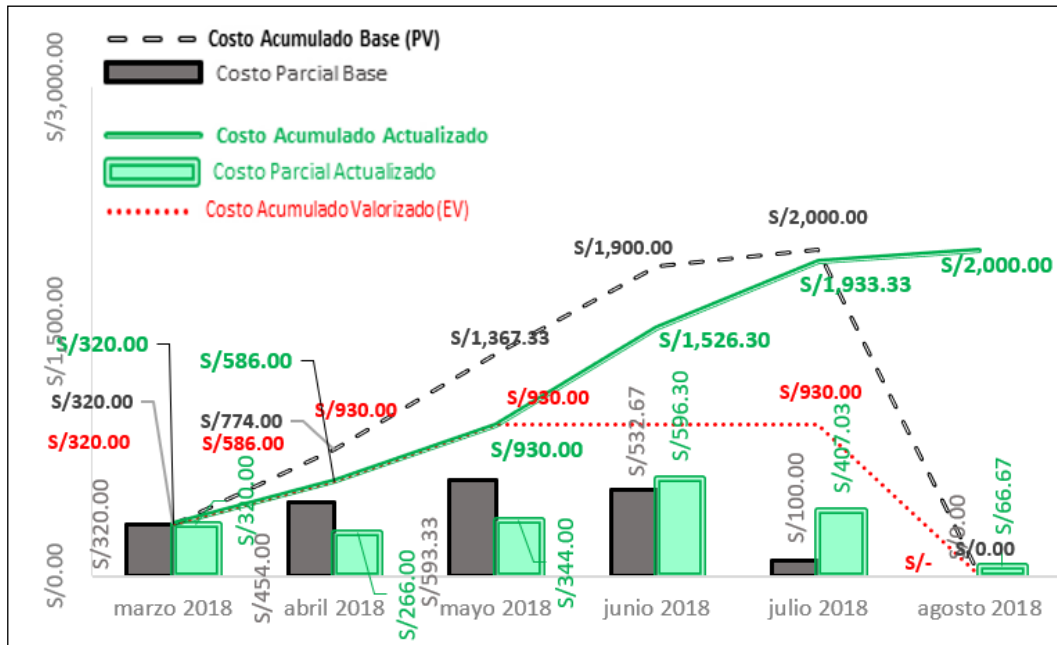


Figura N°3.50 Curva "S" Desabastecimiento de Material.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

3.2.5. Plazo Adicional para Ejecución del Adicional de Obra

Para el modelar y la evaluar la ampliación de plazo en la programación Gantt CPM de la obra principal por la prestación del adicional de obra, resulta necesario aplicar el flujo de trabajo para el modelamiento y evaluación del atraso en un proyecto de ejecución de obra.

Partir de la programación Gantt CPM de la obra principal luego modelar el evento Adicional de Obra N°01, con su inicio de ejecución y su duración planeada en días útiles.

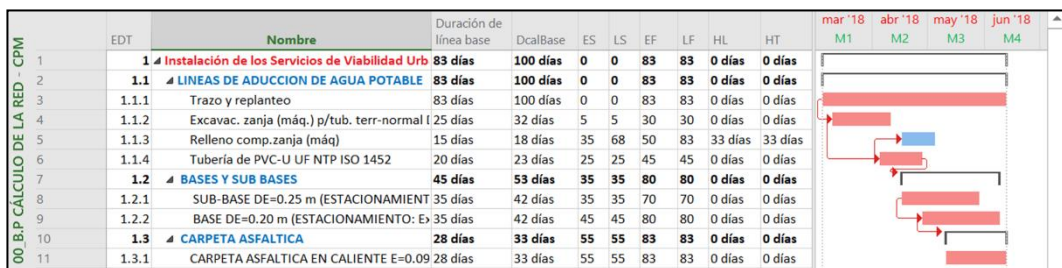


Figura N°3.51 Holgura, inicio y fin tempranos y tardíos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

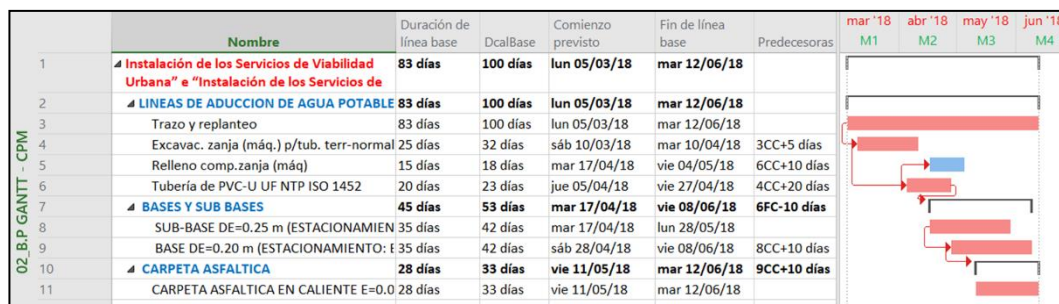


Figura N°3.52 Programación Gantt CPM del Proyecto Principal.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Resolución de ejecución del adicional N°01 emitida por la entidad fue el 10 de abril 2018, entonces el inicio de l-a causal invocada: 11 abril 2018.

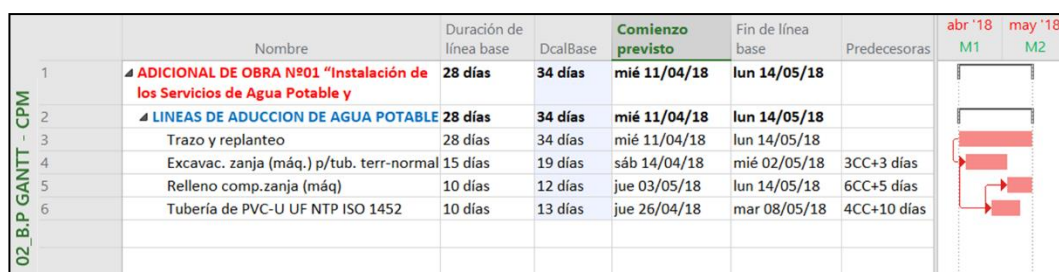


Figura N°3.53 Programación Gantt CPM del Adicional de Obra N°01.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Causal invocada la no ejecución de la partida SUB-BASE DE=0.25 m, debido a que falta la ejecución de las partidas: Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452, Relleno compactado zanja con máquina, contenida en la prestación del adicional N°01, aprobado con resolución Ministerial.

Se deduce que:

Inicio de la causal invocada: 11 abril 2018, duración de 28 días útiles

Fin de la causal invocada: 14 mayo 2018.

Es muy importante evaluar el estado de las partidas, en la programación Gantt CPM del proyecto de la obra principal, para posteriormente evaluar la demora.

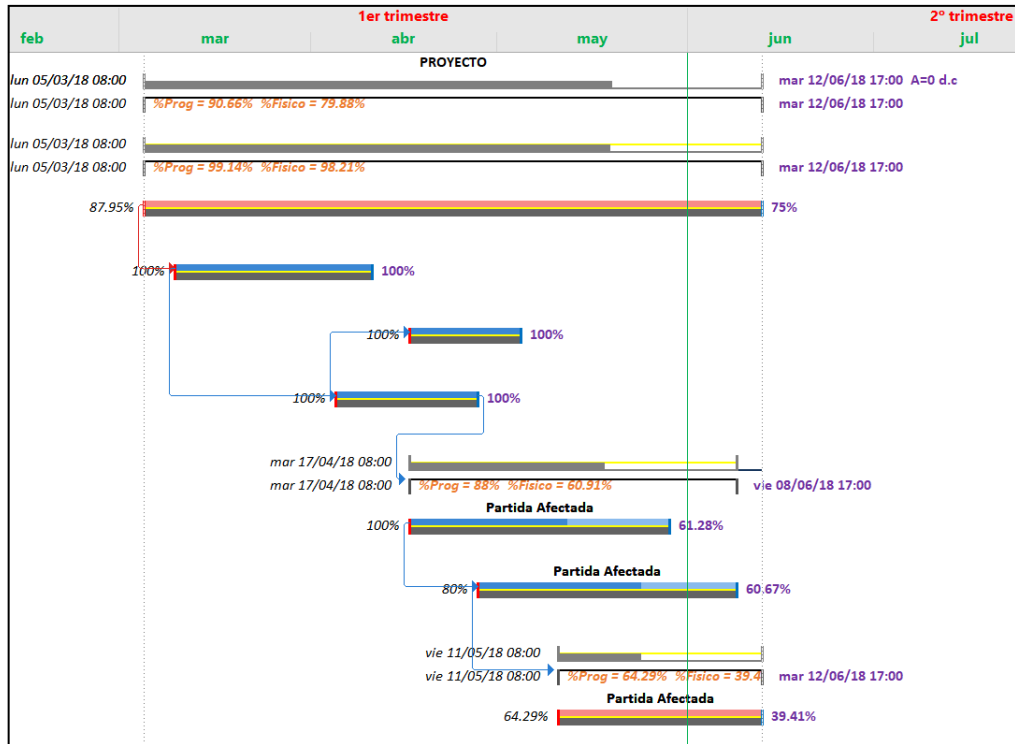


Figura N°3.54 Estado de la Obra principal.
 Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

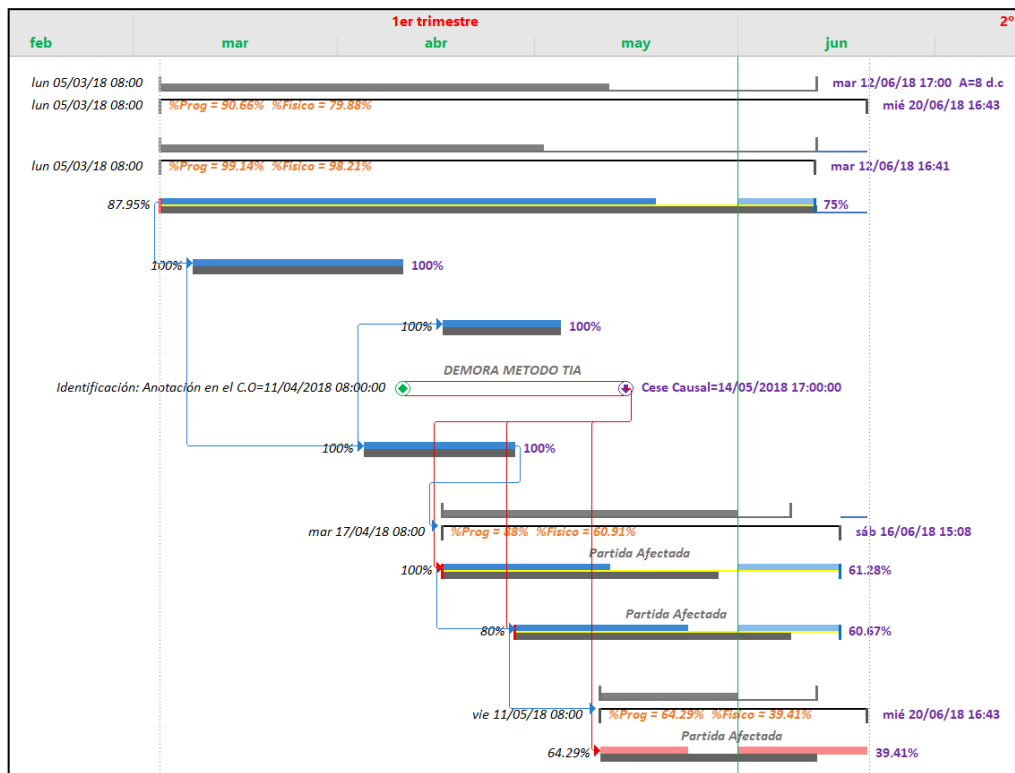


Figura N°3.55 Demora por ejecución de la prestación del adicional.
 Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

De la Figura N°3.55, se aprecia el modelamiento y evaluación del atraso por la prestación del adicional N°01, mediante el método TIA en la programación Gantt CPM, para calcular la ampliación de plazo, calculando una ampliación de plazo de 8 días calendarios.

i	EDT	Nombre del Partidas	CPTP	Valorizado	Detalles	1er trimestre			2º trimestre
						mar	abr	may	jun
1		Costo Directo	S/208,509.47	183,721 soles	Costo de línea base	S/50,250.60	S/89,983.48	S/68,275.39	S/21,490.53
					Costo	S/50,250.60	S/89,983.50	S/43,486.89	S/46,279.00
					CPTP	S/50,250.60	S/140,234.08	S/208,509.47	
					CRTR	S/50,250.60	S/140,234.11	S/183,721.00	
	1.1.1	Trazo y replanteo	S/8,795.18	7,500 soles		S/2,650.60	S/3,012.05	S/3,132.53	S/1,204.82
						S/2,650.60	S/3,012.05	S/1,837.35	S/2,500.00
						S/2,650.60	S/5,662.65	S/8,795.18	
						S/2,650.60	S/5,662.65	S/7,500.00	
	1.1.2	Excavac. zanja (máq.	S/70,000.00	70,000 soles		S/47,600.00	S/22,400.00		
						S/47,600.00	S/22,400.00		
						S/47,600.00	S/70,000.00	S/70,000.00	
						S/47,600.00	S/70,000.00	S/70,000.00	
	1.1.3	Relleno comp.zanja (	S/20,000.00	20,000 soles			S/16,000.00	S/4,000.00	
							S/16,000.00	S/4,000.00	
							S/16,000.00	S/20,000.00	
							S/16,000.00	S/20,000.00	
	1.1.4	Tubería de PVC-U UF	S/40,000.00	40,000 soles			S/40,000.00		
							S/40,000.00		
							S/40,000.00	S/40,000.00	
	1.2.1	SUB-BASE DE=0.25 r	S/20,000.00	12,256 soles			S/6,857.14	S/13,142.86	
							S/6,857.17	S/5,398.83	S/7,744.00
							S/6,857.14	S/20,000.00	
							S/6,857.17	S/12,256.00	
	1.2.2	BASE DE=0.20 m (ES	S/24,000.00	18,200 soles			S/1,714.29	S/22,285.71	S/6,000.00
							S/1,714.29	S/16,485.71	S/11,800.00
							S/1,714.29	S/24,000.00	
							S/1,714.29	S/18,200.00	
	1.3.1	CARPETA ASFALTICA	S/25,714.29	15,765 soles				S/25,714.29	S/14,285.71
								S/15,765.00	S/24,235.00
								S/25,714.29	
								S/15,765.00	

Figura N°3.56 Costo Reprogramado en función al saldo de Obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

De la misma forma se puede aplicar para calcular el plazo adicional para ejecución de los mayores metrados o trabajos complementarios.

