



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de Titulación previa a la obtención del título
de Ingeniero Civil**

**Modelo de gestión para el rediseño de la programación de la
obra denominada Embalsamiento del Río San Pedro,
facilidades de tránsito Armenia 1**

**Autor: Santiago Xavier Chávez Uquillas
Director: M. Sc. Ing. Byron Morales**

Quito, Noviembre de 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero Byron Morales, tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador, UIDE, para revisar el Proyecto de Investigación Científica con el tema: “Modelo de Gestión para el rediseño de la programación de la obra denominada Embaulamiento del Río San Pedro, facilidades de tránsito Armenia 1”, del estudiante Santiago Xavier Chávez Uquillas, alumno de Ingeniería Civil, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de fondo y los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad.

Quito, febrero 19 de 2015



M. Sc., Ing. Byron Morales,

C.I.:

AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, Santiago Xavier Chávez Uquillas, declaro que el trabajo de investigación denominado: Modelo de Gestión para el rediseño de programación de la obra denominada Embaulamiento del Río San Pedro, facilidades de tránsito Armenia 1, es original, de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes correspondientes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Cedo mis derechos de propiedad Intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador sin restricción de ningún género o especial.

Quito, Octubre 23 del2015

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'S. X. Chávez Uquillas'.

Santiago Xavier Chávez Uquillas

C.I.:

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a mi padre por el apoyo incondicional brindado, a mi hija Camila por ser la inspiración para el día a día y muy especialmente a mi madre Rosa, que desde el cielo me ha dado fuerzas para este objetivo.

A ustedes está dedicado este proyecto.

Con cariño,

Santiago

AGRADECIMIENTOS

Muy agradecido con Dios por darme salud para poder seguir mis
sueños.

A mi Padre César Chávez, a mi hermana Karina, por su ejemplo
de perseverancia y trabajo, por su apoyo y empuje a no decaer
por este logro.

A mi familia por sus constantes palabras de aliento.

Al Ing. Byron Morales por sus conocimientos compartidos y apoyo
para sacar el proyecto adelante.

A la Universidad Internacional por darme la oportunidad de
estudiar y convertirme en un profesional.

A todos muchas gracias.

Santiago

Índice de contenidos

Resumen	14
Introducción	15
CAPÍTULO I.....	17
1. EL PROBLEMA	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.3 OBJETIVOS	18
1.3.1 Objetivo general	18
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
CAPÍTULO II.....	21
2. MARCO REFERENCIAL	21
2.1MARCO TEÓRICO.....	21
2.1.1 Proyecto	21
2.1.2 La productividad de un proyecto	22
2.1.3 Dirección de proyectos	24
2.1.3.1 Iniciación de proyecto.....	25
2.1.3.2 Planificación o planeación de proyecto	26
2.1.3.3 Ejecución del proyecto	27
2.1.3.4 Monitoreo y Control del proyecto.....	28
2.1.3.5 Cierre del proyecto	28
2.1.4 Plan de contingencia y aplicación del WBS Como herramienta de planeación.....	29
2.1.5 Métodos y técnicas de programación utilizados en el proceso de planificación del proyecto.....	30
2.1.5.1 Diagrama de barras o diagrama de Gantt	31
2.1.5.2 Diagrama de red o modelo	33
2.1.5.4 Ruta crítica	37
2.1.5.5 Diferencias entre métodos de programación.....	40
2.1.6 Análisis de costos, tiempo e influencia en la programación de obra	40
2.1.7 Análisis de la curva de inversión	41

2.1.8 Reajuste de precios.....	43
2.1.9.1 Planificación de obra	46
2.1.9.2 Gestión de adquisiciones	46
2.1.9.3 Almacenamiento.....	47
2.1.9.4 Ejecución de obra.....	47
2.1.9.5 Control de obra.....	47
2.1.9.6 Entrega de obra.....	48
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	48
2.2.1 Proyecto	48
2.2.2 Alcance del proyecto	48
2.2.3 El costo de un proyecto.....	48
2.2.4 Programa de un proyecto.....	49
2.2.5 Ejecución de un proyecto	49
2.2.6 Productividad	49
2.2.7 Satisfacción del cliente	49
2.2.8 Proyecto de Ejecución.....	50
2.2.9 Proyecto de Construcción	50
2.2.10 Proyecto de Liquidación	50
2.2.11 Etapas de un Proyecto	50
2.2.12 Programación de un proyecto	51
2.2.13 Ruta crítica de un proyecto	51
2.2.14 La gerencia de proyectos y obras	52
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL	52
2.3.1 Fundamento legal para la existencia de un área de planeación y proyectos para el tercer nivel de gobierno. ...	52
2.3.2 Sobre la contratación para la ejecución de obras, adquisición de bienes y prestación de servicios.....	53
2.3.3 De los requisitos y forma de los contratos.....	55
2.3.4 De las recepciones y la liquidación	56
2.3.5 Del Sistema de control, fiscalización y auditoría del Estado.....	59
CAPÍTULO III	61
3. METODOLOGÍA Y PROPUESTA DE TRABAJO.....	61

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	61
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	61
3.3 PROPUESTA DE TRABAJO	63
3.3.1 Antecedentes	63
3.3.2 Gestión de los Recursos Humanos.....	64
3.3.2.1 Las responsabilidades.....	64
3.3.2.2 Régimen laboral	64
3.3.3 Gestión de logística.....	65
3.3.3.1 Alimentación.....	65
3.3.3.2 Transporte interno	65
3.3.3.3 Alojamiento	65
3.3.4 Gestión de las Comunicaciones.....	66
3.3.5 Gestión de Maquinaria y Equipos	67
3.3.6 Gestión de los Materiales.....	68
3.3.7 Suministro de energía	68
3.3.8 Suministro de agua potable.....	68
3.3.9 Instalaciones sanitarias	69
3.3.10 Instalaciones de Refugio	69
3.3.11 Control topográfico	69
3.3.12 Clima	69
3.3.13 Fuente de materiales.....	70
3.3.14 Mitigación de impactos ambientales.....	70
3.3.15 Replanteo general	72
3.3.15.1 Topografía.....	72
3.3.16 Planos constructivos	73
3.3.17 Frentes de trabajo	74
3.3.17.1 Frente 1	74
3.3.17.2 Frente 2.....	75
3.3.17.3 Frente 3.....	77
3.3.17.4 Frente 4.....	79
3.3.18 Actividades complementarias.....	80
3.3.18.1 Ensayos de laboratorio de suelos y de hormigones....	80
3.3.18.2 Mitigación ambiental.....	81
3.3.18.3 Elementos de protección e información	82

3.3.18.4 Limpieza y retiro de campamento	83
CAPÍTULO IV.....	84
4. DESARROLLO Y ANALISIS DE CRONOGRAMA DESARROLLADO DE TRABAJO.....	84
4.1 CRONOGRAMA INICIAL	84
4.2. REPROGRAMACIÓN DEL CRONOGRAMA INICIAL DE	85
4.2.1. Antecedentes	85
4.2.2. Metodología constructiva del embaulamiento	87
4.3. CRONOGRAMA DE REPROGRAMACIÓN	93
4.4. ANÁLISIS DE LOS GRÁFICOS Y VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	93
4.4.1. Análisis de los gráficos.....	93
4.4.2. Valoración de los resultados	98
CAPITULO V.....	100
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
5.1. CONCLUSIONES	100
5.2. RECOMENDACIONES	101
REFERENCIAS	103
ANEXO 1	105
FOTOS CAPACITACIÓN	105
ANEXO 2	108
FOTOS FACILIDADES TEMPORALES	108
ANEXO 3	112
FOTOS COLOCACIÓN DEL TABLESTACADO; CAUCE DEL RIO	112
ANEXO 4	118
FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO	118
ANEXO 5	124
FOTOS ENSAYOS DE LABORATORIO	124
ANEXO 6	127
FOTOS MANEJO DE DESECHOS	127

ANEXO 7	130
CONTRATO	130
ANEXO 8	131
Cronograma Inicial	131
ANEXO 9	132
Cronograma Reajustado	132

Índice de gráficos

Gráfico 1: Utilización de recursos .. ¡Error! Marcador no definido.	
Gráfico 2. Relación entre eficiencia, efectividad y productividad	24
Gráfico 3. Grupos de procesos de la dirección de proyectos	26
Gráfico 4. Ejemplo de diagrama de Gantt	31
Gráfico 5. Diagrama de actividades en el nodo	35
Gráfico 6. Diseño suceso-actividad.....	36
Gráfico 7. Metodología de la ruta crítica	38
Gráfico 8. Diferencias entre métodos de programación	40
Gráfico 9. La curva costo/utilidad	43
Gráfico 10. Curva de inversión parcial para el cronograma inicial	94
Gráfico 11. Curva de inversión parcial para el cronograma reprogramado	95
Gráfico 12. Curva de inversión parcial para ambos cronogramas	95
Gráfico 13. Curva de inversión acumulada para el cronograma inicial	96
Gráfico 14. Curva de inversión acumulada para el cronograma reprogramado	96
Gráfico 15. Curva de inversión acumulada para ambos cronogramas	98

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del río San Pedro y el proyecto de embaulamiento	62
Figura 2. Conformación del Frente 1 de los trabajos	74
Figura 3: Conformación del Frente 2 de los trabajos	76
Figura 4: Secciones transversales del embaulamiento	77
Figura 5. Conformación del Frente 3 de los trabajos	78
Figura 6. Conformación del Frente 4 de los trabajos	79
Figura 7: Ejemplo de Tablestacado.....	87
Figura 8. Sección encauzamiento del río	88
Figura 9. Sección base para losa de cimentación	89
Figura 10. Sección losa de cimentación.....	89
Figura 11. Sección fundición de muros.	90
Figura 12. Sección fundición de losa y muros (segunda etapa)..	91
Figura 13. Sección fundición de losa superior.....	92
Figura 14. Capacitación de los Trabajadores I.....	106
Figura 15. Capacitación de los Trabajadores II.....	106
Figura 16. Capacitación de los Trabajadores III.....	107
Figura 17. Capacitación de los Trabajadores IV.	107
Figura 18. Primeros auxilios.....	109
Figura 19. Bodega I.....	109
Figura 20. Bodega II.....	110
Figura 21. Bodega III.....	110
Figura 22. Cafetería	111
Figura 23. Oficinas	111
Figura 24. Colocación del tablestacado cauce bajo del río I	113
Figura 25. Trabajos con el cauce bajo del río II	113
Figura 26. Trabajos con el cauce bajo del río III	114
Figura 27. Trabajos con el cauce bajo del río IV	114
Figura 28. Trabajos con el cauce bajo del río V	115
Figura 29. Trabajos con el cauce bajo del río VI	115
Figura 30. Trabajos con el cauce medio del río I	116

Figura 31. Trabajos con el cauce medio del río II	116
Figura 32. Trabajos con el cauce alto del río I	117
Figura 33. Trabajos con el cauce alto del río II	117
Figura 34. Mejoramiento del suelo para fundir losa de cimentación I	118
Figura 35. Mejoramiento del suelo para fundir losa de cimentación II	119
Figura 36. Mejoramiento del suelo para fundir losa de cimentación III	119
Figura 37. Fundición de losa de cimentación I	120
Figura 38. Fundición de losa de cimentación II	120
Figura 39. Fundición de los muros I	121
Figura 40. Fundición de los muros II	121
Figura 41. Celda 1 terminada, cauce del río desviado I	122
Figura 42. Celda 1 terminada, cauce del río desviado II	122
Figura 43. Losa superior I	123
Figura 44. Losa superior II	123
Figura 45. Tomando las muestras para el ensayo a compresión I... ..	125
Figura 46. Tomando las muestras para el ensayo a compresión II.. ..	125
Figura 47. Ensayo a compresión.....	126
Figura 48. Ensayo de asentamiento.....	126
Figura 49. Depósitos para basura clasificados I.....	127
Figura 50. Depósitos para basura clasificados II.....	128
Figura 51. Recolección de escombros I	128
Figura 52. Recolección de escombros II	129

Resumen

En el presente trabajo, se analizó la situación actual de la programación de la obra Embaulamiento del Río San Pedro, en el valle de los Chillos, en la ciudad de Quito. Tiene como propósito determinar aspectos favorables y desfavorables al realizar una reprogramación, a través de una compilación de información que ayuda a determinar el por qué se da el fallo en la primera programación de obra.

También permite incrementar estrategias para mejorar y optimizar los rubros que causan el descuadre de la ruta crítica de la programación, aplicando una metodología constructiva y métodos de barras de Henry Gantt y el método de la ruta crítica, poniendo especial énfasis en los rubros que pueden ser afectados en obras de este tipo al trabajar en la rivera de un río, y así lograr un eficiente manejo de recursos, sean estos materiales, maquinaria o mano de obra, optimizándolos de tal manera, que el proyecto sea lucrativo para la empresa, dejando un precedente que será de mucha utilidad en obras similares.

Palabras clave: programación de obra, reprogramación de obra, barras de Henry Gantt, ruta crítica

Introducción

El presente proyecto propone un plan de optimización de recursos mediante un manejo adecuado de los rubros de la programación inicial de la obra, que serán reestructurados en una reprogramación.

Planteado el proyecto, se toma como tema de estudio la obra: Embaulamiento del Río San Pedro, pues constituye una obra de especiales características al ser construida directamente sobre el lecho del río y nos permite identificar las falencias al programar una obra de este tipo sin las debidas previsiones en una correcta metodología de construcción.

El proyecto consta de 5 capítulos que serán detallados a continuación:

El Capítulo I contiene el objeto de la investigación de este proyecto, el planteamiento del problema, los objetivos y justificación.

El Capítulo II, es el marco referencial o estado del arte, y está compuesto por los conceptos que nos ayudarán a entender brevemente lo que es un proyecto y la planificación del mismo. También encontraremos los principales aspectos legales que están acordes a lo planteado.

En el Capítulo III, se redacta una metodología que servirá de apoyo y que responde al objetivo que se quiere cumplir con este estudio, revisando la situación actual del proyecto.

En el Capítulo IV, se muestra el desarrollo de la metodología y el análisis del cronograma detallado para la obra, que incluye la

programación inicial, la reprogramación propuesta y el análisis de la ruta crítica dentro del cronograma, además de la comparación entre ambas programaciones, analizando los rubros que se manipularon para lograr la optimización.

Finalmente, el Capítulo V entrega las conclusiones y recomendaciones obtenidas con el desarrollo del proyecto.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudad de Quito ha experimentado un gran crecimiento espacial desde sus orígenes en el siglo XVI, como una diminuta capital colonial de 8 hectáreas hasta la metrópoli actual, que abraza más de 290.700 hectáreas. El crecimiento actual ha sido tal, que la ciudad se ha expandido hacia los valles aledaños, creando tramas suburbanas.

Uno de los valles ocupados, es el conocido como Los Chillos, que registra un crecimiento en la población y los vehículos, por lo que se hace necesario mejorar el tránsito y la conectividad con Quito. Una de estas opciones es la construcción de viaductos, por esta razón, la autopista Rumiñahui necesita de obras complementarias como La Armenia I.

Para garantizar la descongestión y evitar el acceso a uno de los puntos más críticos de la zona (El Triángulo) se decidió el rediseño de un tramo. Al inicio del proyecto, la circulación de los automóviles que suben y bajan al valle de Los Chillos debía pasar por un viaducto por debajo de la autopista, pero los técnicos dieron a conocer que dicha circulación se tornaría compleja. Por esto, se decidió que los carriles en el sentido Valle – Quito, pasen por debajo del puente del río San Pedro. Este constituye uno de los principales motivos por los que se realizó el embaulamiento del río.

El embaulamiento del Río San Pedro, se extiende por 780 metros y contará con tres canales para albergar el caudal.

Debido a la importancia social de este proyecto, que permitirá mejorar el flujo vial en la zona, se hace necesario recuperar los atrasos del cronograma, acortando los períodos de ejecución para así garantizar el menor impacto posible al programa de ejecución contractual, con la calidad establecida y optimizando al máximo los recursos.

Es por esto, que el propósito de este estudio es establecer una metodología de construcción que contenga todas las etapas: planeación, programación y control de obra, partiendo del fallo que presentó la programación inicial, utilizando herramientas que permitan procesar de una forma eficiente, la información que servirá de base para detectar nuevas posibles desviaciones al programa contractual y así poderlas corregir en tiempo, garantizando el feliz término de la obra.