3.2.6. Actualización por Evento de Paralización de Obra

Para modelar y evaluar la ampliación de plazo por paralización en la etapa de ejecución de obra, es necesario realizar el acelerado de obra estableciendo la fecha de corte para la simulación prevista al inicio de la causal invocada es decir a la fecha de inicio de la paralización de obra.

Para obtener la programación Gantt CPM actualizado por evento de una paralización, debemos partir de la línea base del proyecto.

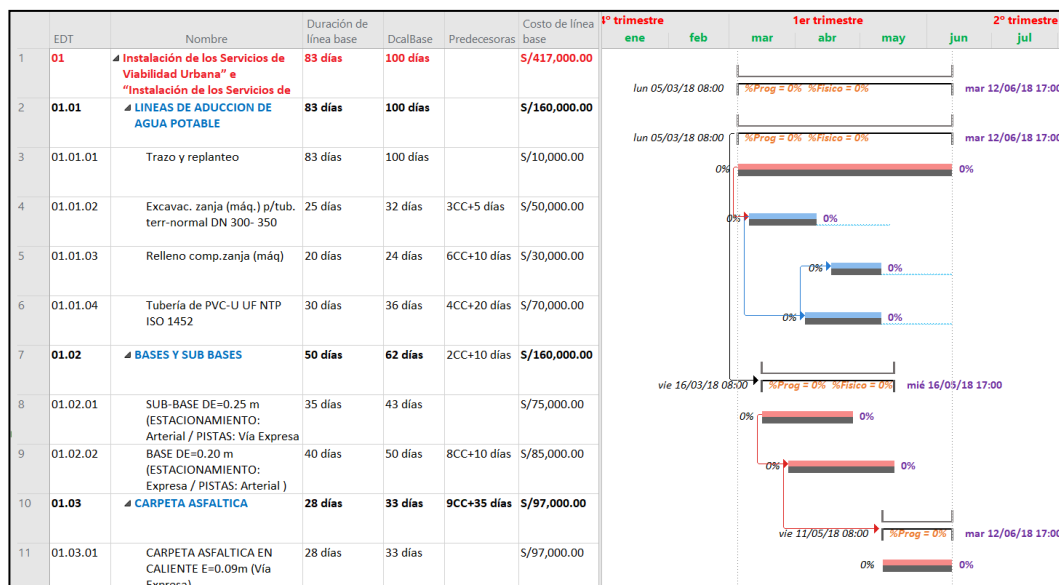


Figura N°3.57 Programación línea base.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Realizar la simulación hasta la fecha de inicio de la causal invocada: 30 de abril 2018. Ingresar los montos valorizados hasta está fecha de inicio de la causal.

i	EDT	Nombre del Partidas	PV=CPTP	Valorizado EV =CRTR	SPIv
1		▲ Costo Directo	S/257,370.98	190,662.65 soles	0.74
	01.01.0.	Trazo y replanteo	S/5,662.65	5,662.65 soles	
	01.01.0.	Excavac. zanja (máq.	S/50,000.00	35,000 soles	
	01.01.0.	Relleno comp.zanja (	S/18,000.00	10,000 soles	
	01.01.0.	Tubería de PVC-U UF	S/51,333.33	40,000 soles	
	01.02.0.	SUB-BASE DE=0.25 n	S/75,000.00	65,000 soles	
	01.02.0.	BASE DE=0.20 m (ES:	S/57,375.00	35,000 soles	
	01.03.0.	CARPETA ASFALTICA	S/0.00	0 soles	

Figura N°3.58 Valorización al inicio de la causal 30 de abril 2018.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

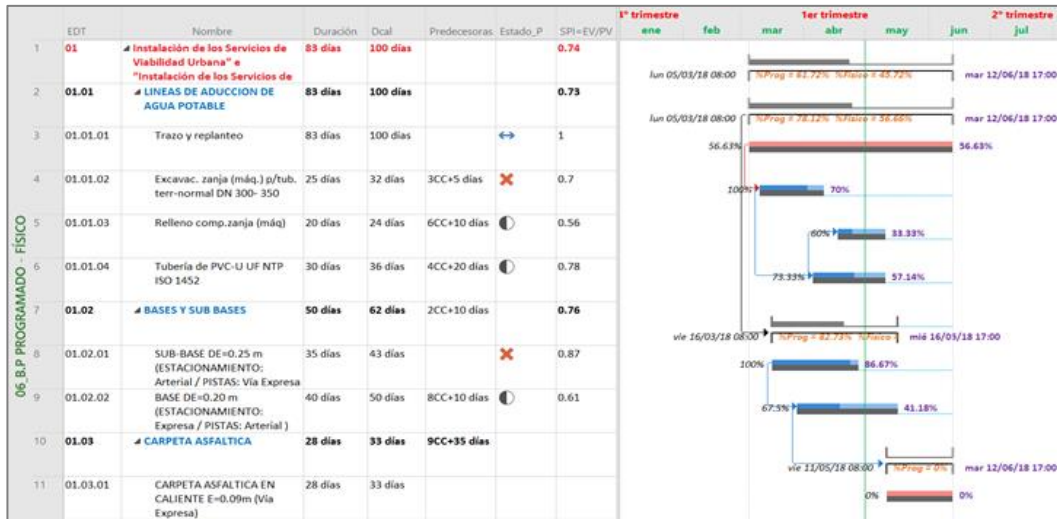


Figura N°3.59 Estado, abril de 2018.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Reprogramando todas las partidas usando el criterio descrita en la Figura N°3.13
 Casos para Reprogramar las partidas usando Software MsProject.

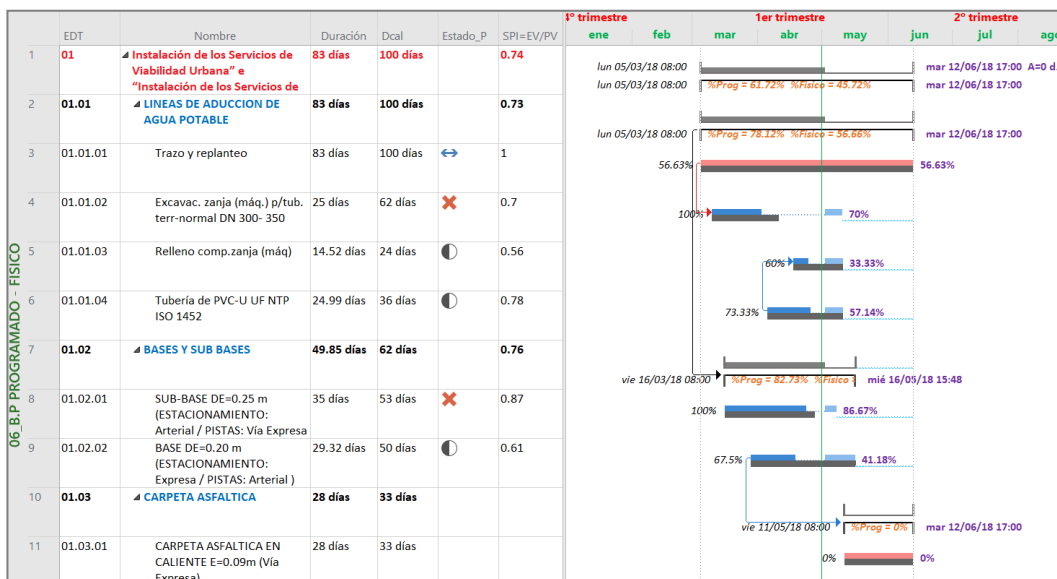


Figura N°3.60 Reprogramación Gantt CPM.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Luego ingresar el cálculo del tiempo restante en el campo duración restante en el Software MsProject, se tiene: Figura N°3.60 Reprogramación Gantt CPM Actualizado Figura N°3.61 Curva “S” de costo Reprogramado-Acelerado.

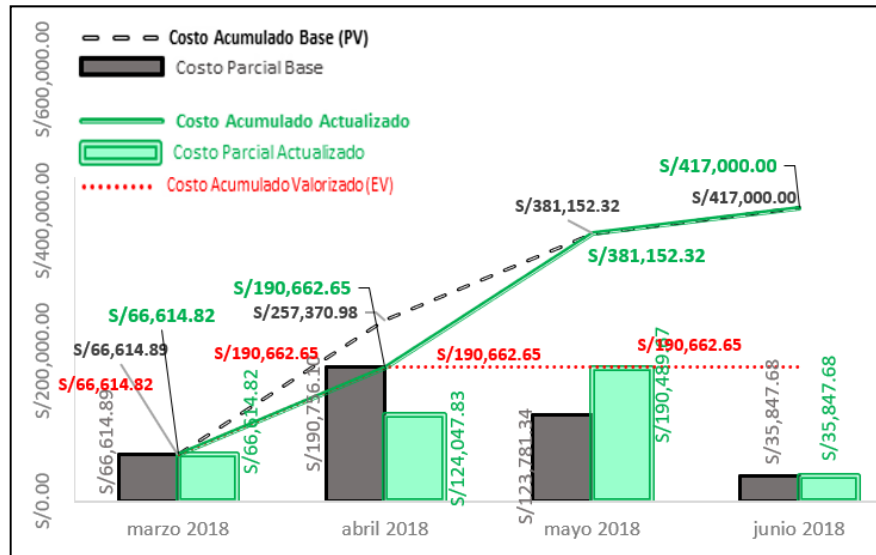


Figura N°3.61 Curva “S” de Costos Reprogramado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Finalmente para modelar el evento de paralización, mover la fecha de estado al fin de la causal: jue 31/05/18 17:00 y posponer todas las partidas por ejecutar después de esta fecha de cese de la causal.

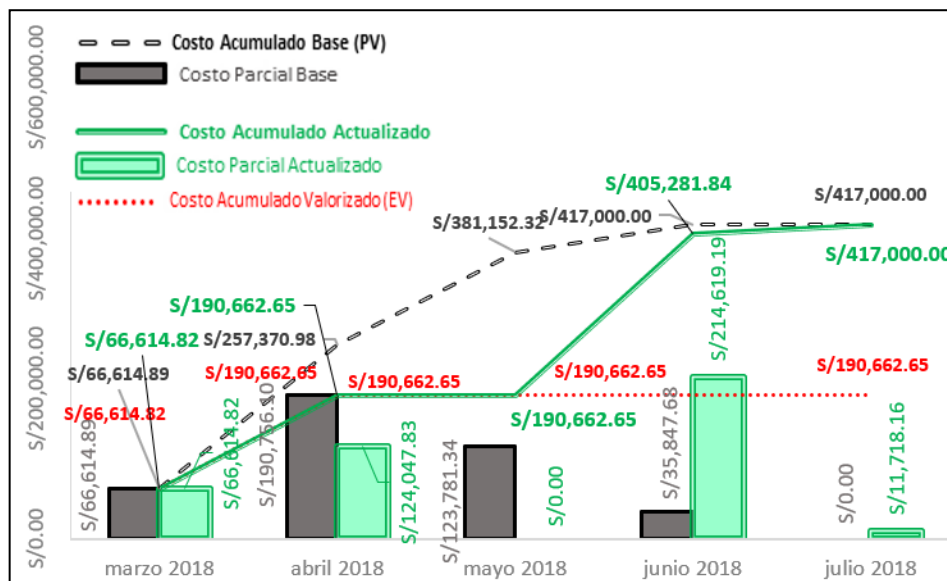


Figura N°3.62 Curvas “S” de Costos planeado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.



Figura N°3.63 Gantt CPM por Evento de Paralización.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

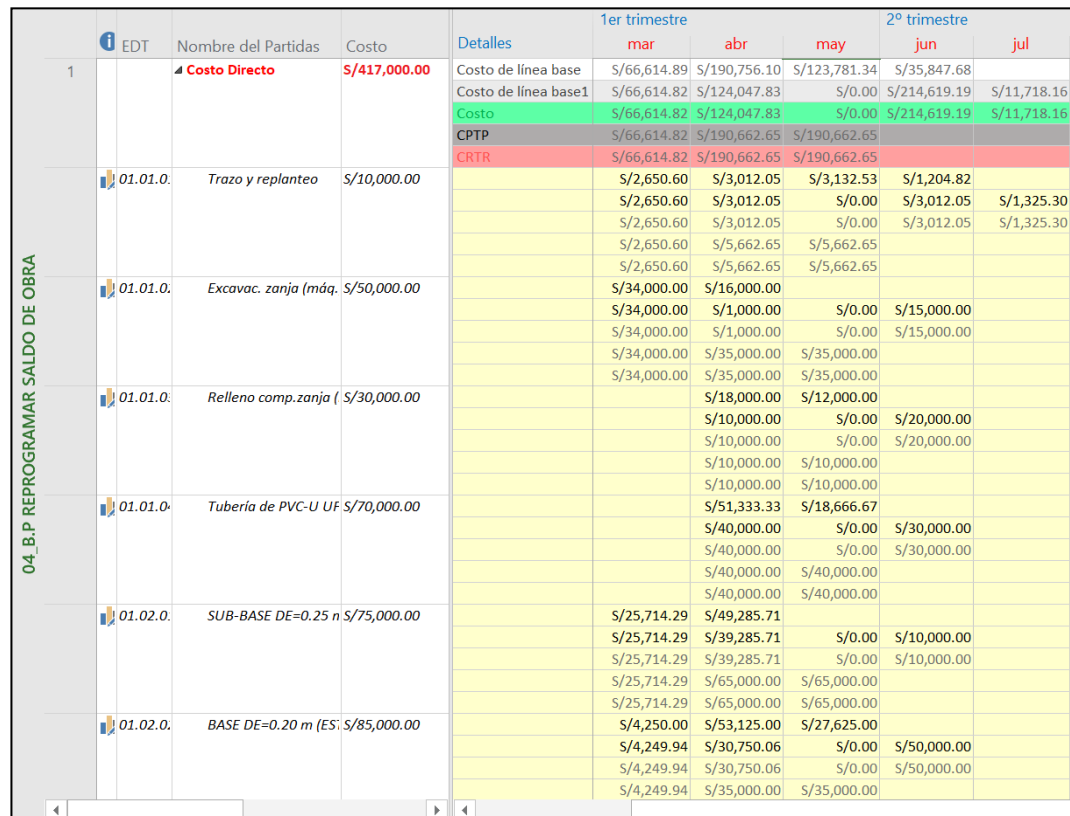


Figura N°3.64 Cronograma Valorizado por Paralización.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

3.3. DIRECTIVA PARA AMPLIACIONES DE PLAZO

La siguiente directiva tienen por finalidad precisar el procedimiento para presentar el acelerado de obra, reprogramar la paralización de obra modelar y evaluar la ampliación de plazo por atrasos no atribuible al contratista aplicando la metodología CPM, establecido en el reglamento de la ley de contrataciones con el estado.