Por lo anterior expuesto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede rediseñar la programación del proyecto denominado “Embaulamiento del Río San Pedro, facilidades de tránsito Armenia 1”?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Generar un modelo de gestión para el rediseño de la programación de la obra del Embaulamiento del Río San Pedro, con el fin de optimizar el cronograma inicial del proyecto.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar una metodología que permita la reprogramación del cronograma inicial de la obra, utilizando la metodología Project Management Institute (PMI), con criterio de productividad y eficiencia.
- Analizar las actividades críticas del proyecto de acuerdo a una estructura analítica de trabajo.
- Desarrollar un cronograma de reprogramación y optimización del proceso productivo de construcción.
- Determinar la desviación de la programación inicial y reprogramación planteada de la obra.
- Obtener un modelo de gestión referencial a través de la metodología planteada para su aplicación a proyectos similares con la misma complejidad de construcción.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La planificación como parte fundamental de este trabajo es necesaria para lograr los objetivos propuestos, estos nos permitirán controlar la ejecución de la obra, programas y costos, detectando las desviaciones oportunamente, lo que permitirá tomar las medidas correctivas a tiempo para cumplir con calidad dentro del tiempo esperado.

La propuesta de investigación de este tema es de gran interés y sirve de apoyo para el desarrollo de la industria de la construcción, en especial en obras hidráulicas, permitiendo además, aportar información detallada y válida para proyectos similares y así establecer puntos de mejoras dentro de estos.

Permite establecer la definición de los alcances de las partes involucradas en el desarrollo de un proyecto, partiendo de la

adjudicación del contrato hasta el término de este, utilizando mecanismos que nos permitan procesar de manera rápida, la información que servirá como base para definir la tendencia en calidad, costo y tiempo de acuerdo a lo ofertado.

Los conceptos y recomendaciones que se desarrollarán aquí, no son nuevos, se han venido aplicando en algunas empresas de una forma u otra, pero se ha detectado que no expresan una coordinación adecuada en lo referente a la planeación, programación y control de obra.

CAPÍTULO II

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 Proyecto

Un proyecto es una serie o conjunto de actividades, esta secuencia de eventos o actividades con principio y final identificados, se centra en alcanzar un objetivo claro, que requiere de una gerencia o administración eficaz del proyecto con la finalidad de lograr la meta propuesta basándose en parámetros establecidos, tales como tiempo, costos y recursos, manteniendo siempre el nivel de calidad especificado; el mismo se diferencia de un proceso en que siempre hay un momento en el que un proyecto termina y se ha alcanzado el objetivo. (Guinea & Pastor, 2007)

En su definición general y más amplia, un proyecto es un conjunto articulado y coherente de actividades dirigidas a alcanzar uno o varios objetivos, basándose en una metodología establecida, es necesario para el mismo contar con el personal idóneo y de recursos establecidos dentro de un presupuesto, para el cual existe una programación de un cronograma con un tiempo de duración limitado.(TOVAR, 2008)

Para ello se disponen de recursos específicos habitualmente, limitados como son: recursos económicos (capital disponible y créditos), materiales (herramientas, equipos e instalaciones) y recursos humanos (las habilidades, conocimientos y esfuerzos conjuntos de un grupo de personas asignadas al proyecto) o equipo de proyecto. También se deben incluir los recursos de información, los sistemas y las técnicas de gerencia. (Rodríguez, 2007)

La palabra proyecto, tiene una doble acepción en el mundo de la construcción. Según García, E. (2002) “un proyecto de construcción involucra la creación e intervención sobre el hábitat humano, pero también, es un

término que se utiliza para referirse al conjunto de planos, planillas y documentos que representan y sirven de instrumentos físicos para la realización del proyecto”.

2.1.2 La productividad de un proyecto

Es una relación entre lo producido y gastado en ello. Se puede expresar como:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{CANTIDAD PRODUCIDA}}{\text{RECURSOS EMPLEADOS}}$$

Fuente: (Serpell, 2006)

Por lo tanto, la productividad comprende la eficiencia y la efectividad, esta indica la relación entre eficiencia (buena utilización de los recursos), efectividad (cumplimiento o logro de las metas deseadas) y productividad.(Serpell, 2006)

El objetivo de cualquier empresa o proyecto de construcción es ubicarse en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad, ya que solo en dicha posición es posible lograr una alta productividad.(Serpell, 2006)

Gráfico 1: Utilización de recursos

		UTILIZACION DE RECURSOS	
		POBRE	BUENA
LOGRO DE METAS	ALTO	EFFECTIVO PERO INEFICIENTE	EFFECTIVO Y EFICIENTE AREA DE ALTA PRODUCTIVIDAD
	BAJO	INEFICIENTE E INEFECTIVO	EFICIENTE PERO INEFECTIVO

Fuente: (Serpell, 2006)

La productividad requiere para su logro, que todos los niveles de una organización aporten a ella. La organización, tanto en su accionar interno como en su interacción con el entorno, debe proveer las condiciones y recursos para que los grupos de trabajo puedan llevar a cabo sus tareas de manera productiva. A su vez, los grupos de trabajo, en su conformación y dirección deben aportar a cada uno de los individuos que los conforman, las condiciones y recursos para permitirles lograr una alta productividad. Finalmente, los individuos aportan sus habilidades y actitudes para obtener una alta productividad en sus tareas específicas.(Serpell, 2006)

Ejemplificando lo anteriormente mencionado sobre la base de un proyecto de construcción, la organización corresponde a todo el personal que forma el equipo de proyecto, desde el gerente o administrador del proyecto hasta el trabajador que realiza el trabajo más simple en el terreno. La responsabilidad de lograr una organización productiva recae en el administrador del proyecto, quien debe proveer los recursos y capacidades necesarias para ejecutar las obras, la dirección, planificación y control de estos recursos y de todo el proceso, las decisiones respecto a la metodología, secuencia y otros aspectos relevantes, un

ambiente de trabajo adecuado y la información para que los grupos de trabajo puedan desempeñarse productivamente. (Serpell, 2006)

A su vez, los grupos de trabajo, por ejemplo una cuadrilla, deben contar con una adecuada dirección y con el personal apropiado para cumplir con sus tareas, deben ser bien conformados y balanceados sobre la base de las capacidades requeridas y deben contar con los recursos necesarios. Finalmente, los trabajadores se desempeñan más o menos productivamente, si cuentan con la capacitación necesaria, si están debidamente motivados o si no están restringidos por factores externos en la ejecución de sus tareas (Serpell, 2006)

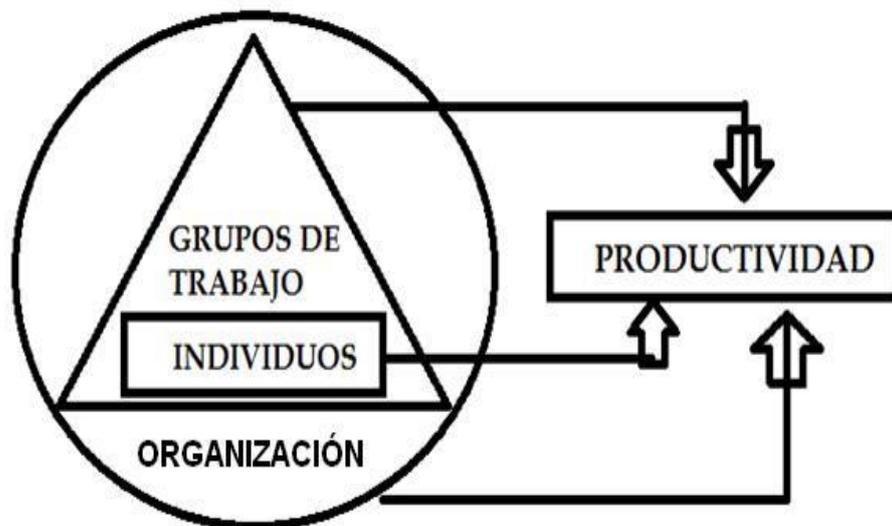


Gráfico 2. Relación entre eficiencia, efectividad y productividad

Fuente: Elaboración propia Santiago Chávez

2.1.3 Dirección de proyectos

La gestión de un proyecto necesita un líder que aplique los conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las diferentes actividades de un proyecto para que este cumpla con las metas establecidas. La dirección de un proyecto se estructura a partir de la identificación y desarrollo de las fases o grupos de procesos, tales como inicio, planificación, ejecución, seguimiento, control, y cierre. La persona responsable del alcance de los objetivos en un proyecto es el director, el cual debe tener las competencias necesarias para desempeñar su rol con eficacia. (AEIPRO, 2009)

El director de proyecto, en el momento de determinar los objetivos del proyecto, debe cuidar que estos sean redactados de una forma clara, y que sean alcanzables. Todo proyecto tiene demandas de calidad, alcance, tiempo y costes, el director de proyecto debe ser capaz de brindar su atención a cada una de estas demandas, sin descuidar las demás. (AEIPRO, 2009)

Los procesos de la dirección de proyectos plantean una integración e interacción de los propósitos a los que responden. Los procesos de la dirección de proyectos están agrupados en cinco categorías:(Project Management Institute (PMI), 2013)

2.1.3.1 Iniciación de proyecto

Son los procesos que se realizan para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase. Es aquí donde se define el alcance inicial y se establecen los recursos financieros iniciales, los interesados internos y externos que participarán o ejercerán algún tipo de influencia en el resultado final del proyecto.(Project Management Institute (PMI), 2013)

Es entonces que se procede a la aprobación del acta de constitución del proyecto y solo después de este paso es que se considera oficialmente autorizado el proyecto. El límite de un proyecto no es más que el momento en que se autoriza el inicio o la finalización de un proyecto o una fase de este.(Project Management Institute (PMI), 2013)

El principal objetivo de este grupo de procesos, está dado en alinear las expectativas de los interesados con el proyecto, brindarles visibilidad del alcance y los objetivos trazados, así como mostrar que su participación en el proyecto y fases asociadas asegurará la obtención de sus expectativas.(Project Management Institute (PMI), 2013)

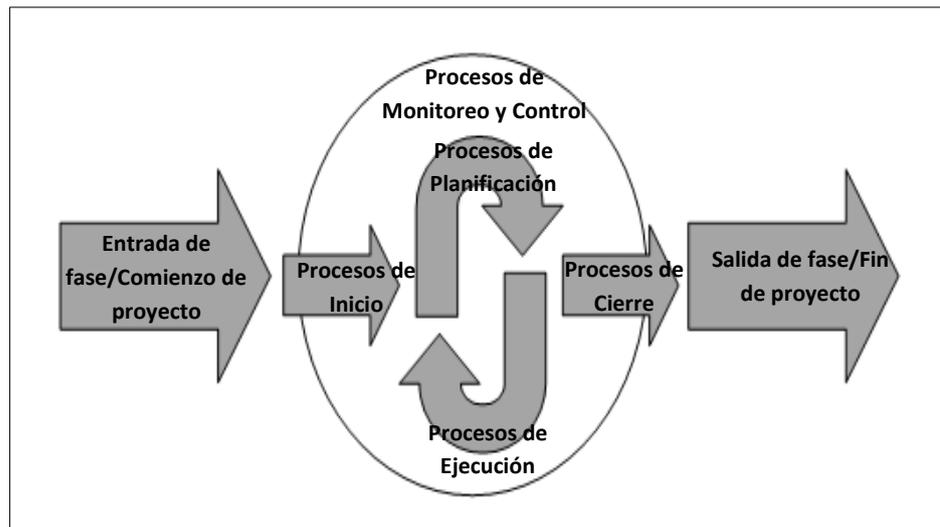


Gráfico 3. Grupos de procesos de la dirección de proyectos
Fuente: (Project Management Institute (PMI), 2013), elaboración propia:
Santiago Chávez

2.1.3.2 Planificación o planeación de proyecto

Procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto. Estos desarrollan el plan para dirigir el proyecto y los documentos que se utilizarán para llevarlo a cabo. (Ayala Padilla & Pasquel Meneses, 2012)

Los cambios que se pueden producir a lo largo del proyecto, harán reconsiderar uno o más de los procesos de planeación y tal vez de inicio. Esta suma progresiva de nuevos detalles al plan para la dirección del proyecto se denomina elaboración progresiva, lo que indica que la planificación y documentación son actividades iterativas y continuas. Las actualizaciones realizadas aportan mayor precisión al cronograma, a sus costos y a los recursos necesarios para cumplir con el alcance establecido para el proyecto. (Project Management Institute (PMI), 2013)

La planeación es una de las formas sostenibles que tienen las empresas para generar valor. En estos términos la planeación de proyectos arroja beneficios tangibles e intangibles. Lo tangible está representado por los ahorros que se obtienen cuando un proyecto se realiza bien planeado evitando los onerosos errores constructivos asociados a proyectos improvisados y ejecutados sobre la marcha. Otro de los grandes beneficios en este aspecto, se logra por la eficiencia que se alcanza en la ejecución ordenada de los procesos administrativos y operativos, y el conocimiento

claro y preciso del camino a seguir para alcanzar los objetivos propuestos.(Millán, 2010)

La planeación es requisito indispensable para pasar a la acción; constituye la piedra angular de la gerencia de proyectos. Con ella, el riesgo implícito de construir se minimiza y las posibilidades de éxito se maximizan. Planear no es una opción, es una obligación; trascendental para la competitividad y supervivencia de las organizaciones. (Millán, 2010)

El principal objetivo de este grupo de procesos es que traza las estrategias, tácticas y la ruta para llevar a buen término el proyecto o fase del mismo.(Project Management Institute (PMI), 2013)

2.1.3.3 Ejecución del proyecto

Son los procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto para cumplir con las especificaciones del mismo. Las funciones de este grupo implican coordinar personas y recursos, gestionar las expectativas de los interesados e integrar y ejecutar las actividades del proyecto conforme al plan para la dirección del proyecto.(Project Management Institute (PMI), 2013)

En esta etapa, luego de tener todos los recursos disponibles, el proyecto es ejecutado. Es fundamental cumplir a cabalidad con lo expresado en el cronograma de actividades. De esa forma, se garantiza que los recursos disponibles permitirán completar el proyecto, gran parte del presupuesto del proyecto será utilizado en la realización de los diferentes procesos del grupo de procesos de ejecución.(Villarroel Ponce, 2015)

2.1.3.4 Monitoreo y Control del proyecto

En este grupo se llevan a cabo los procesos requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar las posibles áreas donde el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. (Project Management Institute (PMI), 2013)

El grupo de procesos de monitoreo y control también es responsable de:

- Controlar los cambios y sugerir acciones correctivas para anticipar posibles dificultades o problemas.
- Monitorear las diferentes actividades que se llevan a cabo en el proyecto, para establecer si difieren de la guía establecida en el plan de la dirección del proyecto y así medir el desempeño como tal del proyecto.
- Influir en los factores que pueden esquivar el control integrado de cambios o la gestión de la configuración, de tal forma que solo se ejecuten los cambios aprobados.(Project Management Institute (PMI), 2013)

El monitoreo estable permite al equipo del proyecto conocer cuál es la salud del proyecto y determina las diferentes áreas que necesitarían mayor atención por parte del equipo.(Project Management Institute (PMI), 2013)

2.1.3.5 Cierre del proyecto

Procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, para cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo. Este grupo es el encargado de verificar que los procesos definidos se hayan completado, con el objetivo de cerrar el proyecto y además establece formalmente que

el proyecto o fase del mismo ha finalizado.(Project Management Institute (PMI), 2013)

Durante esta fase del proyecto puede ocurrir que:

- Se obtenga la aceptación del cliente para cerrar formalmente el proyecto.
- Se realice una revisión tras el cierre.
- Se registren todos los impactos que conllevaron la adaptación del proyecto.
- Se documenten los aportes y lecciones del proyecto, a manera de memoria.
- Se apliquen las actualizaciones a los activos de los procesos de la organización.
- Se archiven todos los documentos importantes del proyecto en el sistema de información para la dirección de proyectos, que posteriormente podrán ser usados como datos históricos.
- Se cierren todas las actividades de adquisición y se asegure la finalización de los acuerdos relevantes.
- Se realicen las evaluaciones de los miembros del equipo y se liberen los recursos del proyecto.(Project Management Institute (PMI), 2013)

2.1.4 Plan de contingencia y aplicación del WBS Como herramienta de planeación

El Work Break Down Structure (estructura de la división del trabajo previo análisis, WBS) es una poderosa herramienta que ayuda, a planear, organizar y controlar cualquier tipo de proyecto, entendiéndose como proyecto, al grupo de tareas que se ejecutan en un período de tiempo determinado para lograr un conjunto de objetivos específicos y puede ser utilizada con bajos recursos financieros o de personal.(U.S. Department of energy, 2003)

La WBS es un documento similar a una lista de materiales, la cual divide el total de trabajo en paquetes de trabajo manejables, estos paquetes están divididos en los elementos mayores, y los elementos mayores son más tarde subdivididos para desarrollar una lista de todas las partidas de trabajo que deberán de ejecutarse para terminar el proyecto. Sirve como marco a través del cual, el programa y desempeño del costo pueden ser comparados contra el presupuesto según vaya avanzando el proyecto, además examina también la fase de organización para determinar las herramientas necesarias para alcanzar las metas del proyecto. (U.S. Department of energy, 2003)

La WBS está basada en algunas reglas y conceptos fáciles de comprender, y una vez que se han entendido, la técnica es lo suficientemente flexible para utilizarse en un proyecto. El Trabajo requerido para determinar un proyecto consiste frecuentemente de un número abrumadoramente basto de tareas complejas. El WBS remueve la naturaleza abrumadora y compleja del trabajo, por ello el trabajo del proyecto no es más que un gran número de tareas.(U.S. Department of energy, 2003)

2.1.5 Métodos y técnicas de programación utilizados en el proceso de planificación del proyecto

Una vez planeado y examinadas las diferentes actividades por realizarse en un proyecto es necesario emplear métodos y técnicas para el cálculo de los tiempos.