DIRECTIVA GENERAL N°000-2019-001

NORMAS PARA LA MODELAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LA DEMORA EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DE OBRA

I. FINALIDAD

Calcular la ampliación de plazo en la etapa de ejecución mediante modelamiento y evaluación de la demora por causas no atribuible al contratista.

II. OBJETIVO

Modelar y evaluar la demora en la etapa de ejecución de obra usando la metodología aditiva TIA en la programación Gantt CPM, considerando el dinamismo al usar el porcentaje físico de avance valorizado y criterios de eficiencia en la reprogramación de todas las partidas para estimar la ampliación de plazo.

III. ALCANCE:

La presente directiva es de obligatorio cumplimiento para todas las dependencias del gobierno central que ejecutan obras públicas con dependencia en ministerios públicos, gobiernos regionales y locales.

IV. RESPONSABILIDAD:

La oficina de gerencia de proyectos y obras de la entidad pública que se beneficiaria de la obra pública responsable de la supervisión del cumplimiento de la presente directiva, de acuerdo con los establecido por el Decreto Supremo N°0822019-EF.

V. PROCEDIMIENTOS:

Aplicar el flujo de trabajo para el modelamiento y evaluación de la demora en la etapa de ejecución de obra. Para reprogramar todas las partidas del proyecto en función al saldo de obra usar los siguientes criterios:

a) Criterios para reprogramar las barras Gantt de las partidas del proyecto.

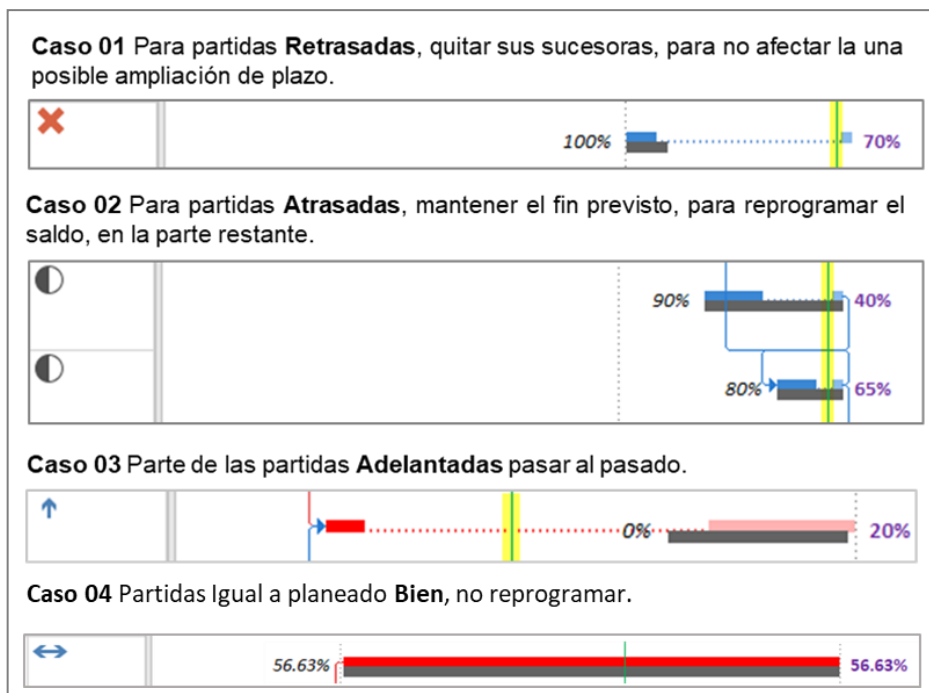


Figura N°3.65 Criterio de reprogramación de partidas.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

b) Programación Gantt CPM del Acelerado de Obra

Para reprogramar el acelerado de obra se parte de la programación Gantt CPM base vigente con costos directo asignado a sus partidas establecido como línea base para poder simular el avance planeado de costos acumulados al fin del periodo de la valorización donde el contratista cae en un atraso injustificado estableciendo esto como fecha de corte de la situación de avance, ahora se debe ingresar al software MsProject los costos acumulados valorizados para reprogramar el saldo de obra. Reprogramar todas las partidas usando el criterio de reprogramación descrita en la Figura N°3.57. Como último paso es importante estimar el tiempo restante manteniendo el fin planeado o previsto usando el Software Msproject.

Tiempo restante =

$$\text{Val}([\text{Duración restante}]/480 - ((\text{DateValue}([\text{Fin}]) - \text{DateValue}([\text{Fin previsto}])) + (\text{Hour}([\text{Fin}] - \text{Hour}([\text{Fin previsto}]))/8 + (\text{Minute}([\text{Fin}]) - \text{Minute}([\text{Fin previsto}]))/480 + (\text{Second}([\text{Fin}] - \text{Second}([\text{Fin previsto}]))/28800) - 15/100$$

Mostrar la duración en días calendario de las partidas del proyecto crear un campo personalizado del tipo duración en el software MsProject, con la siguiente formula:

Dcal =

$$\text{IIf}([\text{Duración}] = 0; 0; (\text{DateValue}([\text{Fin}]) - \text{DateValue}([\text{Comienzo}]) + 1) * 480)$$

Ingresar estos valores al campo propio del software MsProject llamado duración restante; obteniendo de esta manera la programación Gantt CPM acelerado en función al saldo de obra.

Para el Modelamiento y Evaluación de la Demora en la Etapa de Ejecución:

- i. Reprogramar la paralización de obra en función al saldo de obra y los días calendarios paralizado

Para modelar y evaluar la ampliación de plazo por paralización en la etapa de ejecución de obra, es necesario realizar la actualización de la programación de obra estableciendo la fecha de corte para la simulación prevista al inicio de la causal invocada es decir a la fecha de inicio de la paralización de obra y reprogramar todas las partidas usando el criterio descrita en la Figura N°3.57. Luego ingresar el cálculo del tiempo restante en el campo duración restante del Software MsProject, finalmente mover la fecha de estado al fin de la causal y posponer todas las partidas por ejecutar después de la fecha de cese de la causal, obteniendo la ampliación de plazo igual a los días paralizados en obra, esto es siempre así siempre y cuando no se dé una reducción de la ruta crítica.

- ii. En caso que el evento de demora es un atraso por causa no atribuible al contratista

Es necesario realizar la programación Gantt CPM acelerado de obra con fecha de corte al periodo de la valorización de obra que incluya a la fecha fin parcial o del cese de la causal invocada, proceder a reprogramar todas las tareas con excepción de las partidas afectadas por evento de atraso es decir las partidas afectada todavía no se deben ser reprogramados, ahora modelar el evento de

demora usando el método aditivo TIA del evento de atraso insertando una barra de Gantt con fecha de inicio igual a la fecha de identificación de la causal invocada y fecha fin igual a la fecha de cese de la causal invocada dentro de la programación Gantt CPM vigente, ahora procede a realizar la vinculación del evento de demora con las partidas afectadas usando la relación de precedencia fin-comienzo con posposición de cero días, como último paso reprogramar las partidas afectadas después del periodo de las valorizaciones para evaluar el impacto de la ruta crítica del proyecto.

VI. CRONOGRAMA

Hay que revisar como referencia los plazos que se estipulan en el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

VII. CONTROL Y EVALUACIÓN

Control y evaluación debe ser revisado por el supervisor de obra y un profesional competente que trabaje en la oficina técnica de la gerencia de proyecto y obras de la entidad pública.

VIII. BASE LEGAL:

- Ley N°30225 Ley de Contrataciones del Estado.
- Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado vigente.
- Código Civil (Decreto Legislativo N° 295).
- Ley de Procedimiento Administrativo General (Ley N° 27444) vigente.
- Ley General de Arbitraje (Ley N° 26572).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA LÍNEA DEL TIEMPO DE LOS HECHOS**4.1. EVALUACIÓN DE LA LINEA DEL TIEMPO**

En este capítulo se analizará casos de peritaje.

CASO 01

Análisis de las ampliaciones de plazo suscitados en la ejecución de la Obra: "Instalación de los Servicios de Viabilidad Urbana e Instalación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado" en la Nueva Ciudad de Olmos, Distrito de Olmos, Provincia Lambayeque, Región Lambayeque.

Tabla N°4.1 Datos Nueva Ciudad de Olmos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Descripción	Detalle
Resolución de aprobación de E.T.	Resolución Directoral N°058-2017-Vivienda/VMVN-PNC
Fecha de aprobación del E.T. Fecha de aprobación del E.T.	05 de mayo 2017
Licitación Pública Internacional	N°2401-2015/PEOC/15/96128/2401
Modalidad	Concurso Oferta
Sistema de Contratación	Suma Alzada
Contratista	Consorcio Nuevo Olmos, integrado por Obras de Ingeniería S.A. Superconcreto del Perú S.A. Lycons SRL. JRN Consultores S.A.
Monto del Contrato	S/. 272'632,321.14 incluido I.G.V.
Fecha de suscripción del contrato	29 de abril 2016
Resolución Directoral N° 1693-2016	21 dic 2016, Autorización de ejecución de prestación Adicional 01
Adelanto Directo	S/. 54'526,464.23 incluido I.G.V.
Fecha de entrega del terreno	09 de mayo 2017
Plazo de ejecución de obra Plazo	365 días calendario
Fecha de inicio de Obra	10 de mayo del 2017

La controversia está en la solicitud de ampliación de plazo N°09 por la Prestación del Adicional N°01 "Instalación de Colectores Secundarios".

Tabla N°4.2 Eventos Acontecidos en la Nueva Ciudad de Olmos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Descripción	Detalle
RD N°120-2017	19 de Dic 2017 (Aprobación Exp Tec Prestación Adicional N°01, Colectores Secundarios)
Fecha de primera suspensión de obra	12 de abril del 2018 (Cartas 427-2018-VIVIENDA/OGA-OACP).
Fecha en el que se declara procedente en parte la ampliación de plazo N°06	08 de mayo del 2018 (Resolución Directoral N°175-2018-VIVIENDA/OGA-OACP)
Fecha de término Contrato Original	09 de mayo del 2018
Fecha en la que se declara procedente en parte la ampliación de plazo N°04	11 de mayo del 2018 (Resolución Directoral N°133-2018-VIVIENDA/OGA-OACP).
Fecha de término del Contrato con la ampliación N°06 (3días calendario)	12 de mayo del 2018
Fecha de autorización de ejecución de adicional N°01	13 de mayo del 2018
Fecha de reinicio de obra	25 de junio del 2018
Fecha de solicitud de ampliación de plazo N°09	23 de julio de 2018 (Resolución Directoral 316-2018-VIVIENDA/OGA-OACP).
Fecha de término de contrato al reinicio de actividades de ejecución de obra	24 de julio 2018
Fecha de solicitud de arbitraje	14 de agosto del 2018.
Fecha de término de contrato con la ampliación N°09 (93 días calendario)	25 de octubre del 2018
Fecha de la segunda suspensión de obra	19 de octubre del 2018
Fecha de reinicio de obra	12 de diciembre del 2018
Fecha de término del contrato con la ampliación N°09 (93 días calendario)	18 de diciembre del 2018
Fecha de término de obra-según reinicio 2da suspensión	18 de diciembre del 2018
Plazo otorgado según resolución N°07 – cuaderno cautelar	97 días calendario
Fecha actual de termino de Obra	25 de marzo del 2019

Durante la ejecución de la OBRA, el CONSORCIO NUEVO OLMOS tramito 07 Ampliaciones de Plazo, para la obra siendo aprobadas 96 días calendarios.