En cuanto a los métodos de programación los más comunes son:

- Diagrama de barras o diagrama de Gantt

- Diagrama de red o modelo
- Diagrama de PERT
- Ruta crítica

2.1.5.1 Diagrama de barras o diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es un instrumento utilizado para programar y planear trabajos durante un período de tiempo determinado, mediante una cómoda y factible apreciación de las tareas a ejecutar. El mismo posibilita llevar a cabo el monitoreo del avance de cada fase en un proyecto, mostrando gráficamente, mediante barras, la duración y sucesión de las diferentes tareas que conforman cada etapa, así como el calendario general del proyecto y su fecha de terminación pronosticada.

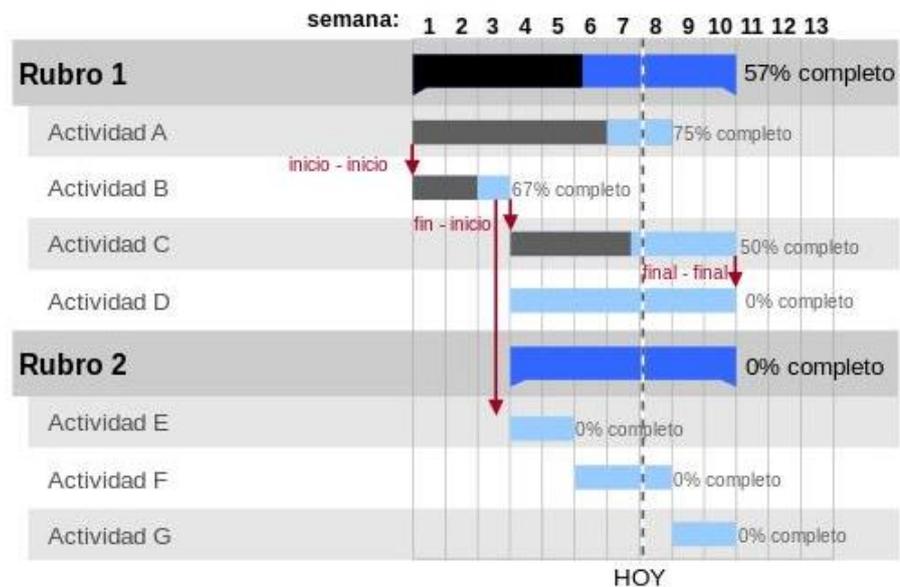


Gráfico 4. Ejemplo de diagrama de Gantt

Fuente: (Saucedo, 2010)

Las partes que componen el diagrama de Gantt son:

- Operación o concepto
- Barra representando la duración de cada actividad
- Fecha de inicio y terminación
- Comparación trabajo real con el trabajo planeado

- La programación de actividades debe contemplar fechas en días hábiles.(Saucedo, 2010)

Ventajas de los diagramas de Gantt

- Simplifica la visión de un sistema complejo. Representa de forma gráfica la organización de las fases de un proyecto, facilitando la comprensión de todo el proceso.
- Ordena las ideas, al dividir las acciones y objetivos en segmentos más controlables, que crea un conjunto con todas sus piezas.
- Favorece al establecimiento de plazos realistas, tomando una perspectiva de los tiempos más acertada y útil para los objetivos planificados.
- Facilita a otras personas, que no son especialistas en el tema, y que además no están inmersos en el proyecto, la comprensión de las fases del proyecto. Puesto que resulta una herramienta muy gráfica, ayuda que todos perpetúen los objetivos y el momento dónde tendrá lugar la acción planificada.

Desventajas de los diagramas de Gantt.

- Se tornan en extremo complejos en proyectos donde confluyan varias tareas a realizar y múltiples recursos a considerar para llevarlo a feliz término.
- La longitud de las barras expresa sólo el recurso tiempo, por lo que no es indicativo de cantidades de trabajo, ni de otros recursos.
- Requiere constante actualización durante el desarrollo del proyecto, puesto que las condiciones planificadas varían en el tiempo.
- No puede ser visualizado en una sola hoja de papel, generalmente prevalece el largo sobre el ancho, en sus

dimensiones, entonces resulta más práctico en visualizaciones digitales.

2.1.5.2 Diagrama de red o modelo

En la conformación del diagrama de red se simbolizan las relaciones entre las actividades a través de flechas, a las cuales se denominan ramas o marcos. En los extremos de las ramas se ubican los inicios y fin de cada actividad en forma de círculos, a los cuales llamamos nodo. Otro término empleado en este tipo de programación es el evento, que constituye la conjunción de actividades que conducen al nodo.

Se estima entonces que éste es una representación gráfica que permite presentar los datos que se están manejando, de manera que resulten más fáciles; utilizando la acción de tejidos para graficar las relaciones de preferencias entre las actividades, en la que se llevara a cabo el dinamismo como parte de un proyecto. Los nodos o programas vendrían a representar la unión de la iniciación y culminación del proyecto que van a constituir, todas las actividades o acciones incluidas en las tramas o puntos.(FUNDIBEQ, 2012)

Podemos decir también que “una red consiste en un conjunto de puntos y un conjunto de líneas que unen ciertos pares de puntos. Los puntos se llaman nodos(o vértices) las líneas se llaman arco (o ligaduras, aristas o ramas)(FUNDIBEQ, 2012)

Con ello se verifica que las redes vienen a ser un conjunto de mallas o tejidos asociados que permiten graficar las relaciones de preferencias entre las actividades, permitiendo acceder a la unión de puntos en las que están constituidas las curvas. (FUNDIBEQ, 2012)

Existen principios básicos que se tienen que comprender para poder realizar un diagrama de red, existen diferentes formatos que se pueden utilizar para dibujar el diagrama y estos son: actividad en el cuadro (AEC) y actividad en la flecha (AEF) (FUNDIBEQ, 2012)

Para preparar un diagrama de red es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Seleccionar el formato a emplear (AEC o AEF).
2. Dibujar las actividades en procedencia lógica.
3. Pensar en términos de que actividades pueden ir relacionadas entre sí, examinar cuales pueden empezar al terminar una actividad y cuales pueden realizarse al mismo tiempo en que se esté realizando otra actividad.
4. Dibujar un boceto del diagrama de red no a detalle.
5. Es preferible que el diagrama este en una sola hoja para su posterior análisis.
6. Especificar los tiempos de inicio y terminación de holguras totales.
7. Si existe una división de trabajo hay que especificarlo.
8. Especificar las responsabilidades.
9. Presentar el diagrama ya en forma detallada.

(FUNDIBEQ, 2012)

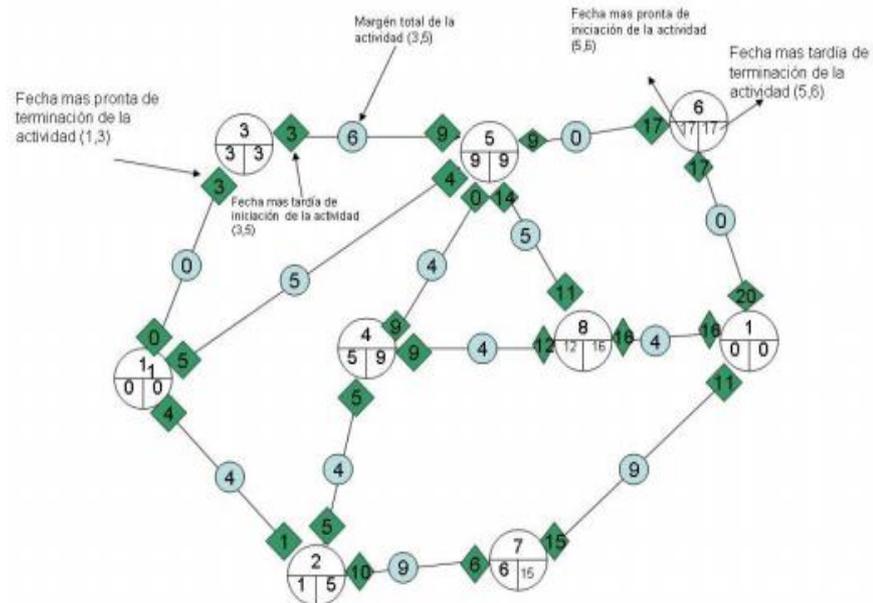


Gráfico 5. Diagrama de actividades en el nodo
Fuente:(Clements, 2003)

2.1.5.3 Diagrama de PERT

El método PERT (Program Evaluation & Review Technique): Creado para proyectos del programa de defensa del gobierno norteamericano entre 1958 y 1959. Se utiliza para controlar la ejecución de proyectos con gran número de actividades desconocidas que implican investigación, desarrollo y pruebas.(Chávez, Gibaja, Jalisto, & Vera, 2013)

Es una técnica de evaluación y revisión de programas porque implementa el cálculo probabilístico de las duraciones de las actividades. Implementa tres posibles duraciones que son: duración óptima, media y pesimista.

- **Tiempo optimista:** Mínimo periodo de tiempo posible que es necesario para realizar una actividad.
- **Tiempo más probable:** Es la mejor estimación de tiempo necesario para realizar una actividad.

• **Tiempo Pesimista:** Máximo tiempo que se tardaría en realizar una actividad.(Chávez, Gibaja, Jalisto, & Vera, 2013)

El método utiliza una estructura de grafo para la representación gráfica de las actividades o tareas de un proyecto, sus tiempos de comienzo y finalización y las dependencias entre las distintas actividades. (Chávez, Gibaja, Jalisto, & Vera, 2013)

- Las actividades se representan por líneas o flechas (arcos del grafo).
- Los sucesos se representan por círculos (vértices del grafo).

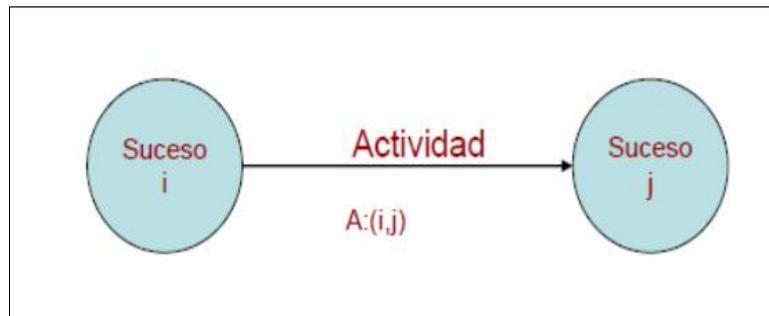


Gráfico 6.Diseño suceso-actividad
Fuente:(Chávez, Gibaja, Jalisto, & Vera, 2013)

Otras aplicaciones de esta técnica son:

- Hacer un estudio de manera de tener un proyecto de coste mínimo.
- Señala que actividades hay que reforzar para terminar en tiempo.
- Detecta y cuantifica holguras totales.
- Identifica el camino crítico formado por actividades críticas en un proyecto.(Chávez, Gibaja, Jalisto, & Vera, 2013)

Las principales ventajas son:

- Permite una planificación prudente, minuciosa y de fácil difusión, que maximizan las probabilidades de conseguir los objetivos del proyecto.
- EL pronóstico de las duraciones y de la certidumbre de las mismas.
- Localizar la atención en los puntos críticos y que demandan de atención porque impiden o demoran la realización del proyecto.
- Anuncia del empleo parcial de los recursos.
- Factible simulación de alternativas.
- La obtención de informes completos y frecuentes del estado del proyecto.

2.1.5.4 Ruta crítica

La ruta crítica es una técnica para la planeación y dirección de todo tipo de proyectos, es muy adecuado para la industria de la construcción, puesto que brinda un enfoque mucho más preciso y útil que las gráficas de barras comunes (diagrama de Gantt) además de permitir una evaluación pronta comparando siempre lo programado contra lo real y así en caso de existir un retraso en lo programado realizando acciones correctivas.(Antill & Woodhead, 1967)

Metodología de la Ruta crítica:

El método de la ruta crítica consta básicamente de dos ciclos:

1. Planeación y programación
2. Ejecución y Control

1. El primer ciclo termina hasta que todas las personas directoras o responsables de los diversos procesos que intervienen en el proyecto están plenamente de acuerdo con el desarrollo, tiempos, costos, elementos utilizados,

coordinación, etc., tomando como base la red de camino crítico diseñada al efecto. Al terminar la primera red, generalmente hay cambios en las actividades componentes, en las secuencias, en los tiempos y algunas veces en los costos, por lo que hay necesidad de diseñar nuevas redes hasta que exista un completo acuerdo de las personas que integran el grupo de ejecución.(Montaño, 1972)

2. El segundo ciclo termina al tiempo de hacer la última actividad del proyecto y entre tanto existen ajustes constantes debido a las diferencias que se presentan entre el trabajo programado y el realizado. Será necesario graficar en los esquemas de control todas las decisiones tomadas para ajustar a la realidad el plan original. Con objeto de entender este proceso. (Montaño, 1972)

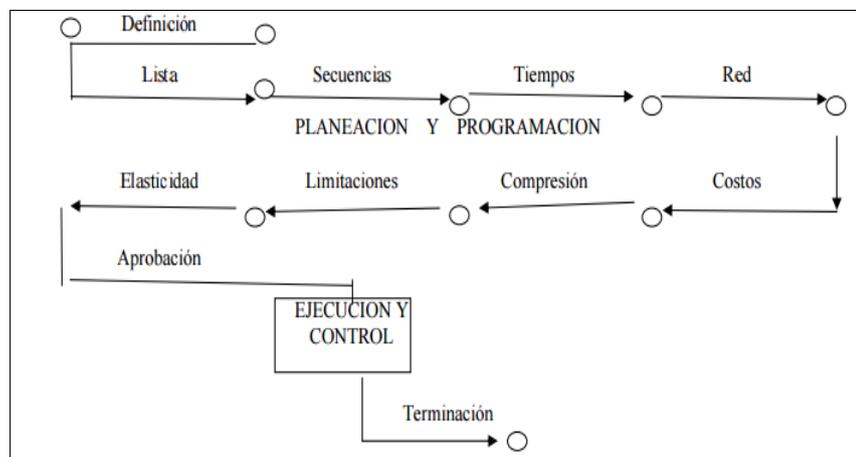


Gráfico 7. Metodología de la ruta crítica
Fuente: (Chávez, Gibaja, Jalisto, & Vera, 2013)

Ventajas y desventajas del CPM:

CPM incita evidentemente a concentrarse en las faenas del camino crítico. Sin embargo no se pronuncia acerca de las labores con mayor riesgo de retrasarse o de más importancia

estratégica. Esto puede crear dificultades, pues sería muy fortuito que tareas críticas; tareas de atraso muy probable; y tareas de importancia estratégica; fueran coincidentes.

Igualmente, resulta habitual utilizar CPM para notificar prioridades a la dirección para la toma de decisiones. Pero de inducir a la administración a encauzarse únicamente en una perspectiva parcializada del proyecto, los desviamos de los verdaderos objetivo se incrementamos el riesgo del emprendimiento, puesto que los imprevistos pueden surgir en actividades que no son centro de atención. Además el término “crítico” induce a tergiversar el aspecto técnico para quien no domine un vocabulario de proyecto, como sucede habitualmente con el personal de la gerencia.

El CPM constituye una sustancial y notable herramienta de gestión de tiempos para proyectos, pero manejado por manos incorrectas, sin un razonamiento más profundo, o como sólo instrumento para la gestión de los tiempos, puede resultar un arma relativamente delicada y perjudicial.