Tabla N°4.3 Solicitudes de Ampliación de Plazo Nueva Ciudad de Olmos.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

A.P. N°	Resolución Directoral	Fecha	Días otorgados
05	N°148-2018-VIVIENDA-OGA	17/04/2018	0
06	N°175-2018-VIVIENDA-OGA	08/05/2018	03
09	N°316-2018-VIVIENDA-OGA	23/07/2018	93
10	N°475-2018-VIVIENDA-OGA	29/10/2018	0
15	N°001-2019-VIVIENDA-OGA	03/01/2019	0
16	N°003-2019-VIVIENDA-OGA	03/01/2019	0
18	N°122-2019-VIVIENDA-OGA	26/04/2019	0

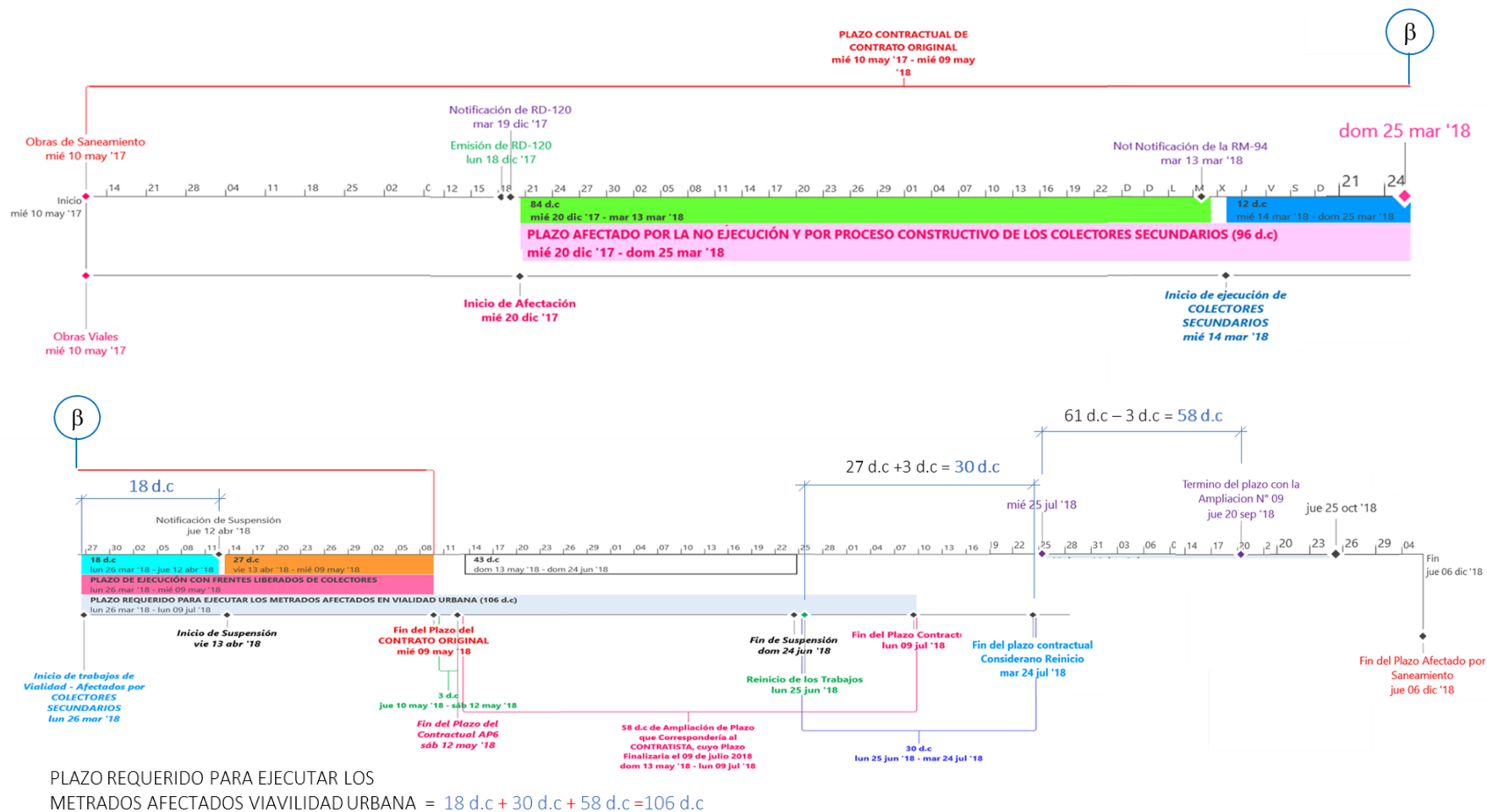


Figura N°4.1 Línea de Tiempo para Evaluación del Atraso por la Prestación del Adicional N°01.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Nota 1.- La resolución Directoral N°120-2017-VIVIENDA/VMVU-PNC de fecha 18/12/2017 y notificada al Contratista el 19/12/2017 Con oficio N°799 2017/VIVIENDA -VMVU/PNC, Con el cual se aprueba el Expediente técnico de la prestación adicional N°01 "Instalación de Colectores Secundarios".

Nota 2.- Con Resolución Ministerial N°094-2018-VIVIENDA. De fecha 13.03.18 la Entidad resuelve autorizar la ejecución de la Prestación Adicional N°01. Para iniciar los trabajos de Vialidad afectados, tomamos como referencia el programa de Ejecución de Obra Vigente de Colectores Secundarios y que por proceso constructivo debe ser posterior al inicio de los trabajos de Relleno compactado de zanja (13.02.01.02.12 al 21), ello equivale a 12 días calendarios.

Nota 3.- Mediante Carta N°427-2018-VIVIENDA/OGA-OACP de fecha 12 de abril la Entidad comunica la suspensión de los trabajos del Proyecto "Instalación de los servicios de Vialidad Urbana". De acuerdo a la evaluación, de los metrados de las partidas afectadas por los colectores secundarios es de 106 días calendarios.

Nota 4.- Mediante Carta N°747-2018-VIVIENDA-OGA-OACP de fecha 20 de junio de 2018 la Entidad comunica el Reinicio de Actividades en la ejecución del proyecto de "Instalación de los servicios de Vialidad Urbana" a partir del 25 de junio del 2018.

Resolución Directoral N°175-2018/VIVIENDA-OGA de fecha 08/05/2018 que resuelve otorgar 3 días de Ampliación de Plazo.

Nota 5.- Por lo tanto, de acuerdo a la Figura 4.1 Línea de Tiempo para Evaluación del Atraso por la Prestación del Adicional N°01 "Instalación de Colectores Secundarios". El plazo afectado por la no ejecución y por proceso constructivo de los Colectores Secundarios es de 61 días calendarios, considerando lo descrito en la Nota 4, tenemos finalmente que la ampliación de plazo será de: $61 - 3 = 58$ días calendarios.

Nota 6.- Con la ampliación de plazo que se debería otorgar de 58 días calendarios, la nueva fecha contractual de termino de obra será el 20/09/18.

CASO 02

Análisis de las ampliaciones de plazo debido al deductivo vinculante sistema de media tensión del proyecto ejecutado del colegio emblemático: ADECUACIÓN, MEJORAMIENTO Y SUSTITUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E. TORIBIO CASANOVA.

Tabla N°4.4 Datos de Obra Toribio Casanova.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

FICHA DE IDENTIFICACION DE LA OBRA	
1 Local	: I.E. TORIBIO CASANOVA
2 Ubicación: Departamento	: Cajamarca
Provincia	: Cutervo
Distrito	: Cutervo
Localidad	: Cutervo
Área Geográfica	: 1
3 Obra	: ADECUACIÓN, MEJORAMIENTO Y SUSTITUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E. TORIBIO CASANOVA
4 Contratista	: CONTRATAS E INGENIERÍA S.A. Sucursal del Perú
5 Financiamiento	: Recursos Ordinarios
6 Proyecto No.	:
7 Licitación Pública Nacional	: LP 005-2014 MINEDU/UE 108
8 Modalidad de Ejecución	: Suma Alzada
9 IGV y Fecha	: S/. 21,786,098.82
10 Presupuesto base, con y Fecha	: S/. 18,307,646.07
11 Contrato No. y fecha	: 005-2014-MINEDU/VMGI- PRONIED
12 Monto del contrato, con IGV	: S/. 19,607,488.94
13 Monto del contrato, sin IGV	: S/. 16,616,516.05
14 Plazo de ejecución de obra, en días calendario	: 360

Tabla N°4.5 Solicitudes de Ampliaciones de Plazo Tramitadas.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

SOLICITUDES DE AMPLIACIONES DE PLAZO TRAMITADAS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA: ADECUACIÓN, MEJORAMIENTO Y SUSTITUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DE LA I.E. TORIBIO CASANOVA						
CONTRATO N°005-2014-MINEDU/VMGI-PRONIED			PLAZO DE EJECUCIÓN D.C. = 360	FECHA INICIO CONTRAC. = 15/10/14		FECHA DE TÉRMINO CONTRAC. = 09/10/15
SOLICITUD DE AMPLIACIÓN DE PLAZO	DÍAS SOLICITADOS	DÍAS OTORGADOS	RESOLUCIÓN DIRECTORAL O JEFATURAL	FECHA DE LA RESOLUCIÓN	NUEVA FECHA DE TÉRMINO	CAUSAL DE LA SOLICITUD DE AMPLIACIÓN
Solicitud N°01	7	0	RDE N°058-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	06/03/2015	09/10/2015	Declarado Improcedente
Solicitud N°02	96	0	RDE N°163-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	27/05/2015	09/10/2015	Declarado Improcedente
Solicitud N°03	90	0	RDE N°194-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	19/06/2015	09/10/2015	Declarado Improcedente
Solicitud N°04	151	0	RDE N°263-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	20/08/2015	09/10/2015	Declarado Improcedente
Solicitud N°05	123	15	RDE N°342-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	13/10/2015	24/10/2015	Por la no entrega del Expediente Técnico del Sistema de Medio Tensión
Solicitud N°06	42	0	RDE N°343-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	13/10/2015	24/10/2015	Declarado Improcedente
Solicitud N°07	8	0	RDE N°370-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	30/10/2015	24/10/2015	Declarado Improcedente
Solicitud N°08	143	0	RDE N°395-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	13/11/2015	24/10/2015	Declarado Improcedente
Solicitud N°09	157	89	RDE N°396-2015-MINEDU/VMGI-PRONIED	13/11/2015	21/01/2016	Ejecución del presupuesto Adicional de Obra N°01 que afecta la Ruta Crítica
Solicitud N°10	75	75	RDE N°056-2016-MINEDU/VMGI-PRONIED	09/02/2016	05/04/2016	Ejecución del presupuesto Adicional de Obra N°02 que afecta la Ruta Crítica
Solicitud N°11	84	84	RDE N°170-2016-MINEDU/VMGI-PRONIED	25/04/2016	28/06/2016	Ejecución del presupuesto Adicional de Obra N°03 que afecta la Ruta Crítica
Solicitud N°12	55	55	RDE N°278-2016-MINEDU/VMGI-PRONIED	14/07/2016	22/08/2016	Ejecución del presupuesto Adicional de Obra N°04 que afecta la Ruta Crítica
Solicitud N°13	55	0	RDE N°280-2016-MINEDU/VMGI-PRONIED	18/07/2016	22/08/2016	Declarado Improcedente
Solicitud N°14	90	0	RJ N°089-2016-MINEDU/VMGI-PRONIED-UGEO	09/09/2016	22/08/2016	Declarado Improcedente
Solicitud N°15	21	21	RJ N°090-2016-MINEDU/VMGI-PRONIED-UGEO	09/09/2016	12/09/2016	Ejecución del presupuesto Adicional de Obra N°05 que afecta la Ruta Crítica

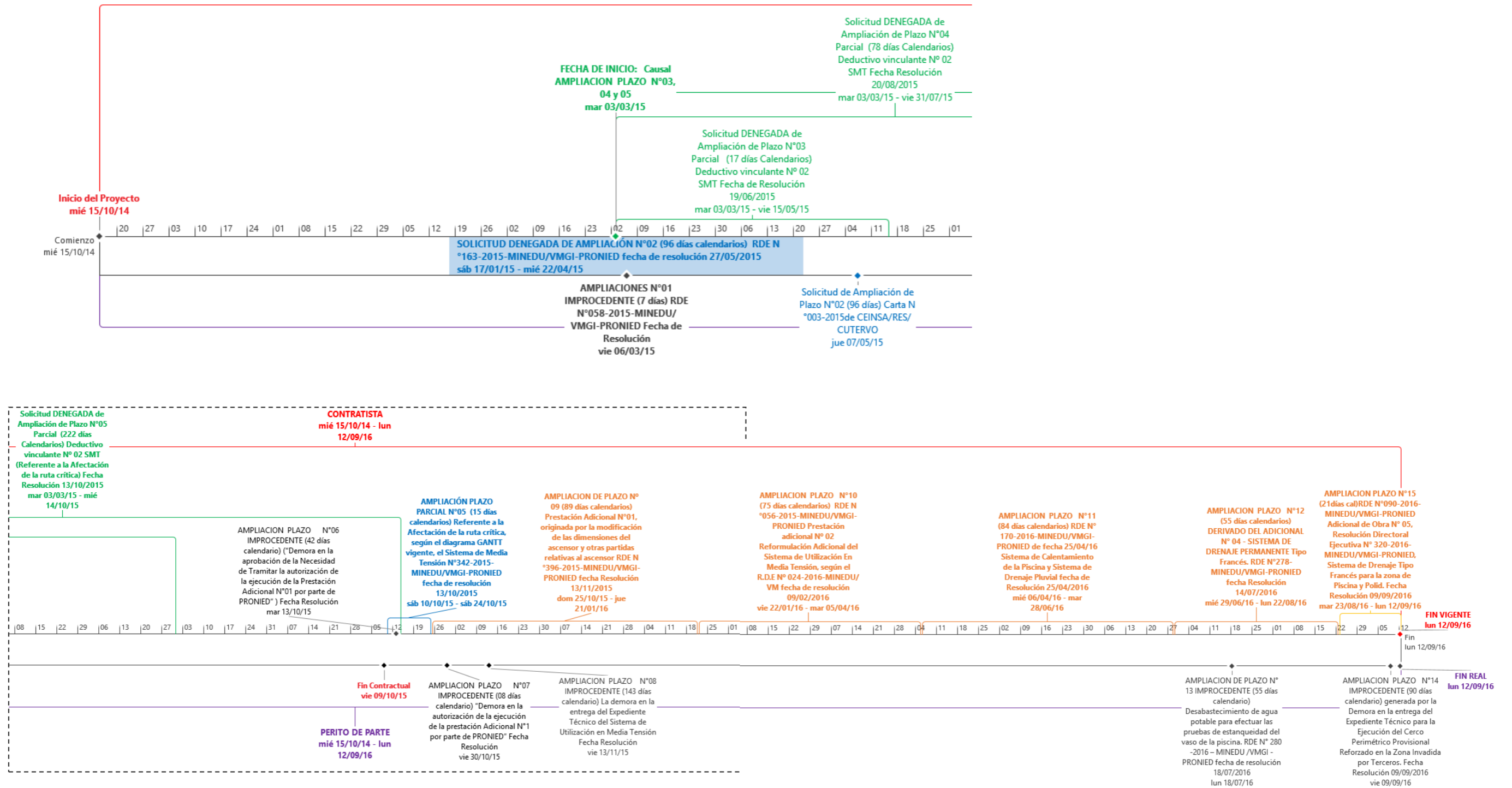
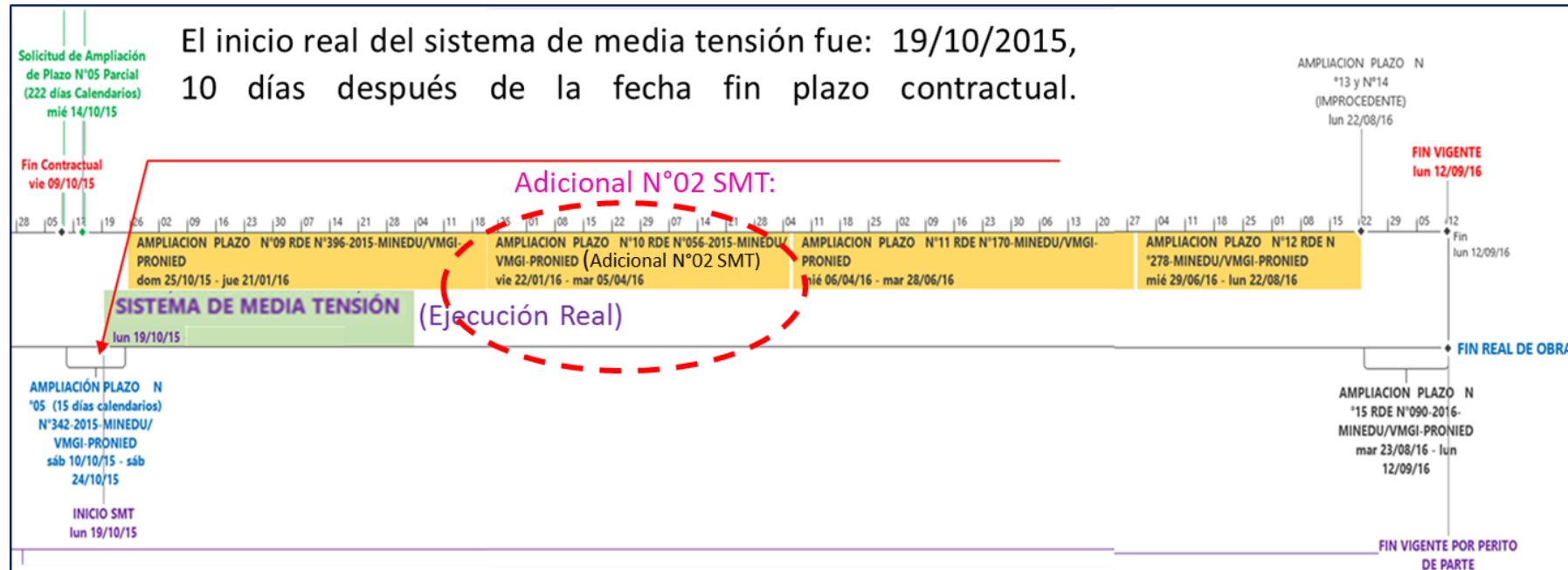