2.1.5.5 Diferencias entre métodos de programación

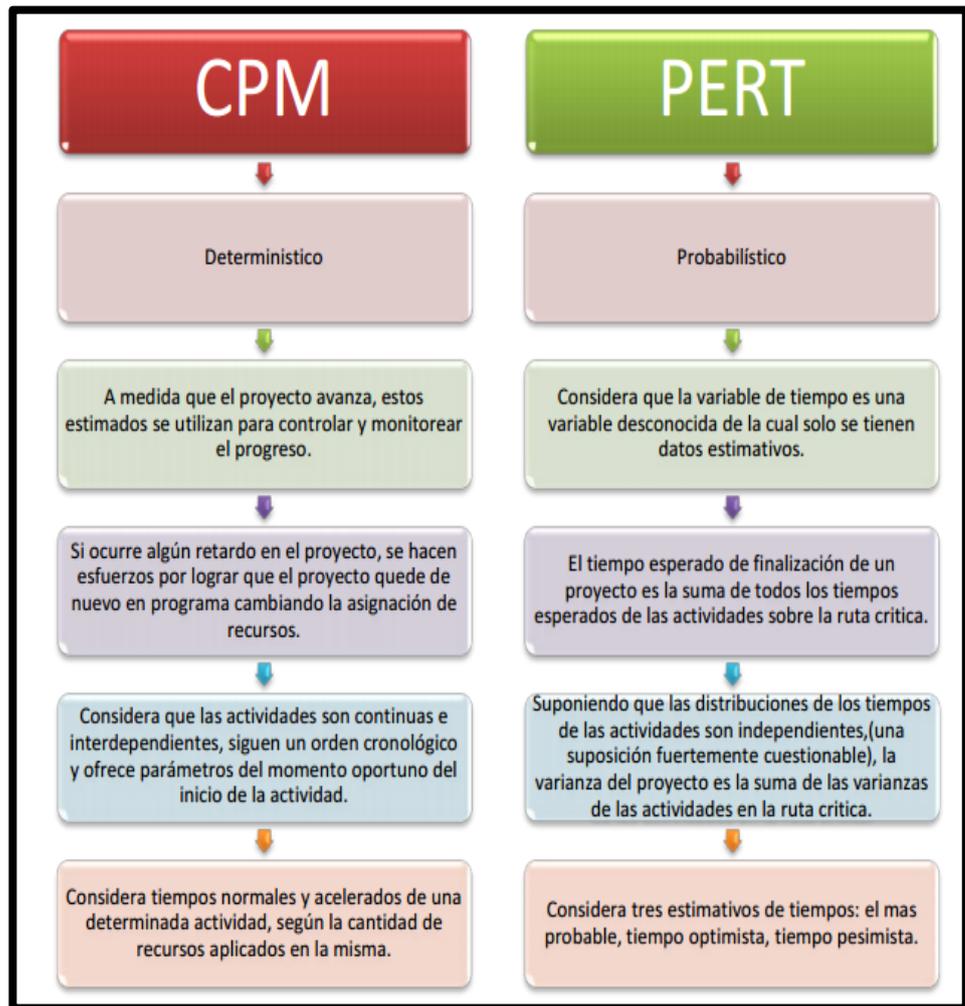


Gráfico 8. Diferencias entre métodos de programación
Fuente: (Chávez, Gibaja, Jalisto, & Vera, 2013)

2.1.6 Análisis de costos, tiempo e influencia en la programación de obra

El proceso constructivo es importante porque va a determinar cómo se pone en marcha lo planeado en el proyecto. Se basa en las especificaciones y programas contemplados para el proyecto, lleva un orden y secuencia de tal manera que cada actividad especificada en el mismo debe realizarse en el tiempo establecido y con los recursos necesarios. (Martinez, 1997)

El empleo del efectivo de todos los recursos de la construcción es la función más importante en la dirección de la misma y el

proceso constructivo será realizado en el tiempo y forma siempre y cuando se tengan los recursos necesarios y estos mismos se empleen de manera correcta y eficiente.(Martinez, 1997)

Durante el proceso de construcción no se hace un buen uso de los recursos, esto ocasiona que no se completen las actividades, generando un incremento en el costo y provoca que el proyecto se retrase si no se cuentan con los fondos necesarios para solventar los incrementos. El contratista y sus trabajadores deben saber lo que se espera de ellos, además de las consecuencias que puede haber en caso de que no cumplan con lo planeado y pactado, generalmente esto está estipulado en el contrato. (Anexo 7)(Martinez, 1997).

Durante un proceso constructivo se deben tener reuniones periódicas con los supervisores para ver el avance en el proyecto y de esta manera hacer una evaluación del mismo, proponer cambios de ser necesarios, supervisar paso a paso el proceso que se utilice, revisar qué está programado durante la semana, mes, etc. Supervisar qué actividades están por hacerse y cuales ya se elaboraron, llevar todo un programa de evaluación de la construcción.(Martinez, 1997)

2.1.7 Análisis de la curva de inversión

Es un instrumento para el control del avance de una obra, la cual es la representación gráfica de la relación costo acumulado-tiempo de dicho proyecto, y que, por su forma de letra S alargada, se conoce también como Curva S.(Ballestrini, 2001)

Hay varias formas de obtener dicha curva, siendo una de las más usuales suponer que el costo de las actividades se reparte en forma uniforme a lo largo de su duración, por lo cual si

dividimos el costo de la actividad entre su duración obtendremos el costo diario de la misma.(Ballestrini, 2001)

Con esta información para cada actividad y la suministrada por el diagrama de Gantt referente a la ubicación de las actividades en el tiempo, es posible obtener tanto la cantidad de dinero necesaria diariamente (histograma de uso del recurso dinero), como la inversión acumulada a lo largo del proyecto (Curva de Inversión o Curva S). Las gráficas pueden ser dibujadas para demostrar la cantidad acumulada de los recursos pronosticados contra el tiempo.(Ballestrini, 2001)

Las curvas S básica de costo/utilidad son comunes para el cliente y el contratista. Para el cliente representa la tarifa en la cual incurrirá el costo de proyecto, la cantidad y la sincronización de los pagos de efectivo, para el contratista, representa la tarifa en la cual el trabajo traerá utilidades a la compañía y también por supuesto, la sincronización y la cantidad de recibos de efectivo.(Ballestrini, 2001)

La curva costo/utilidad, que se muestra en el gráfico 8, es una base conveniente para determinar el progreso del proyecto. El dinero es un factor común en los recursos y actividades en cualquier proyecto, y se puede utilizar generalmente en la medición común del progreso. El progreso alcanzado en el final de cada periodo puede ser determinado colorando el trabajo terminado realmente, en el cual valor planeado original fue registrado.(Ballestrini, 2001)

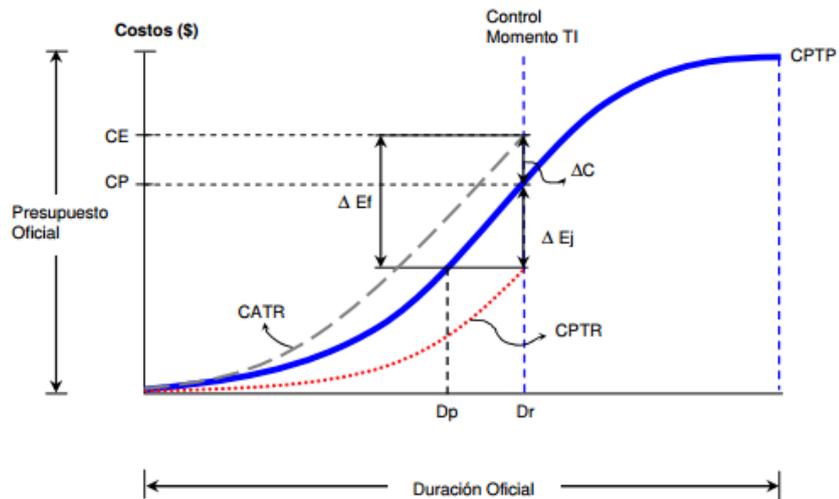


Gráfico 9. La curva costo/utilidad

Fuente:(Ballestrini, 2001)

2.1.8 Reajuste de precios

En el caso de producirse variaciones en los costos de los componentes de los precios unitarios estipulados en los contratos de ejecución de obras que celebren las entidades contratantes, los costos se reajustarán, para efectos de pago del anticipo y de las planillas de ejecución de obra, desde la fecha de variación, mediante la aplicación de fórmulas matemáticas que constarán obligatoriamente en el contrato (Anexo 7), en base a la siguiente fórmula general:

$$Pr = Po (p1B1/Bo+p2C1/Co+p3D1/Do+p4E1/Eo... pnz1/Zo + pxX1/Xo).$$

(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Los símbolos anteriores tienen el siguiente significado:

Pr = Valor reajustado del anticipo o de la planilla.

Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con las cantidades de obra ejecutada a los precios unitarios contractuales descontada la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.

p1 = Coeficiente del componente mano de obra.

p2, p3, p4... pn = Coeficiente de los demás componentes principales

px = Coeficiente de los otros componentes, considerados como "no principales", cuyo valor no excederá de 0,200. Los coeficientes de la fórmula se expresarán y aplicarán al milésimo y la suma de aquellos debe ser igual a la unidad.

Bo = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social; esta cuadrilla tipo estará conformada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas que constarán en el contrato (Anexo 7 - CONTRATO).

B1 = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, expedidos por la ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa, los viáticos, subsidios y beneficios de orden social; esta cuadrilla tipo estará conformada sobre la base de los análisis

de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigente a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Co, Do, Eo,...Zo = Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constará en el contrato.

CI, DI, EI,...ZI = Los precios o los índices de precios de los componentes principales a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

Xo = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a la falta de éste, el índice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas, que constará en el contrato.

X1 = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra y a falta de éste, el índice de precios al consumidor a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

El reajuste de los precios permite la actualización y el acercamiento al contexto económico real existente en el momento y el lugar donde se ejecuta el proyecto. Este puede traer consigo consecuencias positivas o negativas, ya que, en caso de disminuir los precios, el costo de los materiales, el equipamiento u otros factores que intervienen en la ejecución también disminuirán, lo que posibilitará el ahorro del presupuesto destinado a determinadas actividades y por ende una rebaja en el costo final de ejecución. Por el contrario, si la rectificación obliga a aumentar los costos de ejecución como consecuencia de un alza de los importes, será necesario entonces un análisis detallado del

cronograma de ejecución, las actividades a realizar, los tiempos de ejecución, los materiales, el equipamiento, la mano de obra que interviene y el proyecto en sí mismo, para concebir alternativas e idear soluciones técnicas que permitan amortizar esta elevación de los rubros.

2.1.9 Procesos agregadores de valor, de acuerdo a la metodología Project Management Institute (PMI)

2.1.9.1 Planificación de obra

Conjunto de procesos que establecen los esfuerzos para cumplir el objeto del contrato estos procesos planifican y desarrollan la dirección y documentación que se generan y utilizaran para llevarlo a cabo a lo largo del ciclo de vida de la obra. La planificación es gradual siendo estos un proceso repetitivo e interactivo que requiere de la participación de varias personas.(Guía del PMBOK, 4ta edición, 2008)

2.1.9.2 Gestión de adquisiciones

La Gestión de las Adquisiciones de la obra incluye los procesos de compra o adquisición de los productos, servicios que son necesarios obtener fuera del equipo del proyecto. La organización puede ser la compradora o vendedora de los productos, servicios o resultados de un proyecto. La gestión de adquisiciones del proyecto incluye los procesos de gestión del contrato y de control de cambios requeridos para desarrollar y administrar contratos u órdenes de compra emitidas por miembros autorizados del equipo del proyecto.(Guía del PMBOK, 4ta edición, 2008)

La gestión de adquisiciones del proyecto también incluye la administración de cualquier contrato emitido por una organización externa (el comprador) que este adquiriendo el proyecto a la organización ejecutante (el vendedor) así como la administración de las obligaciones contractuales contraídas por el equipo del proyecto en virtud del contrato.(Guía del PMBOK, 4ta edición, 2008)

2.1.9.3 Almacenamiento

Forma parte de los procesos de adquisición del proyecto que garantiza un adecuado manejo, recuperación y disposición de los insumos que cumplen con la ejecución de la obra para obtener de forma adecuada y oportuna cuando se requieren estos.(Guía del PMBOK, 4ta edición, 2008)

2.1.9.4 Ejecución de obra

En este proceso es donde intervienen los insumos establecidos de manera de manera integrada para realizar las actividades de conformidad con la planificación establecida, es en este proceso donde se puede incluir cambios previstos en las actividades sean estas de disponibilidad o productividad de recursos, así como riesgos no anticipados. Se debe adicionalmente gestionar las comunicaciones a los interesados.(Guía del PMBOK, 4ta edición, 2008)

2.1.9.5 Control de obra

Son aquellos procesos requeridos para supervisar, analizar y regular el progreso y desempeño de la obra. Este seguimiento continuo proporciona una retroalimentación y mejora

alternativamente los procesos de plan y ejecución de obra.(Guía del PMBOK, 4ta edición, 2008)

2.1.9.6 Entrega de obra

Proceso lineal del ciclo de vida del proyecto donde se realiza de manera ordenada y controlada los entregables de la obra. Este proceso consiste en finalizar de manera formal, todas las actividades previstas en la planificación.(Guía del PMBOK, 4ta edición, 2008)

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Proyecto

Un proyecto es una serie o conjunto de actividades y tareas que se realizan para lograr un objetivo, en una fecha especificada, que consume tiempo, presupuesto y unos recursos disponibles o establecidos. (Arias, 2004)

2.2.2 Alcance del proyecto

Se refiere a todo el trabajo que debe realizarse para garantizar al cliente que los productos entregables cumplen con los requisitos o criterios de aceptación acordados al inicio del proyecto. (Sabino, 1992)

2.2.3 El costo de un proyecto

Es el monto que el cliente ha acordado pagar por productos entregables. El costo se basa en un presupuesto. (Martinez, 1997)

2.2.4 Programa de un proyecto

Es el cronograma que especifica cuándo debe iniciar y terminar cada actividad. (Martinez, 1997)

2.2.5 Ejecución de un proyecto

Ejecución, según la Real Academia de la Lengua Española, es una acción que se concreta, llevar algo a cabo.

La ejecución de un proyecto es la etapa de desarrollo del trabajo en sí, y representa un reto para el gerente debido a que debe lograr su finalización para una fecha prevista, sin exceder el costo estimado, utilizando los recursos disponibles y cumpliendo con la calidad exigida por las normas y especificaciones establecidas, y además, con todas las normas de seguridad, calidad, protección del medio ambiente y construcción. Los factores que determinan el logro exitoso de un proyecto son: alcance, costo, programa y satisfacción del cliente. (Rodríguez, 2007)

2.2.6 Productividad

La productividad se define como una medición de la eficiencia con que son administrados los recursos para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. (Serpell, 2006)

2.2.7 Satisfacción del cliente

Significa involucrar al cliente en el resultado exitoso del proyecto por medio de su participación activa en él. (Ballestrini, 2001)

2.2.8 Proyecto de Ejecución

Se refiere al proyecto de licitación, el cual es recomendable que sea lo más completo posible ya que siempre es más económico un estudio previo que la sorpresa o variación sobre la marcha.

2.2.9 Proyecto de Construcción

El proyecto de construcción está constituido por el proyecto de licitación complementado con la descripción del proceso constructivo detallado, plan de obra minucioso y plan financiero. (Arias, 2004)

2.2.10 Proyecto de Liquidación

Es el proyecto o la descripción de la obra realizada tal y como quedó una vez concluida. Es conveniente redactar siempre este documento, para Disponer durante toda la vida útil de la obra construida, de la historia y vicisitudes de la construcción, así como de los planos y documentos que reflejan la realidad terminada. (Arias, 2004)

2.2.11 Etapas de un Proyecto

Las etapas de un proyecto no son más que las partes en las que se divide el mismo para su ejecución. Desde un punto de vista muy general puede considerarse que todo proyecto tiene dos grandes etapas: planificación y ejecución. (Martinez, 1997)

2.2.12 Programación de un proyecto

La programación es la determinación de los tiempos para las operaciones que conforman el proyecto, la suma de los tiempos constituye el tiempo total de terminación. Un programa es una tabla de tiempos para un plan y por tanto, no se puede establecer hasta que éste se haya desarrollado, consiste en determinar la duración de cada actividad y establecer la duración total del proyecto. La estimación de los tiempos puede determinarse en base a tres factores: la experiencia, la cantidad de trabajo a realizar y los recursos asignados.(Banco Interamericano de Desarrollo, 1985).