Figura N°4.2 Línea de Tiempo de la Obra Toribio Casanova.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.



El inicio real del sistema de media tensión fue: 19/10/2015, 10 días después de la fecha fin plazo contractual.

Figura N°4.3 Línea Tiempo Análisis y Evaluación de los hechos de la ampliación de N°10.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Nótese que, el Contratista inicia la ejecución del adicional de obra N°02. correspondiente al Sistema de Media Tensión, el 19 de octubre de 2015, sin embargo, por este Adicional, se le otorga 75 d.c, mediante la Ampliación de plazo N°10, RDE N056-2015-MINEDU-VMGI-PRONIED. Es decir, el Contratista tuvo 169 d.c de plazo real de ejecución.

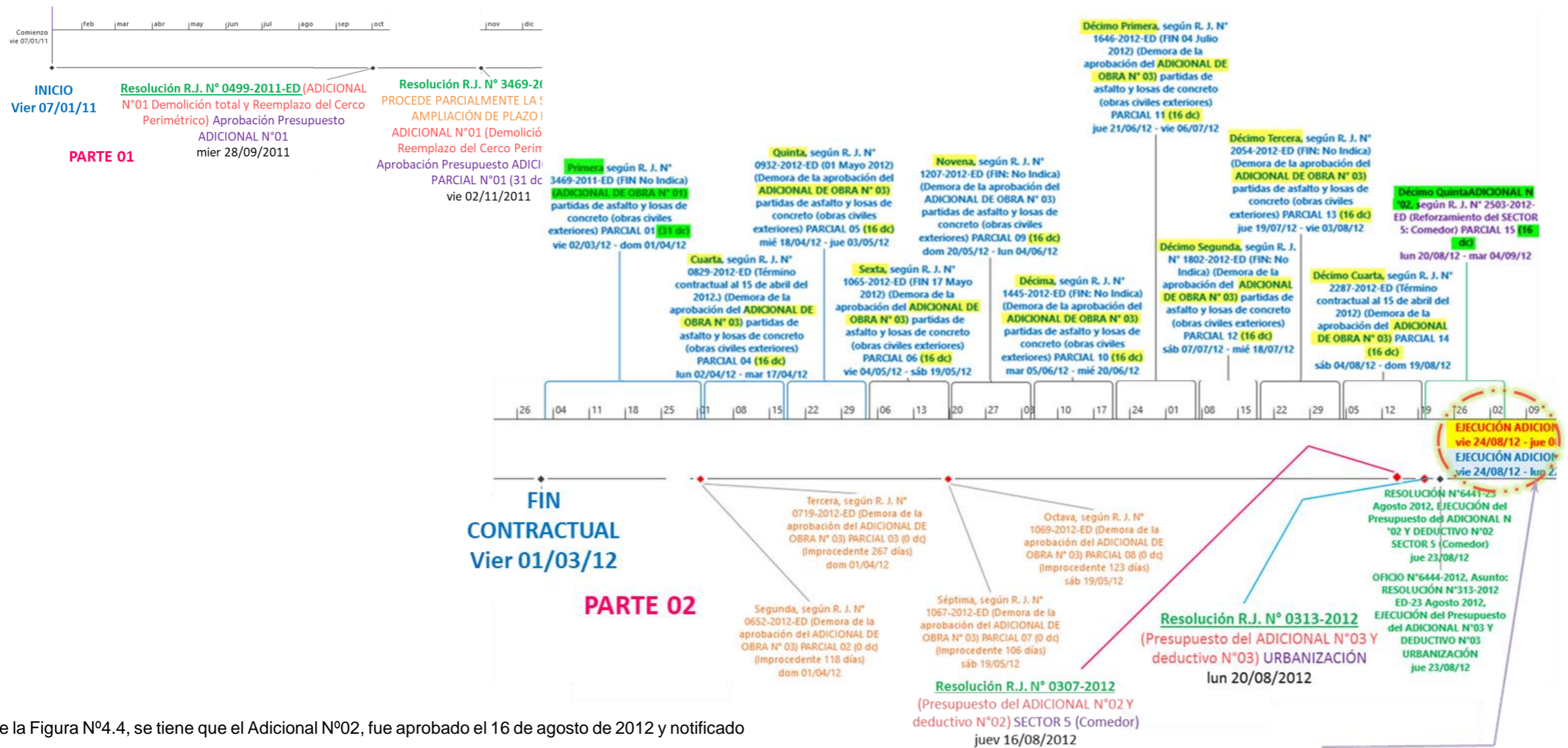
CASO 03

Análisis de las ampliaciones de plazo del proyecto ejecutado del colegio emblemático: ADECUACIÓN, MEJORAMIENTO, SUSTITUCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVO DEL COLEGIO MILITAR LEONCIO PRADO.

Tabla N°4.6 Datos de Obra, Colegio Militar Leoncio Prado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

1	Local	:	I.E. COLEGIO MILITAR LEONCIO PRADO
2	Ubicación: Departamento	:	Lima
	Provincia	:	Callao
	Distrito	:	La Perla
	Localidad	:	Av. Costanera N°1541
	Área Geográfica	:	2
3	Obra	:	ADECUACIÓN, MEJORAMIENTO, SUSTITUCIÓN Y EQUIPAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVO DEL COLEGIO MILITAR LEONCIO PRADO
4	Contratista	:	
5	Financiamiento	:	Recursos Ordinarios
6	Proyecto No.	:	
7	Licitación Pública Nacional	:	Exoneración del Proceso N°0054-2010-ED/U. E. 108
8	Modalidad de Ejecución	:	Concurso Oferta
9	Presupuesto base, con IGV y Fecha	:	S/. 56,895,969.19 01-Oct-10
10	Presupuesto base, sin IGV y Fecha	:	S/. 47,811,738.82 01-Oct-10
11	Contrato No. y fecha	:	152-2010-ME/SG-OGA-UA-APP 04-Ago-10
12	Monto del contrato, con IGV	:	S/. 56,895,969.19
13	Monto del contrato, sin IGV	:	S/. 47,811,738.82 19%
	Monto del contrato (Expediente Técnico), con IGV	:	S/. 1,006,019.10
	Monto del contrato (Expediente Técnico), sin IGV	:	S/. 845,394.20
16	Plazo de ejecución del Expediente Técnico, en d. c.	:	90
17	Monto del contrato (Ejecución de Obra), con IGV	:	S/. 55,889,950.09
18	Monto del contrato (Ejecución de Obra), sin IGV	:	S/. 46,966,344.61 01/04/2012
19	Plazo de ejecución de obra, en días calendario	:	420 07/09/2012
20	Prórrogas, días calendario	:	268



De la Figura N°4.4, se tiene que el Adicional N°02, fue aprobado el 16 de agosto de 2012 y notificado a la contratista el 23 de agosto de 2012, es decir el contratista debió iniciar dicho adicional al día siguiente y culminar la obra 77 d.c es decir la obra debió culminar el jueves 08 de noviembre de 2012 y no el 22 de noviembre de 2012, por lo que le correspondería la aplicación de una multa de 14 d.c.

Figura N°4.4 Línea de Tiempo de Obra Colegio Militar Leoncio Prado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

CONCLUSIONES

- El modelamiento del evento de demora, bajo diferentes consideraciones, para las diferentes causales de ampliaciones de plazo, usando en el método aditivo TIA, en el escenario de la programación Gantt CPM, permite evaluar el dinamismo de las partidas usando el %Físico Ejecutado obtenido de las valorizaciones de obra para evaluar el dinamismo usando criterios de eficiencia de reprogramación, en armonía al saldo de obra, y calcular la ampliación de plazo por demoras no atribuible al contratista.
- Las partidas que debieron ser ejecutadas es decir partidas retrasadas, no debe ser consideradas como partidas afectadas, en una futura ampliación de plazo, esto se logra quitando sus sucesoras. Las partidas que se encuentran con avance menores al previsto, el saldo de estas partidas, debe ser reprogramado en la barra de Gantt restante, garantizando la eficiencia de la reprogramación. En partidas adelantadas la parte ejecutada debe pasar al pasado, de estás manera sólo se evalúa la demora en la parte restante, obteniendo así el valor de una ampliación de plazo, considerando el dinamismo de las partidas.
- Una demora va a afectar a una nueva ruta crítica del proyecto cuando la partida afectada no crítica se vuelve crítica junto con las partidas sucesoras cuando estás agotan sus holguras sucesivas.
- La afectación de la ruta crítica del proyecto puede ser negativa, si la partida o partidas sucesora que son parte de la ruta crítica se encuentre valorizado parcial o totalmente hasta la fecha de corte de cese parcial o total de la causal invocada. Esto sucede cuando la partida sucesora es partida que no obedece a una secuencia por proceso constructivo.
- La propuesta de directiva para ampliaciones de plazo que será de mucha utilidad para parametrizar la forma de modelar y calcular la ampliación de plazo por demoras no atribuible al contratista.
- El análisis e interpretación de resultados, mediante la línea del tiempo a resultado útil para evaluar las ampliaciones de plazo acontecido en la obra en la etapa de peritaje permitiendo aclarar los hechos a jueces o árbitros.

RECOMENDACIONES

- El ingeniero analista de la gestión del tiempo debe conocer el método de análisis propuesto de modelamiento y evaluación de la demora no atribuible al contratista, para estimar la ampliación de plazo, y contar con habilidades para el procesamiento de la información disponible de la obra a través de algún software asimismo debe tener conocimientos básicos acerca de los procesos constructivos del proyecto, así como conocimientos de tipo legal.
- En obras por administración directa pueden aplicar la metodología casos no atribuibles mencionados Tabla N°3.1 y Tabla N°3.2 Demora por Causas no Atribuible al Contratista, propuesto en la investigación de la presente tesis; para la actualización de la programación y cronograma valorizado de obra, con la finalidad de sustentar el fin de obra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACE, I. (2011). *“Recommended Practice N° 29R-03: Forensic Schedule Analysis”*. USA: AACE.
- Abd-Majid, M., & McCaffer, R. (1998). “Factors of non-excusable delays that influence contractors’ performance”. *American Society of Civil Engineers*.
- Contraloría General, R. (1988). *“Ejecución de las Obras Publicas por Administración Directa” Resolución N°195-88-CG*. PERÚ: Contraloría General de la Republica.
- Contraloría General, R. (2010). *“Control Previo Externo de las Prestaciones” Directiva N° 002-2010-CG/OEA*. PERÚ: Contraloría General de la Republica.
- Finanzas, M. d. (2017). *“Guía para Formato A6/B6 Reporte del Avance Físico Real del Proyecto”*. PERÚ: Ministerio de Economía y Finanzas.
- Marroquín Liu, D. (2019). *“Aplicabilidad de los Métodos de Análisis de Retrasos en los Proyectos de Construcción Nacionales”*. PERÚ: Universidad de Piura.
- Marroquín Liu, D. (210). *“Aplicabilidad de los Métodos de Análisis de Retrasos en los Proyectos de Construcción Nacionales”*. PERÚ: Universidad de Piura.
- Maylle Saravia, A. (2016). *“Modelación de las Demoras en la Red PDM de Obra con fines de una Gestión de Ampliación de Plazo Contractual”*. PERÚ: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Montaño García, A. (1990). *“Iniciación al Método del Camino Crítico”* (4ª ed.). MÉXICO: Trillas.
- OSCE. (2012). *“Anotación en el cuaderno de obra y ampliación de plazo en los contratos de obra”, Opinión N°106-2012/DTN*. PERÚ: OSCE.
- OSCE. (2014). *“Definición de paralización y atraso en los contratos de ejecución de obra”, Opinión N°017-2014/DTN*. PERÚ: OSCE.
- OSCE. (2014). *“Elaboración del calendario de avance de obra valorizado actualizado”, Opinión N°052-2014/DTN*. PERÚ: OSCE.
- Ponz Tienda, J. L. (2008). *“GRCPS Robusto basado en Producción para Proyectos de Edificación y Construcción”*. ESPAÑA: Universidad Politécnica de Valencia.

ANEXOS

Anexo A. Aplicación del aplicativo BIMPROJECT 97

Anexo A. Aplicación del aplicativo BIMPROJECT

Consideraciones del proyecto: Fecha de Inicio del Proyecto: lun 01/04/19 08:00

Costo Directo Total: S/647,610.00. Duración: 121 días calendarios.

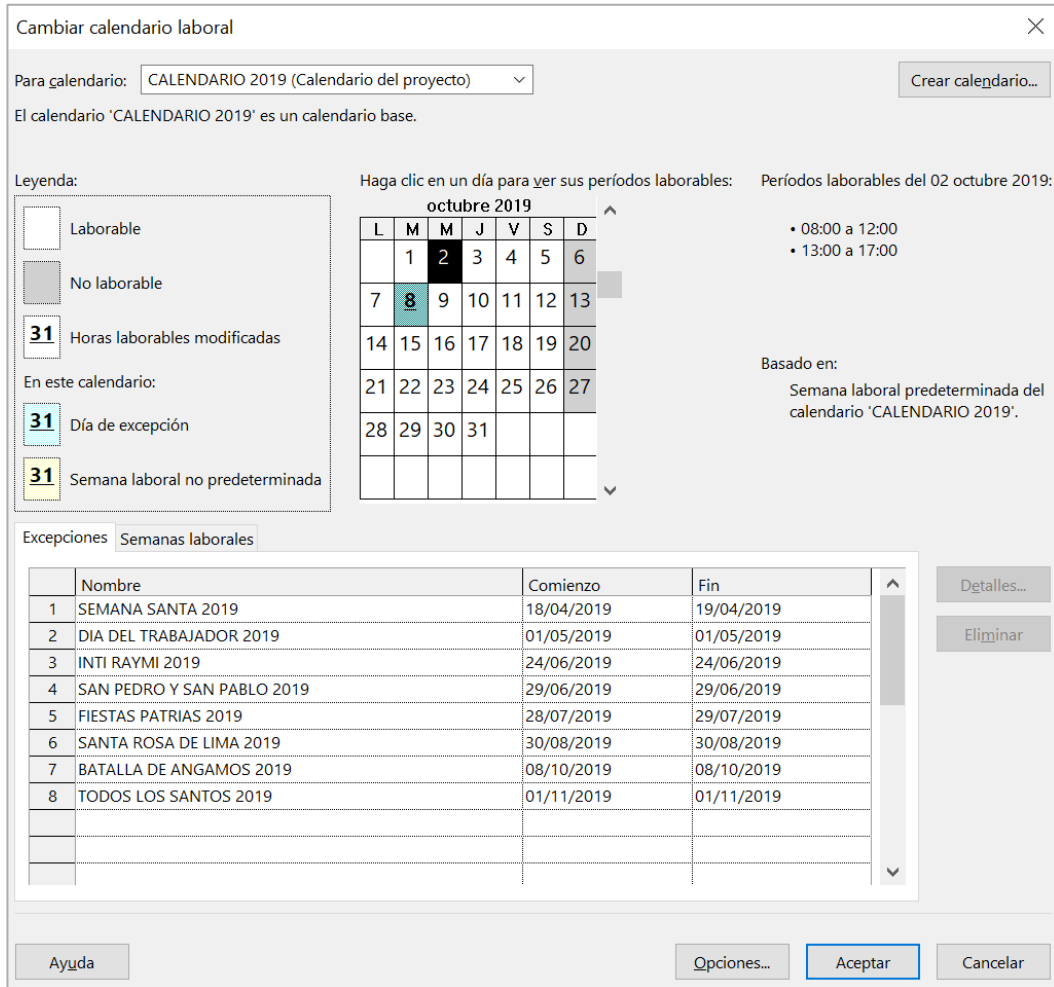


Figura N°A.1 Calendario de Trabajo 2019.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Considerando la semana laborable de lunes a sábado de 8:00 a.m – 12:00 p.m y 1:00 p.m – 5:00 p.m.

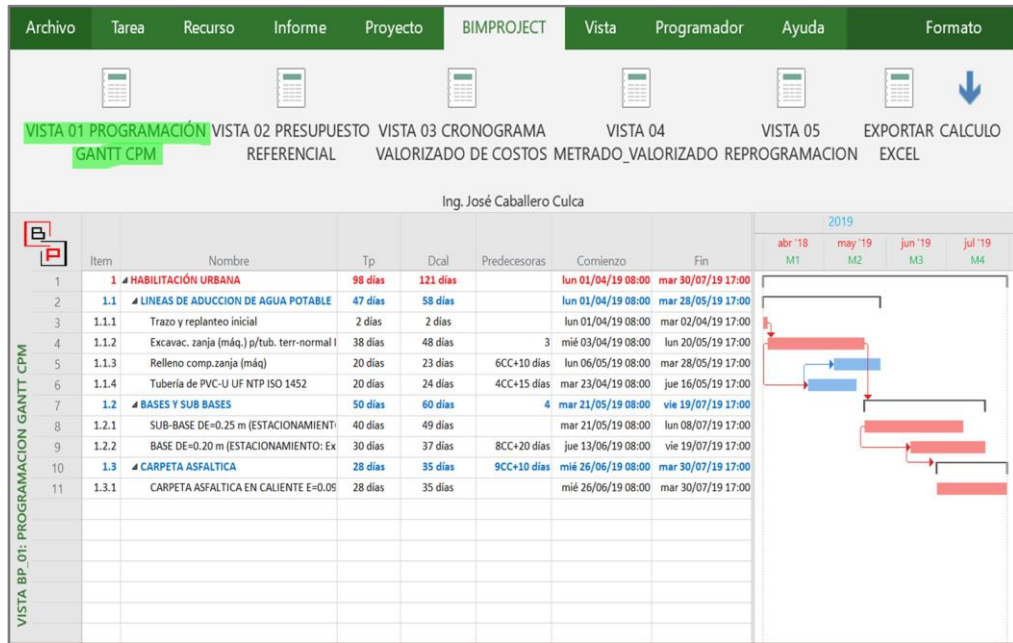


Figura N°A.2 Línea Programación Gantt CPM Base.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Item	Nombre	Metrado	P.U	Parcial(S/.)
1	HABILITACION URBANA			S/647,610.00
1.1	LINEAS DE ADUCCION DE AGUA POTABLE			S/143,610.00
1.1.1	Trazo y replanteo inicial	3000 ml	1.67	S/5,010.00
1.1.2	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 300- 350	2160 m3	10	S/21,600.00
1.1.3	Relleno comp.zanja (máq)	1800 m3	15	S/27,000.00
1.1.4	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	3000 ml	30	S/90,000.00
1.2	BASES Y SUB BASES			S/144,000.00
1.2.1	SUB-BASE DE=0.25 m (ESTACIONAMIENTO: Arterial / PISTAS: Vía Expresa	2700 m3	20	S/54,000.00
1.2.2	BASE DE=0.20 m (ESTACIONAMIENTO: Expresa / PISTAS:	3600 m3	25	S/90,000.00
1.3	CARPETA ASFALTICA			S/360,000.00
1.3.1	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=0.09m (Vía Expresa	9000 m2	40	S/360,000.00

Figura N°A.3 Presupuesto Referencial.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.






Archivo		Tarea	Recurso	Informe	Proyecto	CALCULO	Vista	Programador	Ayuda	Formato
 Asignar_Costos_Directo		 Acumular	 Valorizar	 VISTAS	 Metrado	Ing. José Caballero Culca BIMPROJECT				
Item	Nombre	Metrado	P.U	Parcial(S./)	Costo					
1	HABILITACIÓN URBANA			S/647,610.00	S/647,610.00					
1.1	LINEAS DE ADUCCION DE AGUA POTABLE			S/143,610.00	S/143,610.00					
1.1.1	Trazo y replanteo inicial	3000 ml	1.67	S/5,010.00	S/5,010.00					
1.1.2	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 300- 350	2160 m3	10	S/21,600.00	S/21,600.00					
1.1.3	Relleno comp.zanja (máq)	1800 m3	15	S/27,000.00	S/27,000.00					
1.1.4	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	3000 ml	30	S/90,000.00	S/90,000.00					
1.2	BASES Y SUB BASES			S/144,000.00	S/144,000.00					
1.2.1	SUB-BASE DE=0.25 m (ESTACIONAMIENTO: Arterial / PISTAS: Vía Expresa	2700 m3	20	S/54,000.00	S/54,000.00					
1.2.2	BASE DE=0.20 m (ESTACIONAMIENTO: Expresa / PISTAS: Arter	3600 m3	25	S/90,000.00	S/90,000.00					
1.3	CARPETA ASFALTICA			S/360,000.00	S/360,000.00					
1.3.1	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=0.09m (Vía Expresa)	9000 m2	40	S/360,000.00	S/360,000.00					

Figura N°A.4 Asignación del Presupuesto al Msproject.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.







Archivo		Tarea	Recurso	Informe	Proyecto	BIMPROJECT	Vista	Programador	Ayuda	Formato	¿Qué desea hacer?
 VISTA 01 PROGRAMACIÓN GANTT CPM		 VISTA 02 PRESUPUESTO REFERENCIAL	 VISTA 03 CRONOGRAMA VALORIZADO DE COSTOS	 VISTA 04 METRADO_VALORIZADO	 VISTA 05 REPROGRAMACION	 EXPORTAR CALCULO EXCEL	Ing. José Caballero Culca				
Item	Nombre	Dcal	Costo_Directo_Base	Detalles	abr '18 M1	may '19 M2	jun '19 M3	jul '19 M4			
1	HABILITACIÓN URBANA	121 días	S/647,610.00	Costo	S/49,015.26	S/108,094.74	S/108,621.43	S/381,878.57			
1.1	LINEAS DE ADUCCION DE AGUA POTABLE	58 días	S/143,610.00	Costo	S/49,015.26	S/94,594.74					
1.1.1	Trazo y replanteo inicial	2 días	S/5,010.00	Costo	S/5,010.00						
1.1.2	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 300- 350	48 días	S/21,600.00	Costo	S/12,505.26	S/9,094.74					
1.1.3	Relleno comp.zanja (máq)	23 días	S/27,000.00	Costo		S/27,000.00					
1.1.4	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	24 días	S/90,000.00	Costo	S/31,500.00	S/58,500.00					
1.2	BASES Y SUB BASES	60 días	S/144,000.00	Costo		S/13,500.00	S/70,050.00	S/60,450.00			
1.2.1	SUB-BASE DE=0.25 m (ESTACIONAMIENTO: Arterial / PI	49 días	S/54,000.00	Costo		S/13,500.00	S/31,050.00	S/9,450.00			
1.2.2	BASE DE=0.20 m (ESTACIONAMIENTO: Expresa / PISTA	37 días	S/90,000.00	Costo			S/39,000.00	S/51,000.00			
1.3	CARPETA ASFALTICA	35 días	S/360,000.00	Costo			S/38,571.43	S/321,428.57			
1.3.1	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=0.09m (Vía Expres	35 días	S/360,000.00	Costo			S/38,571.43	S/321,428.57			

Figura N°A.5 Línea Base Cronograma Valorizado.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

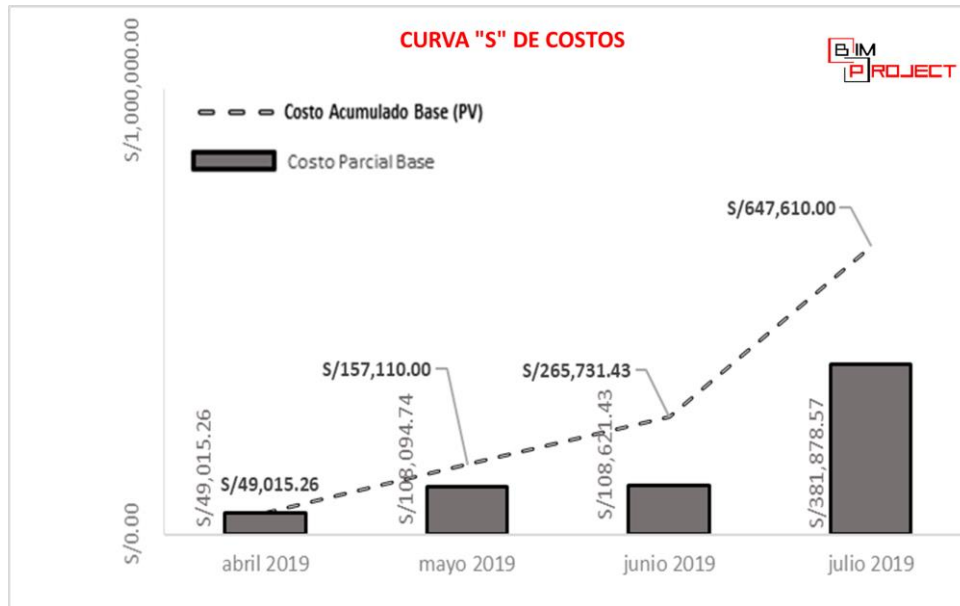


Figura N°A.6 Curva "s" de la Línea Base.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

CASO I:

El CONTRATISTA, ha caído en atraso injustificado ($SPI = 0.79 < 0.80$). Se le pide a usted presentar: La programación Gantt CPM acelerado de obra y el cronograma acelerado.