Una programación consta de los siguientes puntos:

- Duración estimada de cada una de las actividades.
- El tiempo de inicio y de terminación necesario para el proyecto.
- Tiempos más tempranos en que se puede iniciar una actividad.
- Tiempos más tardíos en que se tiene que iniciar y terminar cada actividad.
- Holgura positiva o negativa entre el tiempo que se puede y en el que se debe iniciar y terminar cada actividad.
- La ruta crítica.(Banco Interamericano de Desarrollo, 1985).

2.2.13 Ruta crítica de un proyecto

La ruta crítica es la técnica utilizada para la planeación y dirección de todo tipo de proyectos, es muy adecuada para los proyectos de la construcción, ya que brinda un enfoque preciso y útil, además permite una evaluación rápida comparando siempre lo programado inicialmente con lo real ejecutado al momento del

corte y así en caso de existir un retraso en la programación, se pueden realizar las acciones correctivas pertinentes.(Woodhead, 1995).

2.2.14 La gerencia de proyectos y obras

Es un proceso de organización sistemática, que optimiza los recursos humanos y materiales asociados al proyecto, a fin de cumplir los objetivos previstos, tomando en consideración no sólo los aspectos internos, sino también aquellos del entorno que puedan constituir un impacto en el.(Garcia, 2005).

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El propósito de la fundamentación legal es dar un sustento legal a la posible formación e implantación de un área de planeación y proyectos, además de explicar en qué leyes, reglamentos o normas se encuentra su fundamentación no sólo legal sino también financiera. Desde un punto de vista puramente conceptual, el fundamento legal se refiere a dar una explicación en qué leyes y artículos se basa o se fundamenta para que exista dicha área: el área de planeación y proyectos.

2.3.1 Fundamento legal para la existencia de un área de planeación y proyectos para el tercer nivel de gobierno.

La existencia de un área de planeación y de proyectos se fundamenta en la “Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas”, que en su título segundo se refiere a “La Planeación, programación y presupuestación”, y a su vez, se integra de los siguientes artículos:

En el Artículo 17 dice textualmente: En la planeación de las obras públicas y de los servicios relacionados con las mismas, las dependencias y entidades deberán ajustarse a:

I. Lo dispuesto por la Ley General de Asentamientos Humanos.

II. Los objetivos y prioridades del Plan Nacional de Desarrollo y de los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que correspondan, así como a las previsiones contenidas en sus programas anuales.

III. Los objetivos, metas y previsiones de recursos establecidos en los presupuestos de egresos de la Federación o de las entidades respectivas.

2.3.2 Sobre la contratación para la ejecución de obras, adquisición de bienes y prestación de servicios.

Artículo 22.-Plan Anual de Contratación. - Las Entidades Contratantes, para cumplir con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, sus objetivos y necesidades institucionales, formularán el Plan Anual de Contratación con el presupuesto correspondiente, de conformidad a la planificación plurianual de la Institución, asociados al Plan Nacional de Desarrollo y a los presupuestos del Estado. El Plan será publicado obligatoriamente en la página Web de la Entidad Contratante dentro de los quince (15) días del mes de enero de cada año e interoperará con el portal Compras públicas. De existir reformas al Plan Anual de Contratación, éstas serán publicadas siguiendo los mismos mecanismos previstos en este inciso. El contenido del Plan de contratación y los sustentos del mismo se regularán en el Reglamento de la presente Ley.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 25.-Participación Nacional.- Los Pliegos contendrán criterios de valoración que incentiven y promuevan la participación local y nacional, mediante un margen de preferencia para los proveedores de obras, bienes y servicios, incluidos la consultoría, de origen local y nacional, de acuerdo a los parámetros determinados por el Ministerio de Industrias y Competitividad (Mediante D.E. 1558 (R.O. 525, 10-II-2009) se reemplazó como “Ministerio de Industrias”; y fue renombrado, nuevamente, como “Ministerio de Industrias y Productividad” mediante D.E. 1633 (R.O. 566, 8-IV-2009)).(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 26.- Asociación para ofertar.- En los procedimientos a los que se refiere esta Ley los oferentes inscritos en el RUP, sean personas naturales o jurídicas, podrán presentar sus ofertas individualmente, asociadas, o con compromiso de asociación o consorcio. La participación de la consultoría extranjera, sea ésta de personas naturales o jurídicas, se limitará a los campos, actividades o áreas en cuyos componentes parciales o totales no existe capacidad técnica o experiencia de la consultoría nacional, determinadas por el Instituto Nacional de Contratación Pública.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 46.-Obligaciones de las Entidades Contratantes.- Las Entidades Contratantes deberán consultar el catálogo electrónico previamente a establecer procesos de adquisición de bienes y servicios. Solo en caso de que el bien o servicio requerido no se encuentre catalogado se podrá realizar otros procedimientos de selección para la adquisición de bienes o servicios, de conformidad con la presente Ley y su Reglamento.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

2.3.3 De los requisitos y forma de los contratos

Artículo 68.- Requisitos de los Contratos.- Son requisitos para la celebración de los contratos, los siguientes:

1. La competencia del órgano de contratación.
2. La capacidad del adjudicatario.
3. La existencia de disponibilidad presupuestaria y de los recursos financieros necesarios para el cumplimiento de las obligaciones.
4. La formalización del contrato, observando el debido proceso y los requisitos constantes en la presente Ley y su Reglamento.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 69.- Suscripción de Contratos.- Los contratos que por su naturaleza o expreso mandato de la Ley lo requieran se formalizarán en escritura pública dentro del término de quince (15) días desde la notificación de la adjudicación. Los contratos cuya cuantía sea igual o superior a la base prevista para la licitación se protocolizarán ante Notario Público. Los gastos derivados del otorgamiento del contrato son de cuenta del contratista. Las contrataciones que se realicen por el sistema de catálogo se formalizarán con la orden de compra y el acta de entrega. Las contrataciones de menor cuantía se instrumentarán con la factura correspondiente, sin perjuicio de que se puedan elaborar documentos que contengan las obligaciones particulares que asuman las partes. (Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Los demás contratos se otorgarán por documento suscrito entre las partes sin necesidad de escritura pública. Para la suscripción del contrato, será requisito previo la rendición de las garantías correspondientes. Cuando por causas imputables al adjudicatario no se suscriba el contrato dentro del término

correspondiente, la entidad deberá declararlo como adjudicatario fallido y disponer su suspensión del RUP. De existir ofertas habilitadas, la entidad, de convenir a sus intereses, adjudicará el contrato al oferente que hubiera presentado la siguiente oferta de mejor costo. (Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Si el contrato no se celebrare por causas imputables a la Entidad Contratante, el adjudicatario podrá demandar la correspondiente indemnización de los daños y perjuicios o reclamar administrativamente los gastos en que ha incurrido, siempre que se encuentren debida y legalmente comprobados. La entidad a su vez deberá repetir contra el o los funcionarios o empleados responsables. En ningún caso se podrá iniciar la ejecución del contrato sin la previa celebración o formalización de los instrumentos expuestos en este artículo.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

2.3.4 De las recepciones y la liquidación

Artículo 81.- Clases de Recepción.- En los contratos de adquisición de bienes y de prestación de servicios, incluidos los de consultoría, existirá una sola recepción, que se producirá de conformidad con lo establecido en el contrato y tendrá los efectos de recepción definitiva. Producida la recepción se devolverán las garantías otorgadas, a excepción de la garantía técnica.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 86.-Creación de Rubros Nuevos.- Si para la adecuada ejecución de una obra o prestación de un servicio, por motivos técnicos, fuere necesaria la creación de nuevos rubros, podrá celebrarse contratos complementarios dentro de los porcentajes previstos. Para el pago de los rubros nuevos se estará a los precios referenciales actualizados de la Entidad Contratante, si los

tuviere; en caso contrario, se los determinará de mutuo acuerdo entre las partes.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 87.- Normas Comunes a los Contratos Complementarios.- La suma total de las cuantías de los contratos complementarios referidos en los artículos 85 y 86, excepto en los contratos de consultoría y del sector hidrocarburífero, no podrá exceder del treinta y cinco (35%) por ciento del valor actualizado o reajustado del contrato principal a la fecha en que la Entidad Contratante resuelva la realización del contrato complementario. Esta actualización se hará aplicando la fórmula de reajuste de precios que consten en los respectivos contratos principales. El valor de los contratos complementarios de consultoría no podrá exceder del setenta (70%) por ciento del valor actualizado o reajustado del contrato principal.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 88.- Diferencia en Cantidades de Obra.- Si al ejecutarse la obra de acuerdo con los planos y especificaciones del contrato se establecieron diferencias entre las cantidades reales y las que constan en el cuadro de cantidades estimadas en el contrato, la entidad podrá ordenar y pagar directamente sin necesidad de contrato complementario, hasta el veinticinco (25%) por ciento del valor reajustado del contrato, siempre que no se modifique el objeto contractual. A este efecto, bastará dejar constancia del cambio en un documento suscrito por las partes. Si se sobrepasa el mencionado porcentaje será necesario tramitar un contrato complementario. (Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 89.- Ordenes de Trabajo.- La Entidad Contratante podrá disponer, durante la ejecución de la obra, hasta del diez (10%) por ciento del valor actualizado o reajustado del contrato

principal, para la realización de rubros nuevos, mediante órdenes de trabajo y empleando la modalidad de costo más porcentaje. En todo caso, los recursos deberán estar presupuestados de conformidad con la presente Ley.(Ley orgánica del sistema nacional de contratación pública, 2010)

Artículo 86.- Retención de aportes a contratistas de obras públicas.-En los contratos que por obras públicas celebraren el Estado y otras entidades de derecho público, se estipulará la obligación de la entidad correspondiente de retener el valor de los descuentos que el Instituto ordenare y que correspondan a obligaciones en mora de la empresa constructora o de convenios de purga de mora patronal por obligaciones con el Seguro Social, provenientes de servicios personales para ejecución de dicho contrato. Ni el Fisco ni los demás organismos y entidades que integran el sector público podrán abonar a los contratistas cantidad alguna mientras no se paguen primero estas obligaciones a favor del IESS. El fondo de garantía que se establezca en los contratos de ejecución de obras, cualquiera sea su forma, no podrá devolverse al contratista mientras no presente el certificado conferido por el IESS de haber pagado las obligaciones al Seguro Social.(Ley de Seguridad Social, 2001)

Artículo 87.- Certificado de cumplimiento de obligaciones patronales para contratistas de obras públicas.-Para que el Fisco o cualquier organismo o entidad que integra el sector público pueda realizar pagos de planillas por trabajos ejecutados, la empresa contratista deberá presentar previamente la certificación que acredite estar al día en 25 el pago de aportes, fondos de reserva y descuentos al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, por los empleados y trabajadores a su cargo. Los funcionarios y empleados encargados de tramitar y realizar los pagos de las planillas, serán administrativa, civil y penalmente responsables del cumplimiento de este requisito. Toda compañía, para la

aprobación de reformas estatutarias, incrementos de capital, revalorización de activos, balances y estados financieros, presentará la certificación que acredite estar al día en el cumplimiento de todas las obligaciones con el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.(Ley de Seguridad Social, 2001)

2.3.5 Del Sistema de control, fiscalización y auditoría del Estado

Artículo 6. -Componentes del sistema-. La ejecución del sistema de control, fiscalización y auditoría del Estado se realizará por medio de:

1. El control interno, que es de responsabilidad administrativa de cada una de las instituciones del Estado a las que se refiere el artículo 2 de esta Ley.
2. El control externo que comprende:
 - a) El que compete a la Contraloría General del Estado; y,
 - b) El que ejerzan otras instituciones de control del Estado en el ámbito de sus competencias. (Contraloría General, 2002)

Artículo 7-Marco normativo general-Para regular el funcionamiento del sistema, la Contraloría General del Estado adaptará, expedirá, aprobará y actualizará, según corresponda:

1. Normas de control interno que sirvan de marco básico para que las instituciones del Estado y sus servidores establezcan y pongan en funcionamiento su propio control interno;
2. Políticas de auditoría gubernamental;
3. Normas de control y fiscalización sobre el sector público, adaptadas de Normas Internacionales y de las emitidas por la Organización Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores;

4. Normas de auditoría gubernamental, de carácter local e internacional en sus modalidades de gestión, control de obras, auditoría judicial, protección ambiental y auditoría de proyectos internacionales; y,

5. Reglamentos, regulaciones, manuales generales y especializados, guías metodológicas, instructivos y más disposiciones necesarias para la aplicación del sistema y la determinación de responsabilidades.(Contraloría General, 2002)

En el marco de las normas, políticas, regulaciones, reglamentos, disposiciones y más instrumentos indicados, cada institución del Estado, cuando considere necesario, dictará las normas, las políticas y los manuales específicos para el control de las operaciones a su cargo. La Contraloría General del Estado verificará la pertinencia y la correcta aplicación de las mismas. (Contraloría General, 2002)

Artículo 8.-Objeto del sistema de control.-Mediante el sistema de control, fiscalización y auditoría se examinarán, verificarán y evaluarán las siguientes gestiones: administrativa, financiera, operativa; y, cuando corresponda gestión medio ambiental de las instituciones del Estado y la actuación de sus servidores. En el examen, verificación y evaluación de estas gestiones, se aplicarán los indicadores de gestión institucional y de desempeño, y se incluirán los comentarios sobre la legalidad, efectividad, economía y eficiencia de las operaciones y programas evaluados. (Contraloría General, 2002)

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA Y PROPUESTA DE TRABAJO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Con las pautas empleadas para realizar el presente trabajo; se ha podido establecer que el método de investigación es experimental, ya que se implementará un modelo de gestión, al determinarse una causa – efecto que proporciona una mejor visión al modelo a realizar, con esto se generará un nuevo modelo a partir de uno que presentó deficiencias, con el fin de modificar y entregar un cronograma que cumpla las exigencias de la entidad contratante y genere la productividad deseada por la empresa constructora.

La investigación también es considerada como de campo, ya que se realizará en un contexto determinado, permitiendo establecer un vínculo cercano con el trabajo a realizar y permitirá además obtener información valiosa y empírica sobre la realidad existente y que será útil para estudiar mejor el ambiente.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La construcción de las facilidades de tránsito en la autopista General Rumiñahui, alternativa sur, sector Armenia 1, está ubicada entre el Cantón Quito y Cantón Rumiñahui, en la entrada a San Rafael desde el puente 9 de la Autopista, antes de llegar al puente que se encuentra sobre el Río San Pedro, a una altura promedio de 2.535 m sobre el nivel del mar, con temperaturas entre 16 y 20 grados C. El proyecto tiene el alcance hacia la Bocatoma y sobrepasa la Avenida Álalo.

El proyecto es en el 80% un embaulamiento de río, la construcción de puentes, un viaducto y vías de hormigón rígido.

Se puede describir el proyecto como un intercambiador con rampas, puentes y viaductos. Sin embargo, en este trabajo sólo se analizará el embaulamiento del río, que fue la actividad objetivo a optimizar y que impactaría en mayor medida el proyecto en general.