Resolución:

Item	Nombre	MetradoAcum Anterior	Metrado Actual	P.U	Metrado Acumulado	EV	PV	Estado_P	SPI=EV/PV	Saldo de Obra
1	HABILITACIÓN URBANA					S/38,675.80	S/49,015.26		0.79	S/608,934.20
1.1	LÍNEAS DE ADUCCIÓN DE AGUA POTABLE					S/38,675.80	S/49,015.26		0.79	S/104,934.20
1.1.1	Trazo y replanteo inicial	0	3000	1.67	3000	S/5,010.00	S/5,010.00	✓	1	S/0.00
1.1.2	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 300	0	920.23	10	920.23	S/9,202.30	S/12,505.26	◐	0.74	S/12,397.70
1.1.3	Relleno comp.zanja (máq)	0	0	15	0	S/0.00	S/0.00			S/27,000.00
1.1.4	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	0	815.45	30	815.45	S/24,463.50	S/31,500.00	◐	0.78	S/65,536.50
1.2	BASES Y SUB BASES					S/0.00	S/0.00			S/144,000.00
1.2.1	SUB-BASE DE=0.25 m (ESTACIONAMIENTO: Arte	0	0	20	0	S/0.00	S/0.00			S/54,000.00
1.2.2	BASE DE=0.20 m (ESTACIONAMIENTO: Expresa /	0	0	25	0	S/0.00	S/0.00			S/90,000.00
1.3	CARPETA ASFALTICA					S/0.00	S/0.00			S/360,000.00
1.3.1	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=0.09m (Via	0	0	40	0	S/0.00	S/0.00			S/360,000.00

Figura N°A.7 Estado del Proyecto al 30 de abril de 2019.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Corte al fin del mes de abril del 2019.

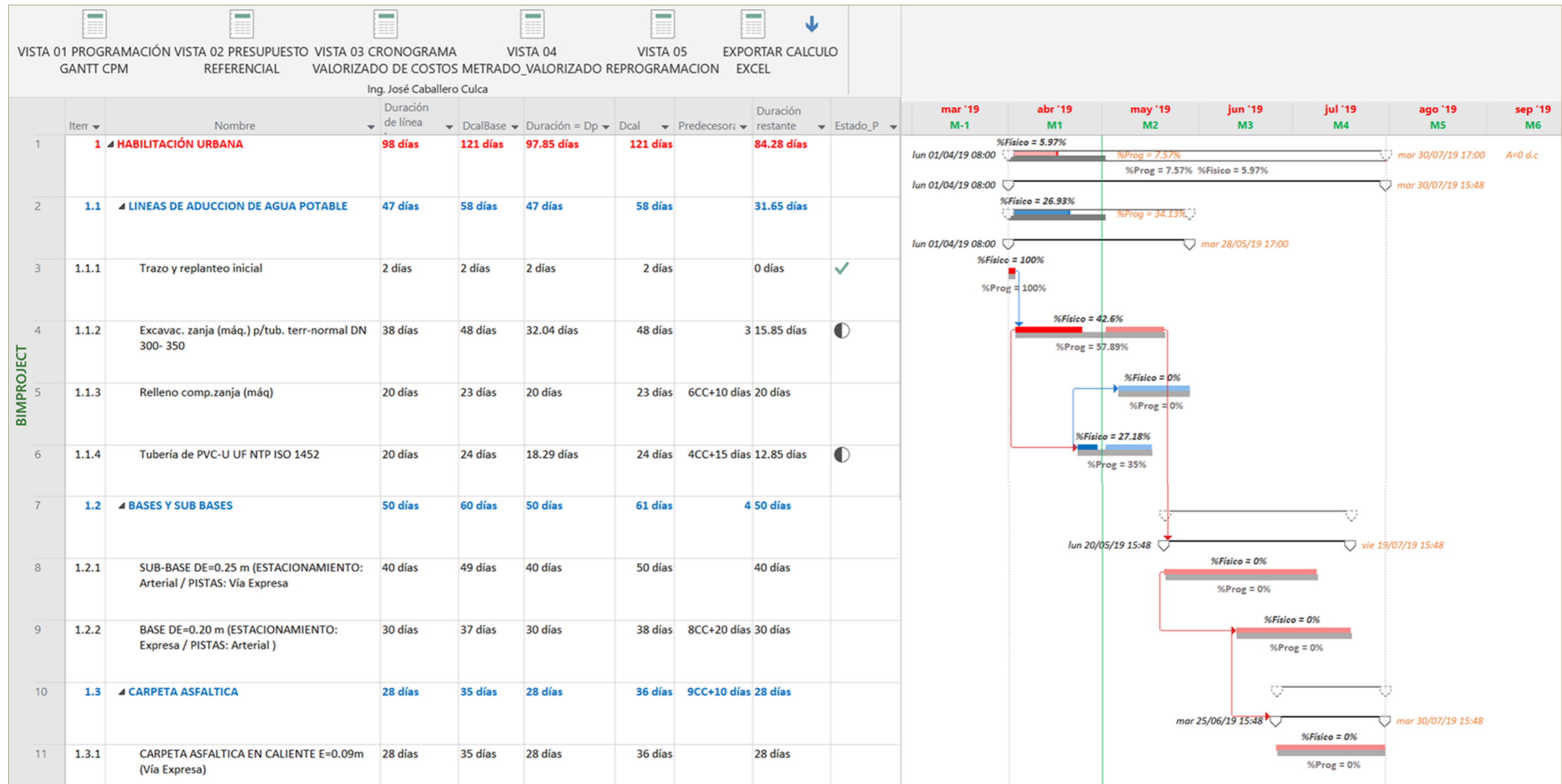


Figura N°A.8 Programación Gantt CPM acelerado de Obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis

CASO II:

La ENTIDAD ordena la paralización de obra con resolución el día: 31/mayo/2019, causal de huelga sindical. Y ordena reanudar los trabajos el día 30/junio/2019. Se tiene de datos: Valorización de Obra del mes de mayo de 2019.

Resolución:

Para analizar el caso II, se parte de la programación Gantt CMP actualizado dado en la Figura N°A.9 y el cronograma valorizado actualizado de la Figura N°A.10. Una vez establecido la nueva línea base, se procede a simular el programado al 31 de mayo de 2019.

Archivo Tarea Recurso Informe Proyecto CALCULO Vista Programador Ayuda Formato ¿Qué desea hacer?											
↓ ↓ ↓ ↶ Asignar_Costos_Directo Acumular Valorizar VISTAS Metrado Ing. José Caballero Culca											
Item	Nombre	MetradoAcum Anterior	Metrado Actual	P.U	Metrado Acumulado	EV	Saldo de Obra	PV	SPI=EV/PV	Costo_Directo Actualizado	Estado_P
1	HABILITACIÓN URBANA					S/154,620.60	S/492,989.40	S/157,110.00	0.98	S/647,610.00	
1.1	LINEAS DE ADUCCION DE AGUA POTABLE					S/143,610.00	S/0.00	S/143,610.00	1	S/143,610.00	
1.1.1	Trazo y replanteo inicial	3000	0	1.67	3000	S/5,010.00	S/0.00	S/5,010.00	1	S/5,010.00	✓
1.1.2	Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN	920.23	1239.77	10	2160	S/21,600.00	S/0.00	S/21,600.00	1	S/21,600.00	✓
1.1.3	Relleno comp.zanja (máq)	0	1800	15	1800	S/27,000.00	S/0.00	S/27,000.00	1	S/27,000.00	✓
1.1.4	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	815.45	2184.55	30	3000	S/90,000.00	S/0.00	S/90,000.00	1	S/90,000.00	✓
1.2	BASES Y SUB BASES					S/11,010.60	S/132,989.40	S/13,500.00	0.82	S/144,000.00	
1.2.1	SUB-BASE DE=0.25 m (ESTACIONAMIENTO: A)	0	550.53	20	550.53	S/11,010.60	S/42,989.40	S/13,500.00	0.82	S/54,000.00	◐
1.2.2	BASE DE=0.20 m (ESTACIONAMIENTO: Expres)	0	0	25	0	S/0.00	S/90,000.00	S/0.00		S/90,000.00	
1.3	CARPETA ASFALTICA					S/0.00	S/360,000.00	S/0.00		S/360,000.00	
1.3.1	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=0.09m (	0	0	40	0	S/0.00	S/360,000.00	S/0.00		S/360,000.00	

Figura N°A.11 Estado del Proyecto al inicio de la paralización de obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

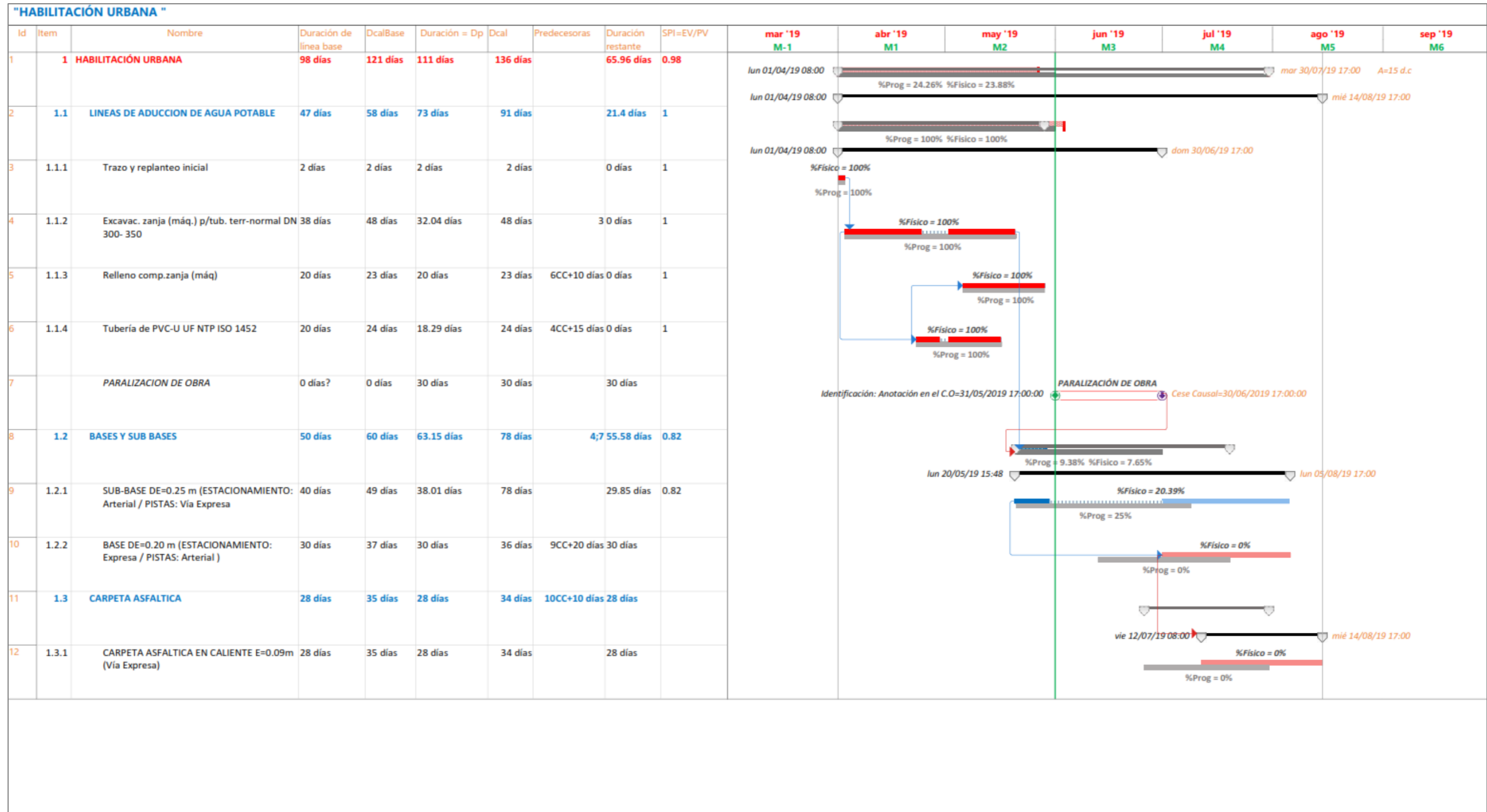


Figura N°A.12 Modelamiento y Evaluación de la Paralización de Obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Item	Nombre	Dcal	SPI=EV/PV	EV	PV	Costo_Directo Actualizado	Detalles				
							abril 2019	mayo 2019	junio 2019	julio 2019	agosto 2019
1	HABILITACIÓN URBANA	136 días	0.98	S/154,620.60	S/157,110.00	S/647,610.00	M1	M2	M3	M4	M5
1.1	LINEAS DE ADUCCION DE AGUA POTABLE	91 días	1	S/143,610.00	S/143,610.00	S/143,610.00	Costo	S/38,675.80	S/115,944.80		
1.1.1	Trazo y replanteo inicial	2 días	1	S/5,010.00	S/5,010.00	S/5,010.00	CPTP	S/49,015.26	S/157,110.00		
1.1.2	Excavac. zanja (máq.) p./tub. terr-normal DN 300	48 días	1	S/21,600.00	S/21,600.00	S/21,600.00	CRTR	S/38,675.80	S/154,620.60		
1.1.3	Relleno comp.zanja (máq)	23 días	1	S/27,000.00	S/27,000.00	S/27,000.00	Costo	S/38,675.80	S/104,934.20		
1.1.4	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	24 días	1	S/90,000.00	S/90,000.00	S/90,000.00	CPTP	S/49,015.26	S/143,610.00		
1.2	BASES Y SUB BASES	78 días	0.82	S/11,010.60	S/13,500.00	S/144,000.00	CRTR	S/38,675.80	S/143,610.00		
1.2.1	SUB-BASE DE=0.25 m (ESTACIONAMIENTO: Arte	78 días	0.82	S/11,010.60	S/13,500.00	S/54,000.00	Costo	S/5,010.00	S/5,010.00		
1.2.2	BASE DE=0.20 m (ESTACIONAMIENTO: Expresa /	36 días		S/0.00	S/0.00	S/90,000.00	CPTP	S/5,010.00	S/5,010.00		
1.3	CARPETA ASFALTICA	34 días		S/0.00	S/0.00	S/360,000.00	CRTR	S/9,202.30	S/12,397.70		
1.3.1	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=0.09m [Via	34 días		S/0.00	S/0.00	S/360,000.00	Costo	S/12,505.26	S/21,600.00		
							CPTP	S/9,202.30	S/21,600.00		
							CRTR	S/27,000.00	S/27,000.00		
							Costo	S/24,463.50	S/65,536.50		
							CPTP	S/31,500.00	S/90,000.00		
							CRTR	S/24,463.50	S/90,000.00		
							Costo	S/11,010.60	S/115,444.65	S/17,544.69	
							CPTP	S/13,500.00			
							CRTR	S/11,010.60			
							Costo	S/11,010.60	S/37,444.65	S/5,544.69	
							CPTP	S/13,500.00			
							CRTR	S/11,010.60			
							Costo		S/78,000.00	S/12,000.00	
							CPTP				
							CRTR				
							Costo			S/205,714.29	S/154,285.71
							CPTP				
							CRTR				
							Costo			S/205,714.29	S/154,285.71
							CPTP				
							CRTR				
							Costo				