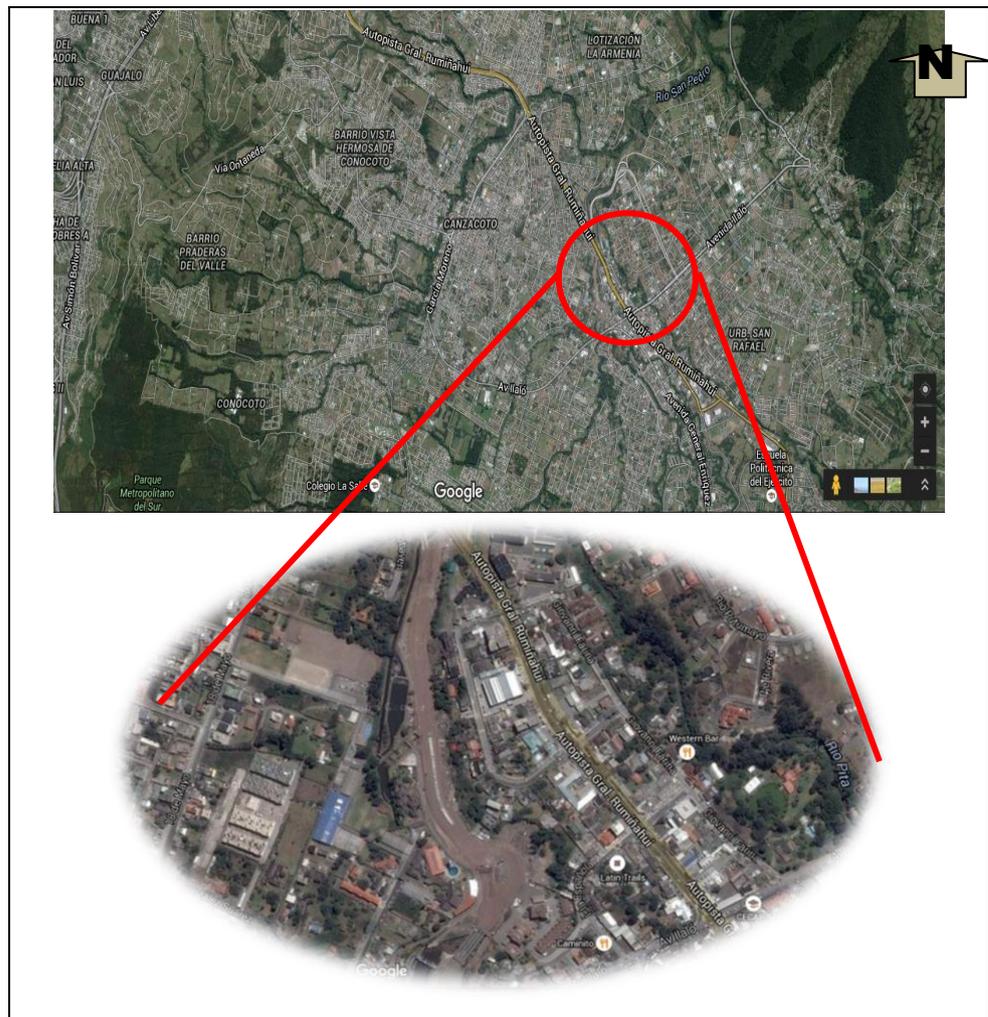


Figura 1. Ubicación del río San Pedro y el proyecto de embaulamiento

Fuente: Google maps, elaborado por el autor: Santiago Chávez

3.2 PROPUESTA DE TRABAJO

3.3.1 Antecedentes

Luego de realizados los estudios pertinentes, se determina que la obra tiene como fin mejorar el tráfico vial a toda la zona de San Rafael, Capelo, El Triángulo, Bocatoma y Conocoto, proporcionando una mejor distribución de los flujos de vehículos, reduciendo la contaminación auditiva y generando menos estrés entre los usuarios de estas vías que es provocado por las demoras. La obra tendrá un plazo de ejecución de 24 meses, donde se realizará el análisis de la problemática que radica en cumplir los tiempos mediante la programación adecuada.

De la misma forma se realizó el reconocimiento del lugar del proyecto, con el fin de conocer las características topográficas, climatológicas, morfológicas, ambientales y ecológicas de la zona, información que permitirá establecer una logística adecuada para llevar adelante la ejecución del proyecto en todas sus fases.

Cabe indicar, que todo el personal técnico y obreros en general, están bien calificados para los trabajos en ejecución, además, al momento de presentar sus servicios en este proyecto se tomó en consideración que cuentan con un nivel de capacitación de seguridad industrial y medio ambiental. (Ver Anexo 1- FOTOS CAPACITACIÓN)

El proyecto en cuestión se ubica al sur este del Distrito Metropolitano de Quito, en la zona del Valle de los Chillos.

3.3.2 Gestión de los Recursos Humanos

De acuerdo con la magnitud de la obra, se dispondrá de un Director de obra o Superintendente de obra (100%), tres Ingenieros Estructurales Residentes coordinadores de arquitectura e ingenierías, tres Ingenieros Civiles y tres Arquitectos Residentes de obra (100%), un Ingeniero Civil Hidrólogo, un Ingeniero Geotécnico, un especialista ambiental y un facilitador social.

3.3.2.1 Las responsabilidades

El Superintendente de obra, deberá coordinar los trabajos a ejecutar, revisar el cumplimiento de la programación de obra, planificar las actividades y asignación de insumos o equipos y será el máximo representante del contratista en la obra.

Los Residentes de obra, serán los encargados de coordinar los trabajos y resolver los problemas puntuales que se presenten en el frente asignado.

3.3.2.2 Régimen laboral

Para el proyecto se proponen jornadas de labores continuas ininterrumpidas, el personal permanecerá en obra durante 24 días y descansará 6 días, con tres turnos de 8 horas diarias que serán rotativos, a fin de mantener una jornada continua de trabajo 24 horas al día, todos los días del mes. Esto en base a lo dispuesto en el numeral 13 del Artículo 2 del decreto 451 del 4 de Agosto de 2010, respecto a los tres turnos diarios, siete días de trabajo a la semana.

Durante las jornadas de descanso obligatorio e impostergable tendrá que permanecer un equipo y personal técnico mínimo para

realizar trabajos específicos y que requieran de continuidad o proporcionen secuencia para cuando se produzca la reincorporación de la fuerza de trabajo.

3.3.3 Gestión de logística

3.3.3.1 Alimentación

La alimentación del personal será servida en el campamento y/o en el lugar de trabajo. La alimentación será provista a través de la contratación de una empresa especializada en el ramo alimenticio y nutricional o por administración propia, considerando en cualquiera de estas opciones una adecuada logística para la adquisición de géneros alimenticios y su conservación, preparación, el transporte y el suministro al trabajador, en condiciones de higiene compatibles con los mejores estándares nutricionales y sanitarios del mercado.

3.3.3.2 Transporte interno

El trabajador tendrá facilidades de transporte en el interior del proyecto, a fin de garantizar un desplazamiento sin inconvenientes entre los distintos frentes de trabajo. Los vehículos de transporte deben tener su documentación en regla para circular, así como las debidas condiciones de seguridad, mecánicas y de mantenimiento compatibles con la naturaleza de los trabajos y con lo solicitado en las bases pre-contractuales.

3.3.3.3 Alojamiento

La obra tendrá personal técnico, administrativo y de mano de obra, y tendrán facilidades de alojamiento para su estadía en el proyecto. Existirá un reglamento interno al cual el alojado deberá

adaptarse, el mismo, contempla las normas de seguridad industrial, salud ocupacional y ambiental, las obligaciones y prohibiciones contenidas en el código de trabajo, así como las orientaciones sobre normas de comportamiento a las que el trabajador deberá someterse durante su estadía en el campamento del proyecto, para la adecuada convivencia grupal. (Ver Anexo 2–FOTOS FACILIDADES TEMPORALES)

Se tendrá en cuenta principalmente personal de Nacionalidad Ecuatoriana, salvo que en el transcurso del proyecto se presenten situaciones que requieran de soluciones cuyas tecnologías no hayan sido aplicadas en el país, para lo cual se podrán contratar técnicos especializados, únicamente para esa actividad.

3.3.4 Gestión de las Comunicaciones

Se tendrá en cuenta un sistema de comunicación dedicada permanentemente a la obra, con el fin de mantener informada a todas las áreas de la construcción acerca de cualquier novedad o requerimiento dentro de la obra.

Cada oficina sea técnica o administrativa, la garita de guardianía y bodega, tendrán una base fija y equipos móviles se equiparán a la mayoría de las volquetas, especialmente las dedicadas a transporte de distancia media y a las excavadoras, a fin de reportar.

Cada ingeniero poseerá su equipo portátil para que si se presenta algún fallo mecánico, laboral o de emergencia, inmediatamente pueda dar aviso y se puedan atender las necesidades.

3.3.5 Gestión de Maquinaria y Equipos

Todos los equipos citados en la presente metodología estarán acordes para los trabajos de movimiento de tierras y la construcción de las estructuras, a fin de ejecutar los trabajos con eficiencia. Como contratista se contará con personal y equipo de mantenimiento necesario y suficiente, para el desarrollo de los trabajos y el cumplimiento de los plazos propuestos. En el caso de aumentar el número de frentes, se podrá destinar equipos alquilados a terceros, a fin de cumplir con el avance programado.

Se deberán tener en cuenta dentro de la obra, áreas para el mantenimiento de los mismos. Los mantenimientos serán realizados en los momentos de inactividad en la obra, que básicamente serán los domingos.

El abastecimiento de combustible se realizará en el sitio de trabajo en un período de tiempo en el cual no se interfiera con el normal desarrollo de los trabajos. Para este efecto habrá un camión abastecedor de combustible y lubricantes, compresor de aire, llantas de emergencias y herramientas necesarias, con lo cual se podrá salvar cualquier desperfecto.

Los lubricantes utilizados se destinarán a tanques de 55 galones y desechados por medio de empresas autorizadas por el Ministerio de Medio Ambiente para el efecto.

Se deberá coordinar con la Fiscalización a fin de revisar las medidas de seguridad necesarias para mantener el tráfico de volquetas por las vías durante la temporada a laborar.

3.3.6 Gestión de los Materiales

La gran mayoría de los materiales contemplados en los análisis de precios unitarios serán adquiridos en el mercado local o nacional: las mallas electro soldadas, encofrados metálicos, madera para encofrado, materiales pétreos, cemento, hormigones premezclados, acero estructural, acero de refuerzo en varillas, pintura, geotextil, placas de neopreno, tuberías, drenes, etc.

3.3.7 Suministro de energía

El suministro de energía eléctrica en el campamento se tramitará con la Empresa Eléctrica o con la concesionaria para este fin, la cual proveerá los medidores que correspondan y/o instalará un generador, a fin de garantizar el flujo de energía permanente, en cualquier momento en que el suministro normal, arriba referido, sufra interrupciones.

3.3.8 Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será tramitado con la empresa de agua potable correspondiente, la cual proveerá los medidores y las conexiones a la red pública que sean pertinentes.

El agua deberá ser transportada a la obra en camiones cisternas adecuados, limpios y periódicamente desinfectados y será conservada en recipientes cerrados y provistos de grifo. Ninguna fuente de agua potable debe comunicar con otra que no sea potable. En el caso de agua no potable, se deberá dar aviso mediante letreros visibles para prohibir su consumo.

3.3.9 Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias deberán cumplir las normas de higiene y serán ubicadas de acuerdo a la necesidad del personal en obra, facilitando una batería sanitaria por frente y otra en el campamento.

3.3.10 Instalaciones de Refugio

Las instalaciones para el refugio, forman parte del plan de emergencia o contingencia para garantizar la seguridad de todos los trabajadores, ya sea por inundaciones, terremotos, etc. Las mismas cumplirán normas específicas acordadas y existirán equipos adecuados de comunicación, stock de víveres, medicinas, materiales, insumos y equipos de evacuación. El plan de emergencia ejecución y control será encargado a un comité conformado por miembros representativos de las diferentes áreas laborales dentro del proyecto.

3.3.11 Control topográfico

El replanteo se realizará de acuerdo a las referencias topográficas del embaulamiento y de las vías como son rampas y puentes, y de control de niveles (BM'S). Se tendrá especial atención en el replanteo, ya que es fundamental tener una secuencia exacta del trazado del proyecto tanto vertical como horizontal. La información suministrada por los estudios será confirmada en sitio y en el caso de tener discrepancias se plantearán opciones para brindar soluciones al caso.

3.3.12 Clima

El proyecto será ejecutado en la estación invernal, la cual podría dar inconvenientes en la estabilización de suelos, si se

presentaran lluvias, que pueden ocasionar desperfectos, principalmente en lo que a taludes sin acabar y excavaciones temporales se refiere. Se evitará la colocación de hormigón con la presencia de lluvias, por lo que cuando el clima no sea confiable se dará la orden para suspender el despacho de hormigón desde la planta.

Serán tomadas todas las medidas y precauciones para proteger de los posibles efectos de las lluvias y garantizar la estabilidad al construir los elementos más importantes del proyecto que son el embaulamiento, los puentes, los pilotes y viaducto.

3.3.13 Fuente de materiales

Las minas cercanas a la obra serán de donde se obtenga el material para trabajos. La base y material triturado se elaborará siguiendo las normas de calidad, utilizando para el efecto las recomendaciones para este tipo de proyecto.

3.3.14 Mitigación de impactos ambientales

Durante la fase de construcción se manejará un especial cuidado de implementar y controlar los impactos negativos de acuerdo a los planes de manejo y de contingencia ambiental definidos en los estudios.

Se tomarán acciones sobre el suelo, campamento, equipos de construcción, canteras y minas, equipos de construcción y transporte, tratamiento de residuos sólidos y líquidos, ruido, sistema de drenaje, taludes, cubierta vegetal, participación ciudadana, señalización, etc.

Las excavaciones, rellenos, acopios, vías de acarreo, vías de acceso permanentes, áreas de desechos, áreas de préstamos de materiales y en general las áreas de trabajo dentro de los límites del proyecto, son áreas donde se deberá mitigar el polvo y así evitar la contaminación ambiental, para lo cual se tendrá presente el humedecimiento continuo con la ayuda de un camión repartidor de agua.

Los aceites usados, grasas y cualquier tipo de desechos provenientes de las actividades de la construcción serán manipulados debidamente para no contaminar el medio ambiente y se dispondrá conforme las normas establecidas.

Las acciones a tomar desde el primer mes de ejecución de los trabajos, tanto en organización como en promoción son las siguientes.

- Evitar en lo posible arrojar materiales a las laderas o lugares inadecuados para no afectar las condiciones de la obra.
- Las señales serán colocadas adecuadamente en los accesos de los sitios y áreas de trabajo.
- Los campamentos serán dotados de todas las instalaciones sanitarias y de habitabilidad adecuadas.
- La tierra removida y desalojada no obstruirá los drenajes naturales y artificiales.
- Se proporcionará una humedad adecuada a la tierra removida para evitar la formación de polvo, y así conservar las condiciones normales, preservando con ello la salud de la comunidad, usuarios de la vía y trabajadores en general.

3.3.15 Replanteo general

3.3.15.1 Topografía

Según la planificación prevista, se tomarán las referencias dejadas en los estudios o de acuerdo a sus coordenadas, para proceder inmediatamente con la reposición de los datos que permitan reconstruir con exactitud la geometría de las curvas horizontales y curvas verticales diseñadas, sección transversal preestablecida y la colocación de laterales para definir los cortes y rellenos a ejecutarse para obtener la plataforma de la estructura.

Durante el proceso constructivo permanentemente se inspeccionará las alineaciones y cotas, la localización de obras de drenaje y los filtros. Dicha inspección se realizará según los requerimientos que determine el avance de los trabajos.

Para prevenir que los obreros tengan accidentes, se delimitarán las áreas de trabajo.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Personal: Las cuadrillas de topografía serán conformadas en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras, de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido, las cuadrillas de topografía estarán bajo el mando y control del ingeniero residente de cada frente.

Equipo: Se contará con el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados. Asimismo, se proveerá el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

El replanteo topográfico se efectuará con los siguientes equipos:

- Estación Total
- GPS
- Niveles de alta precisión
- Miras, marcas, etc.

Materiales: El material será el adecuado para la cimentación: estacado, pintura y herramientas acordes. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

Una vez dada la orden de inicio, el contratista a través de Hitos Fundamental provista por las autoridades correspondientes o la fiscalización, iniciará la colocación de referencias y red de Hitos secundarios, para la determinación de los puntos de corte y relleno en la construcción de la plataforma general y el replanteo vial delembaulamiento, puentes y rampas.

3.3.16 Planos constructivos

Con los datos topográficos finales, se procederá a la elaboración de los planos con los detalles constructivos y en conformidad con los diseños geotécnicos.

En dichos planos constarán las cotas de cimentación, su ubicación longitudinal y transversal y una vista frontal del proyecto.

En el lugar se deberá reubicar un colector existente, empatándolo con el embaulado para el descargue necesario.

Otro punto crítico de este frente será la construcción del puente 10, cuya cimentación será por medio de pilotes encamisados en tubo metálico. Pero se tendrá en cuenta que deberá ir construyéndose al unísono con los muros 101 y 102 para facilitar las vías de acceso.

El viaducto 2 a construirse representa un punto crítico en el tráfico que se dirige hacia el valle de San Rafael. Tendrá que controlarse de tal manera que se vea afectado en lo menos posible el paso vehicular, ya que la construcción del viaducto conlleva la obstrucción de la vía por motivos de excavación con profundidades considerables y conlleva un especial cuidado con respecto a la seguridad, por tal motivo se trabajará en una doble jornada.

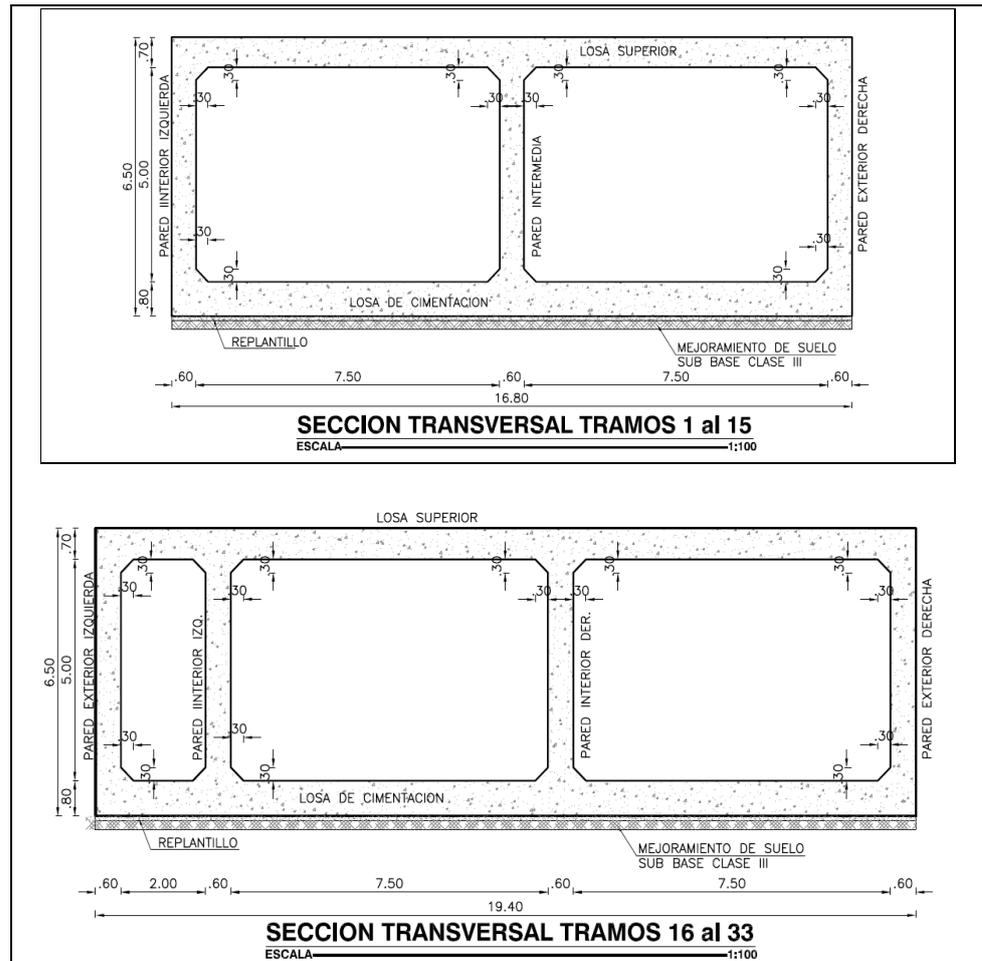
Se terminará este frente con la construcción del muro 103 y la rampa de acceso a la vía General Rumiñahui en dirección a Quito.

3.3.17.2 Frente 2

Este frente estará constituido por:

El embaulamiento, tal y como muestra la figura 5. Este frente constituye el más crítico de todos, por la complejidad y cantidad de obra civil ingenieril. El cronograma en MS PROJECT permite ubicar la ruta crítica aquí. Se le prestará especial atención y cuidado, ya que constituye más del 50% del presupuesto destinado a la obra y sobre el cual irá la vía principal del proyecto.

Figura4: Secciones transversales del embaulamiento



Fuente: Planos constructora RIPCONCIV SA

3.3.17.3 Frente 3

Este frente estará constituido por:

Los muros 105, 104, 3 y 7, así como los puentes 11, 12 y 13, tal y como muestra la figura 7.

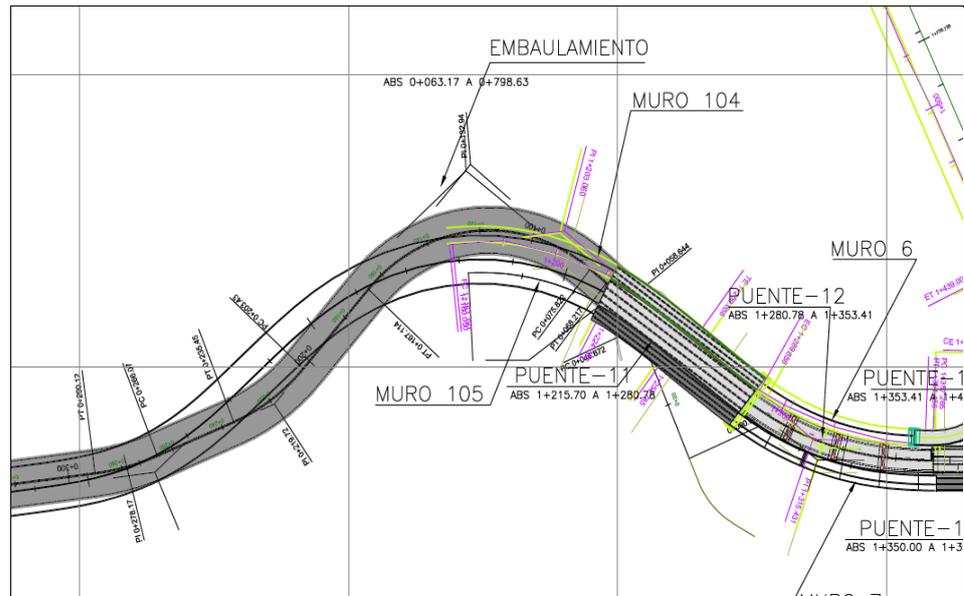


Figura 5. Conformación del Frente 3 de los trabajos
Fuente: Planos constructora RIPCONCIV SA

Este frente deberá interrumpir lo menos posible el desempeño de la planta Guango Polo, ya que al ser la Bocatoma parte vital de la planta, no se podrá ver afectada por los trabajos de obra.

Se unirán los puentes 11, 12 y 13 desde la isla que se encuentra en la captación, siguiendo el eje del proyecto y todo lo que implica las fundaciones de los mismos. Se coordinará con los topógrafos para que se revisen constantemente los niveles y las abscisas, para tener las menores correcciones posibles.

La secuencia lógica propone que se construirán primero los elementos de sostenimiento como son los muros, estribos y pilares, que servirán de apoyo para los puentes.

El acceso para la provisión de los materiales y de las grúas que izarán las superestructuras de los puentes se realizará por el campamento de la Bocatoma que se encuentra en la Calle González Suárez.

3.3.17.4 Frente 4

Este frente estará constituido por:

Los puentes 14, 15, 16, 17 y 18, las rampas 4 y 5, y los muros que dan a la calle Mariana de Jesús, tal como muestra la figura 8.

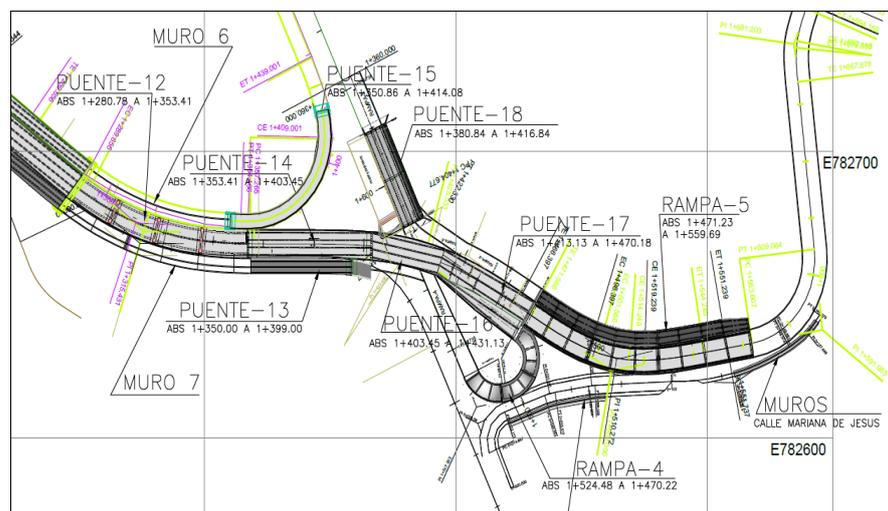


Figura 6. Conformación del Frente 4 de los trabajos
Fuente: Planos constructora RIPCONCIV SA

Otro parámetro a considerar es la ubicación del frente 4, ya que atravesará las Calles González Suárez, Mariana de Jesús y la Avenida Ilalo, lo que dificultará la libre ejecución de las obras. Sin embargo, se preverá tener un buen plan de contingencia y direccionamiento del tráfico. En la construcción del puente 16 se suspenderá temporalmente el tráfico vehicular, preferentemente en el horario nocturno.

La construcción del puente 18 será la ampliación del existente y por tal motivo se tendrá mucho cuidado en no paralizar el flujo en los dos sentidos de la Avenida Ilalo.

Entre los puentes 16 y 17 se expropiarán los terrenos que son afectados por el proyecto, en especial la mecánica que se encuentra en la esquina, que servirá de campamento para los equipos de la construcción.

3.3.18 Actividades complementarias

3.3.18.1 Ensayos de laboratorio de suelos y de hormigones

El laboratorio de suelos y hormigones se equipará debidamente con todo los implementos, como las normas lo requieren. Así mismo para la ejecución de los ensayos, el laboratorio contará con los servicios de agua limpia y tomas de electricidad de 110 y 220 voltios.

El equipo básico de laboratorio estará compuesto por balanzas, termómetros, hornos y recipientes, para los ensayos de suelo y hormigones tendrá tamices de los tamaños requeridos, equipos para límite líquido y plástico CBR, proctor, prensa y todo lo necesario para los ensayos de rutina. De acuerdo a la necesidad se realizarán ensayos especiales a fin de calificar materiales y se destinarán las muestras a laboratorios particulares o al laboratorio de la contratista.

Previo a la fabricación de los hormigones, se presentará a la fiscalización y los diseños de los mismos, a fin de que sean aprobados. Adjunto se enviarán los ensayos realizados a los materiales a utilizar como materia prima de los hormigones.

El sitio tendrá un laboratorio de suelos, de hormigones y asfaltos calificado, además habrá piscinas para el curado de los cilindros de hormigón.

La toma de muestras de hormigón se realizará de acuerdo al Código ACI, tomando en cuenta los siguientes ensayos:

ASTM C 31.10214-1 Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field (Toma y curado de cilindros de Hormigón).

ASTM C 143.9966-1 Slump of Hydraulic-Cement Concrete (Toma de Revenimiento con el Cono de Abrams).

ASTM C 172.9446-2 Sampling Freshly Mixed Concrete (Toma de muestra fresca de concreto).

ASTM C 1064.22130-1 Temperature of Freshly Mixed Hydraulic - Cement Concrete (Toma de Temperatura del Hormigón en estado fresco).

3.3.18.2 Mitigación ambiental

En la actualidad el cuidado del medio ambiente es una labor que compete a todos los sectores tanto públicos como privados, por lo que ninguno de estos puede desarrollar sus actividades sin antes mirar el medio ambiente como nuestra casa, la cual debe ser cuidada y mantenida siempre en las condiciones naturales, ya que el tratar de mejorar estas o cambiarlas, puede ocasionar afectaciones y trastornos al mismo.

Todas las actividades deberán desarrollarse cuidando el entorno natural, y para ello se instruirá a sus funcionarios y empleados sobre las políticas que deben ser observadas para que los trabajos que se ejecuten no afecten al medio y que cuando se termine una obra esta está dentro de la lista de aceptaciones por el Ministerio correspondiente. (Ver Anexo 6 – MANEJO DE DESECHOS)

El proyecto contará con un responsable especializado de ejecutar el Plan de Manejo Ambiental, realizar la matriz de impactos ambientales y sus respectivas acciones preventivas y correctivas para minimizar cualquier daño al Medio Ambiente y realizar reportes semanales a la fiscalización de las actividades que se ejecutarán. Así mismo dentro de esta actividad se encuentran:

- Los monitoreos de ruido

- Agua para control de polvo
- Reuniones con la comunidad y volantes informativos
- Comunicaciones Radiales
- Pasos peatonales
- Letreros de señalización
- El campamento

3.3.18.3 Elementos de protección e información

Todo el personal se equipará debidamente con uniforme, casco, botas de protección con puntas de acero, chaleco refractivo, guantes, orejeras, mascarillas y gafas de protección, de acuerdo a los trabajos a realizar por cada obrero u operador, además de los equipos adicionales como máscaras de soldadura, guantes de amianto, mascarillas especiales y otros que le permitan realizar trabajos específicos, como por ejemplo la soldadura.

Todas las áreas de construcción serán señaladas con letreros reflectivos, a fin de que el personal identifique exactamente los lugares en los cuales deberá laborar.

Se ubicarán rótulos informativos de obra, de acuerdo al número que la fiscalización indique. Para esto el Instituto de Contratación de Obras suministrará el diseño de los mismos, a fin de ubicarlos en los sitios que presten la mejor visibilidad para los transeúntes.

En el caso de trabajar en horarios nocturnos se tendrán los equipos para la iluminación artificial y así garantizar la completa visibilidad en las zonas donde se esté laborando.

En coordinación con la fiscalización se detallará el plan de manejo se situaciones de emergencia, en las cuales se

establecerán las acciones necesarias en cada caso. Periódicamente se realizarán charlas a los trabajadores como parte del impacto ambiental antes indicado a fin de concientizar el peligro de las labores que están ejecutando y disminuir al mínimo la posibilidad de accidentes. Se establecerán políticas para alcanzar la meta de cero accidentes en todo el proyecto.

3.3.18.4 Limpieza y retiro de campamento

Una vez concluidos los trabajos concernientes a este proyecto, se hará una limpieza total del área en donde se ejecutaron los mismos, se demolerán las construcciones provisionales instaladas y se dará paso a la realización de la recepción provisional.

La limpieza será manual y los escombros acopiados en un lugar fuera del proyecto, para ser cargados y desalojados en volquetas. (Ver Anexo 6 – FOTOS MANEJO DE DESECHOS)

CAPÍTULO IV

4. DESARROLLO Y ANALISIS DE CRONOGRAMA DESARROLLADO DE TRABAJO

4.1 CRONOGRAMA INICIAL

Con la metodología planteada para la construcción del proyecto, se ha estructurado un cronograma de trabajo con una secuencia lógica en la ejecución de cada uno de los rubros, en la cual se puede constatar para cada actividad el tiempo determinado y su relación con el tipo de maquinaria, personal técnico y de apoyo necesario a ser utilizado en el tiempo de ejecución de la obra.

El tiempo de ejecución establecido según el contrato era de 720 días (24 meses) contados a partir de la fecha de la entrega del anticipo, según lo sustentado en el cronograma de actividades de trabajos.

El siguiente cronograma nos indica que la ejecución se pretende culminar en un plazo de 24 meses, contando a partir de la fecha de lo estipulado en el contrato, el mismo que debía haber ayudado a seguir y cumplir con lo propuesto.

Cronograma Inicial (ver Anexo 8)

A medida que la ejecución de la obra se fue desarrollando se determinó que, al no prestar la debida atención a algunos factores climatológicos, como por ejemplo las lluvias, las cuales fueron mucho más abundante de lo estimado, propiciando que las crecidas de río fueran un causante determinante para retrasos y en algunos casos hasta paralización de este frente (Ver figuras de la 29 a la 33, Anexo 3 – FOTOS COLOCACIÓN DEL

TABLESTACADO, CAUCE DEL RÍO) , esto debido a una planificación sin muchos fundamentos de lo que es la seguridad de personal, maquinaria y de la obra en general en lo que es trabajar en el lecho de un río, es por eso que la metodología implementada para construcción del embaulado carecía de alternativas metodológicas para poder tomar decisiones técnicas que dieran solución a este tipo de imprevistos surgidos con el aumento de las precipitaciones.

Ante este problema surge la necesidad de reelaborar un nuevo cronograma, basado en una nueva metodología constructiva que permita continuar con los trabajos aun cuan las condiciones climatológicas sean adversas.

4.2. REPROGRAMACIÓN DEL CRONOGRAMA INICIAL DE ACTIVIDADES Y VALORADO

4.2.1. Antecedentes

Se pudo, gracias a las experiencias obtenidas realizar una nueva metodología, metodología que fue elaborada por la constructora (RIPCONCIV S.A.). La misma que cumplirá con las exigencias de trabajar una obra hidráulica en un lecho de río.

Una vez planteada la nueva metodología que será descrita más adelante, se procede con una nueva programación " reprogramación " la misma que tendrá como fin optimizar los tiempos para reducir el retraso en la primera etapa de construcción del frente embaulado.