Figura N°A.13 Cronograma Actualizado por Paralización de Obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

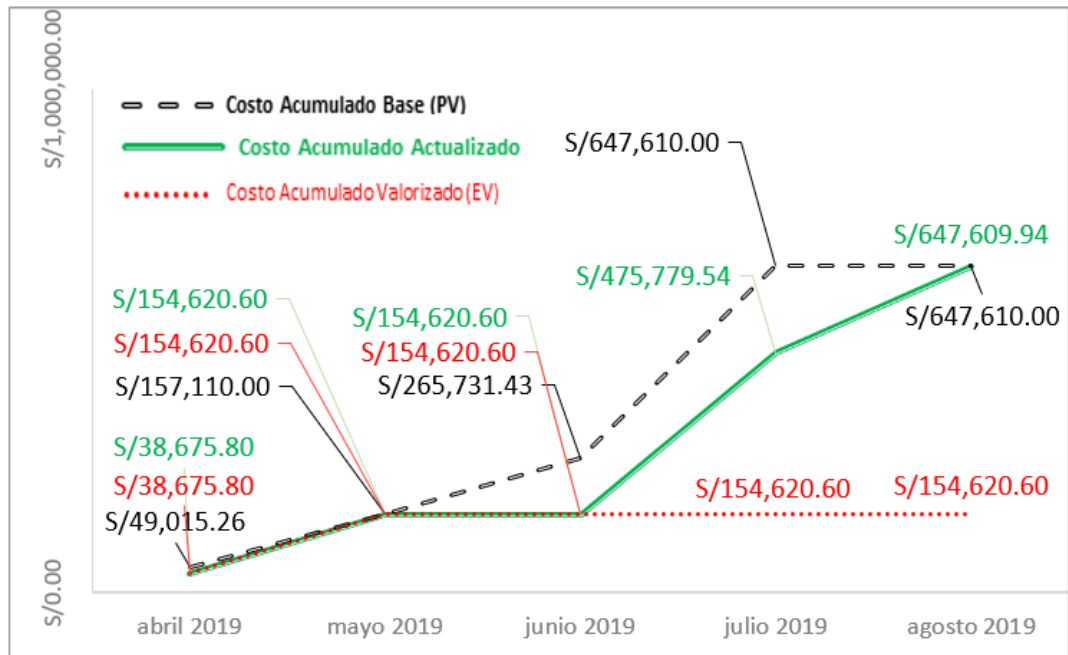


Figura N°A.14 Curva "S" por Evento de Paralización de Obra.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.



Figura N°A.16 Avance Programado al inicio de la Causal.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

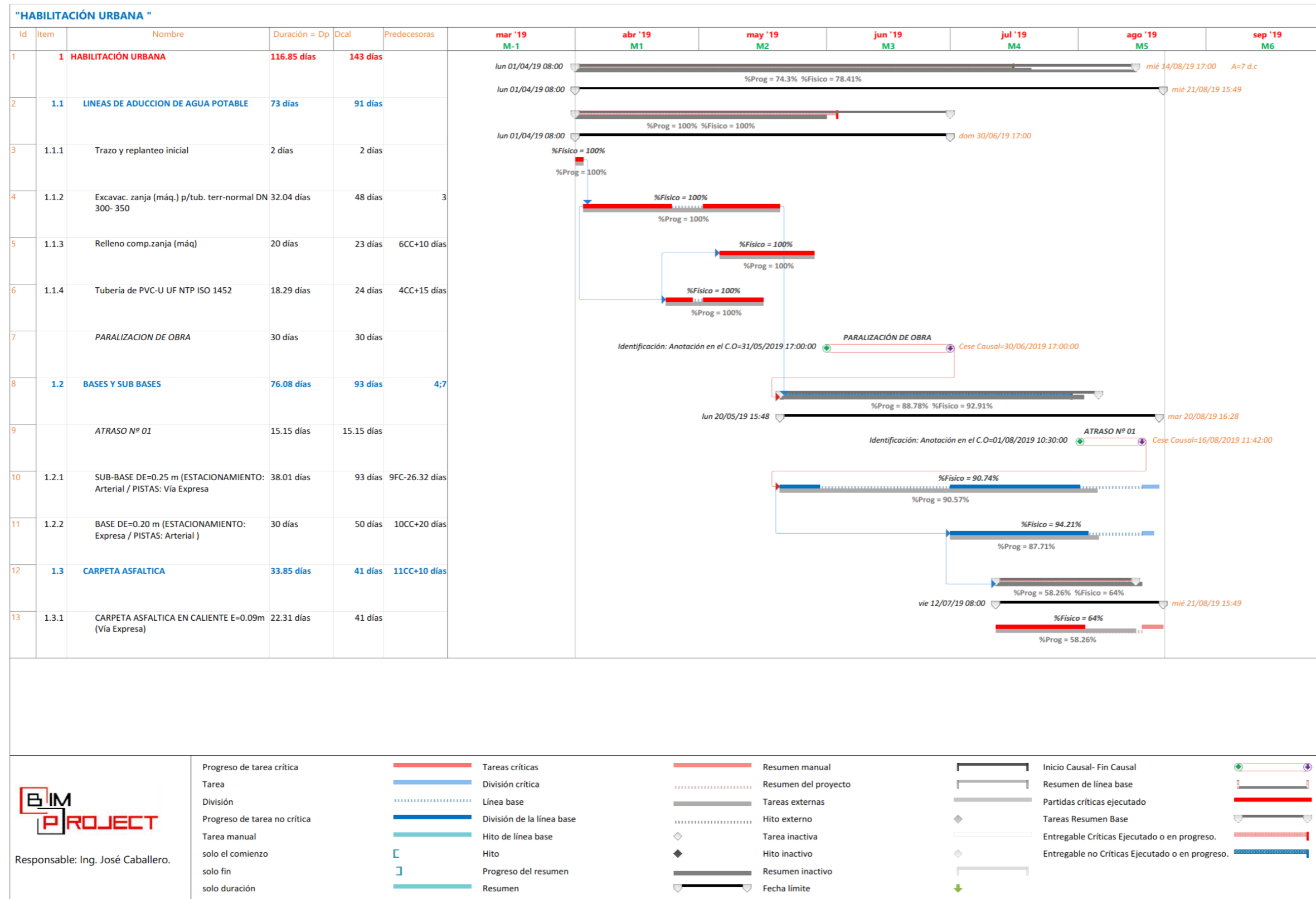


Figura N°A.17 Cálculo de Ampliación de plazo.
Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

Item	Nombre	Dcal	Costo_Directo Actualizado	Detalles	abril 2019	mayo 2019	junio 2019	julio 2019	agosto 2019
					M1	M2	M3	M4	M5
1	▲ HABILITACIÓN URBANA	143 días	S/647,610.00	Costo	S/38,675.80	S/115,944.80	S/0.00	S/321,159.77	S/171,829.63
				CPTP	S/38,675.80	S/154,620.66	S/154,620.66	S/475,779.60	S/481,185.01
				CRTR	S/38,675.80	S/154,620.60	S/154,620.60	S/475,780.37	S/481,185.80
1.1	▲ LINEAS DE ADUCCION DE AGUA POTABLE	91 días	S/143,610.00	Costo	S/38,675.80	S/104,934.20	S/0.00		
				CPTP	S/38,675.80	S/143,610.00	S/143,610.00	S/143,610.00	S/143,610.00
				CRTR	S/38,675.80	S/143,610.00	S/143,610.00	S/143,610.00	S/143,610.00
1.1.1	▷ Trazo y replanteo inicial	2 días	S/5,010.00	Costo	S/5,010.00				
				CPTP	S/5,010.00	S/5,010.00	S/5,010.00	S/5,010.00	S/5,010.00
				CRTR	S/5,010.00	S/5,010.00	S/5,010.00	S/5,010.00	S/5,010.00
1.1.2	▷ Excavac. zanja (máq.) p/tub. terr-normal DN 300- 350	48 días	S/21,600.00	Costo	S/9,202.30	S/12,397.70			
				CPTP	S/9,202.30	S/21,600.00	S/21,600.00	S/21,600.00	S/21,600.00
				CRTR	S/9,202.30	S/21,600.00	S/21,600.00	S/21,600.00	S/21,600.00
1.1.3	▷ Relleno comp.zanja (máq)	23 días	S/27,000.00	Costo		S/27,000.00			
				CPTP		S/27,000.00	S/27,000.00	S/27,000.00	S/27,000.00
				CRTR		S/27,000.00	S/27,000.00	S/27,000.00	S/27,000.00
1.1.4	▷ Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452	24 días	S/90,000.00	Costo	S/24,463.50	S/65,536.50			
				CPTP	S/24,463.50	S/90,000.00	S/90,000.00	S/90,000.00	S/90,000.00
				CRTR	S/24,463.50	S/90,000.00	S/90,000.00	S/90,000.00	S/90,000.00
1.2	▲ BASES Y SUB BASES	93 días	S/144,000.00	Costo		S/11,010.60	S/0.00	S/115,444.63	S/17,544.77
				CPTP		S/11,010.66	S/11,010.66	S/126,455.31	S/127,842.87
				CRTR		S/11,010.60	S/11,010.60	S/126,455.23	S/127,842.79
1.2.1	▷ SUB-BASE DE=0.25 m (ESTACIONAMIENTO: Arterial / PISTAS: V	93 días	S/54,000.00	Costo		S/11,010.60	S/0.00	S/37,444.63	S/5,544.77
				CPTP		S/11,010.66	S/11,010.66	S/48,455.31	S/48,905.37
				CRTR		S/11,010.60	S/11,010.60	S/48,455.23	S/48,905.29
1.2.2	▷ BASE DE=0.20 m (ESTACIONAMIENTO: Expresa / PISTAS: Arter	50 días	S/90,000.00	Costo			S/78,000.00	S/12,000.00	
				CPTP			S/78,000.00	S/78,937.50	
				CRTR			S/78,000.00	S/78,937.50	
1.3	▲ CARPETA ASFALTICA	41 días	S/360,000.00	Costo			S/205,715.14	S/154,284.86	
				CPTP			S/205,714.29	S/209,732.14	
				CRTR			S/205,715.14	S/209,733.01	
1.3.1	▷ CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE E=0.09m (Vía Expresa)	41 días	S/360,000.00	Costo			S/205,715.14	S/154,284.86	
				CPTP			S/205,714.29	S/209,732.14	
				CRTR			S/205,715.14	S/209,733.01	

Figura N°A.18 Cronograma Valorizado Actualizado por Atraso.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.

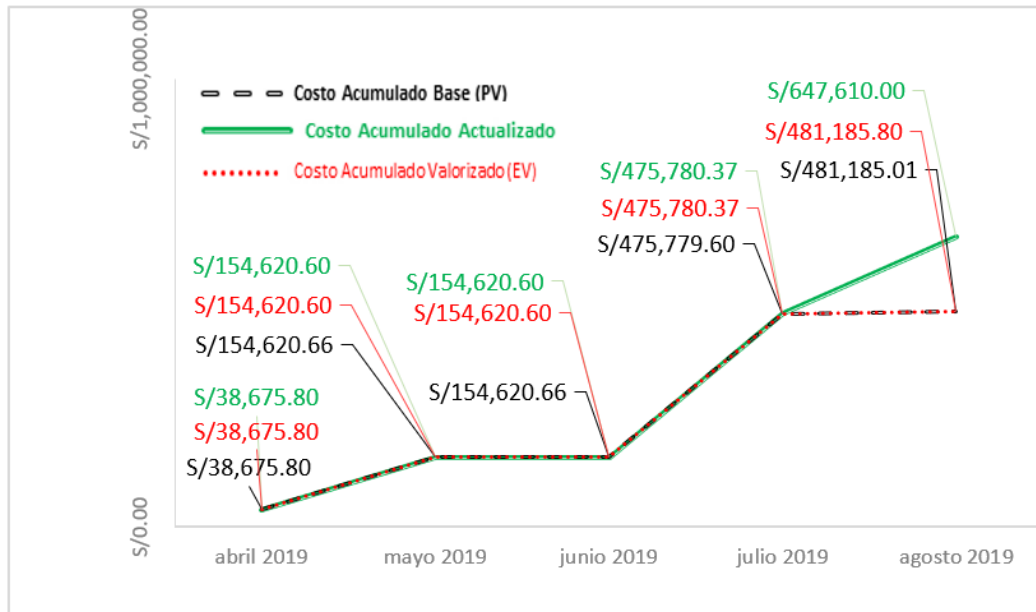


Figura N°A.19 Curva "S" Actualizado por evento de Atraso.

Fuente: Elaboración propia para el estudio de Tesis.