En razón a lo descrito anteriormente a continuación se detalla la metodología para el embaulamiento río San Pedro.

Se establece la construcción de un tablestacado que contendrá el río a un lado del cauce (Ver figuras de la 24 a la 31, Anexo 3 – FOTOS COLOCACIÓN DEL TABLESTACADO, CAUCE DEL RÍO) y de esta forma poder trabajar en el otro lado, este rubro al no ser considerado dentro del contrato o en los análisis de precios unitarios se lo deberá crear para su posterior cancelación.

4.2.2. Metodología constructiva del embaulamiento

- Etapa 1

En esta etapa se realizarán todas las obras preliminares como son los caminos de acceso, facilidades temporales y se iniciará todos los trabajos del replanteo principal del embaulado. (Ver figuras de la 18 a la 23, Anexo 2–FOTOS FACILIDADES TEMPORALES)

- Etapa 2

Se iniciará la excavación cuya finalidad es desviar el cauce del río para proceder a colocar el tablestacado a lo largo de 150 metros lineales. De esta manera se facilitará la construcción de la primera parte (Ver figuras de la 24 a la 31, Anexo 3 – FOTOS COLOCACIÓN DEL TABLESTACADO, CAUCE DEL RÍO) Trabajos que se inician en la ABS. 0+100 del embaulado tramo 2

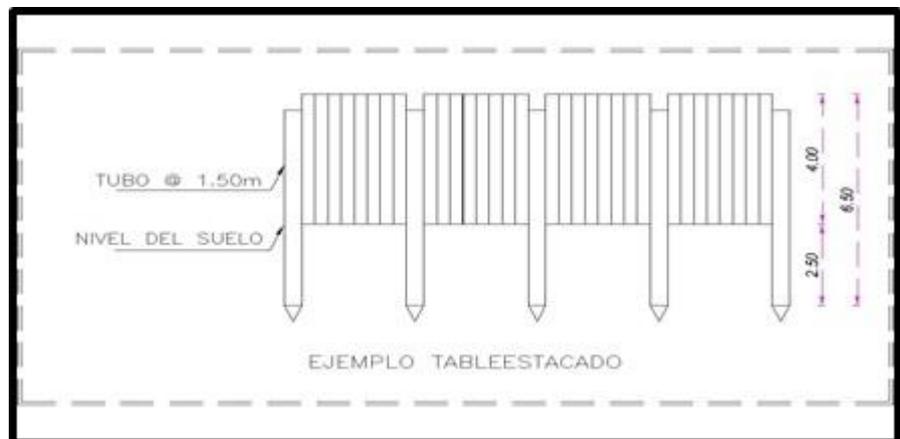


Figura 7: Ejemplo de Tablestacado.

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

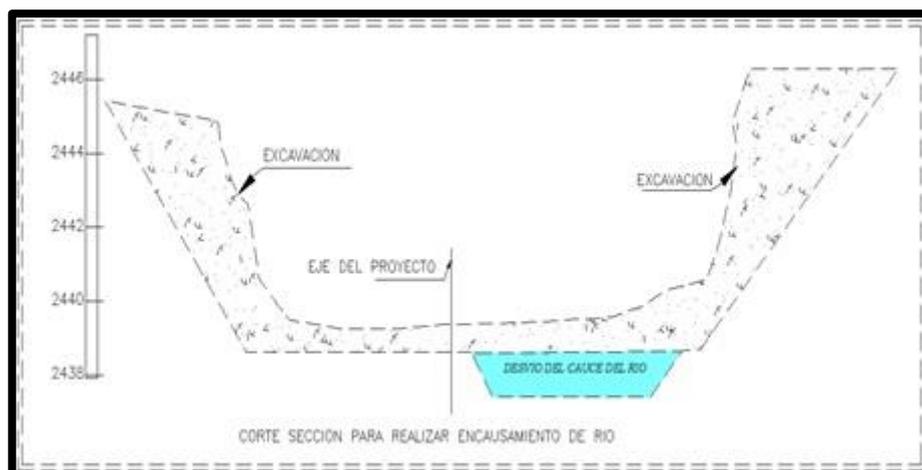


Figura 8. Sección encauzamiento del río

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

- Etapa 3

La limpieza, conformación y excavación, se realizará 0.25 metros por debajo del nivel requerido para la cimentación, esta profundidad será cubierta con una capa de hormigón ciclópeo del mismo espesor (0.25m), con la finalidad de mejorar la capacidad portante del suelo donde se va a colocar la losa de cimentación¹ (Ver figuras de la 34 a la 36, Anexo 4 – FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO).

Siendo el embaulado una estructura que se construirá en el lecho del río donde el nivel freático está a una profundidad de entre 0.10m y 0.25 m. conforme consta el estudio geotécnico, el estudio recomienda conformar el relleno del embaulado con material de tamaños comprendidos en diámetros de 4” a 10” sin partículas finas para permitir el paso del agua y así circule por la zona, esta agua estará a nivel de cimentación a pesar de ser captada por sub drenes, por lo que se propone colocar hormigón ciclópeo bajo la cimentación en vez de sub-base clase III.

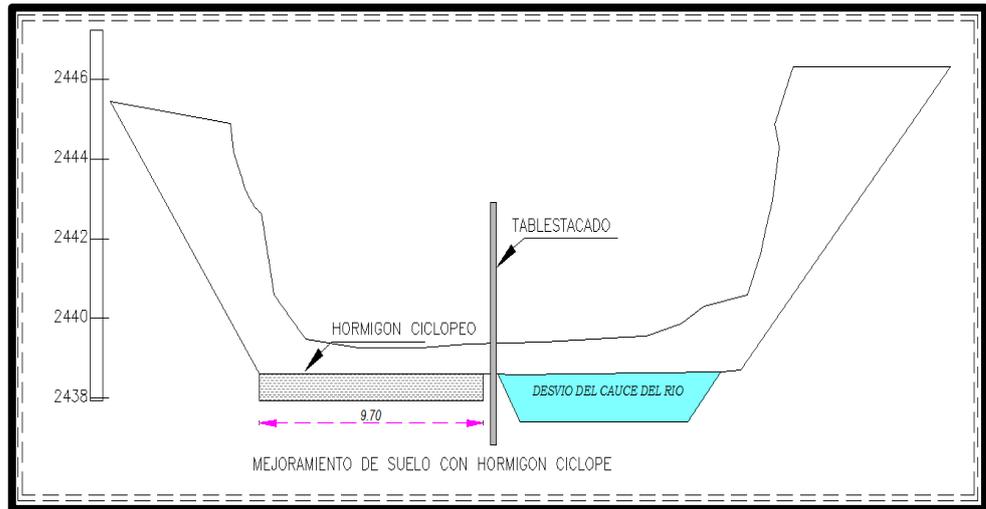


Figura 9. Sección base para losa de cimentación
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

- Etapa 4

En esta etapa se colocará el acero de refuerzo para la losa de cimentación siguiendo las indicaciones de los planos de taller.

Comenzando por el acero de refuerzo de la losa de cimentación y armadura principal para el arranque de muros central y margen izquierdo o derecho dependiendo porque margen se inicie los trabajos.

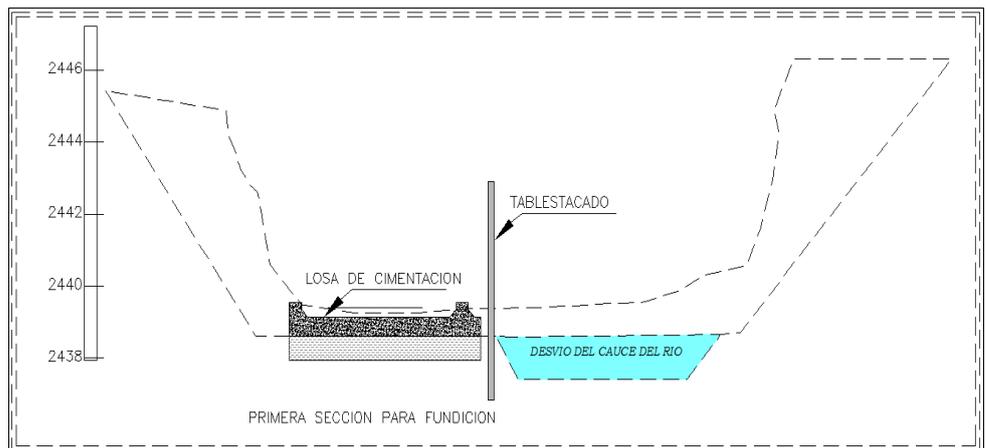


Figura 10. Sección losa de cimentación
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

Una vez terminado el armado del acero de refuerzo, tanto de losas como de muros, se procederá a colocar los encofrados y una vez verificado que la armadura se

encuentre en la posición indicada se procederá al vaciado del hormigón teniendo especial cuidado que la calidad del hormigón cumpla con los requerimientos establecidos en el proyecto, para lo cual se harán los respectivos ensayos de asentamiento y se tomaran las muestras establecidas para determinar mediante ensayos de laboratorio si el hormigón cumple con la resistencia requeridas en el proyecto. (Ver figuras de la 37 a la 38, Anexo 4 – FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO)

- Etapa 5

Terminada la losa inferior se procederá a completar la armadura de los muros lateral y central, los mismos que se encofrarán una vez verificado que la armadura está colocada adecuadamente y el encofrado a nivel y adecuadamente reforzado para resistir la presión del hormigón, se procederá al vaciado del mismo.

La altura a hormigonar en los muros será hasta el inicio de la cartela, nivel desde el cual partirá la losa superior. (Ver figuras de la 39 a la 40, Anexo 4 – FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO)

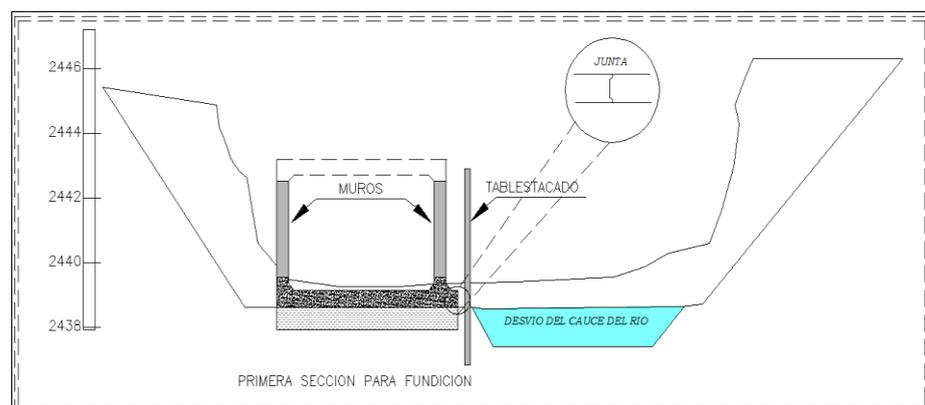


Figura11. Sección fundición de muros.

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

- Etapa 6

Concluidos la losa inferior y los muros central y lateral, se procederá a desviar el cauce del río por la celda ya ejecutada esto nos dará vía libre para poder ejecutar trabajos en la siguiente celda (Ver figuras de la 41 a la 42, Anexo 4 - FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO).

Se hará el mismo procedimiento de cimentación que la celda ya ejecutada, y se procederá a empalmar la armadura de la losa inferior de la losa a fundir con la losa ejecutada de igual manera la armadura del muro restante. (Ver figura 36, Anexo 4 - FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO)

Una vez verificada la ubicación de la armadura y colocada la junta a lo largo del tramo se procederá al encofrado y vaciado del hormigón.

- Etapa 7

En esta etapa se procederá a terminar el armado de acero de refuerzo del muro lateral restante y de igual forma se encofrará y para el vaciado del hormigón se verificará la posición de la armadura (Ver figuras de la 39 a la 40, Anexo 4 - FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO)

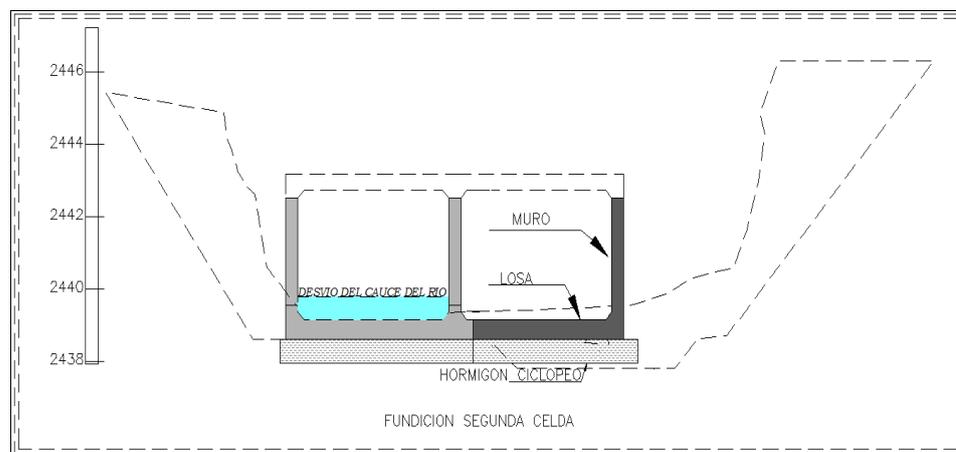


Figura 12. Sección fundición de losa y muros (segunda etapa)

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

- Etapa 8

Una vez terminadas las dos celdas que consisten en: losa inferior y muros hasta la altura señalada con anterioridad, procedemos al encofrado de la losa superior.

Encofrado que tendrá dos etapas uno de encofrado flotante y la otra de encofrado afirmado a la losa inferior, el encofrado flotante será en la celda por donde se da cauce al agua de río y el afirmado a la otra celda que no correrá riesgo de ser volteado por la fuerza del agua.

El encofrado flotante trata de anclar dos rieles a los muros tanto central como lateral y se izará vigas a lo largo del tramo, en las mismas vigas se asentará el encofrado de la losa superior (Ver figuras de la 43 a la 44, Anexo 4 - FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO).

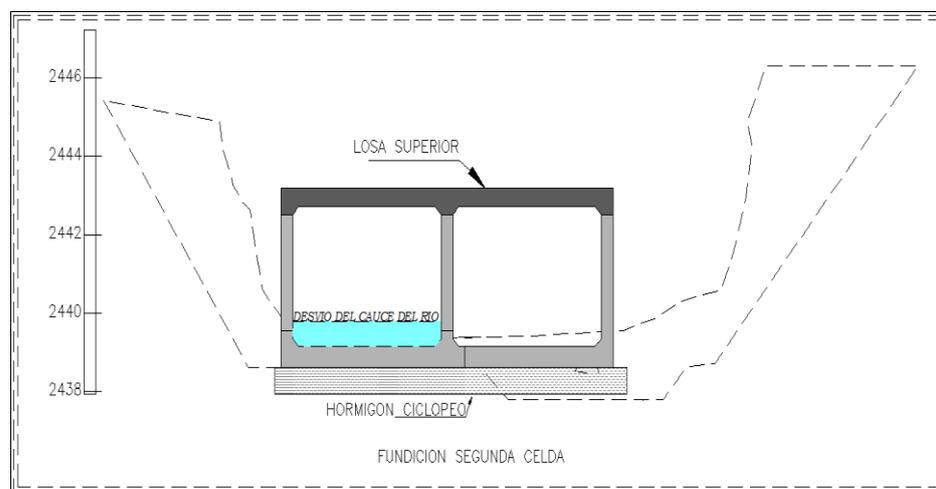


Figura 13. Sección fundición de losa superior

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

- Etapa 9

Se procederá a colocar el acero de refuerzo de la losa superior y una vez colocado la armadura y verificando que cumpla con las especificaciones plasmadas en los planos y se verterá el hormigón (Ver figuras de la 43 a la 44, Anexo 4 - FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO).

4.3. CRONOGRAMA DE REPROGRAMACIÓN

La nueva metodología constructiva permite realizar una nueva programación, puesto que se ha modificado la secuencia constructiva planteada inicialmente, en la que se modificarán la duración de los rubros y el valor económico parcial. Esta reprogramación, será la programación regente para la ejecución de la obra, siendo consecuente con la nueva metodología propuesta.

Los rubros más implicados en las modificaciones serán todos los enrolados en lo que es el embaulamiento del río San Pedro, dígase rubros como excavación y relleno para puentes, limpieza y reconfiguración de cauce y Sub-base clase III.

La ruta crítica está definida por estas actividades relacionadas al embaulamiento, que una vez concluidas abren frentes de trabajo para poder ejecutar el resto de las actividades concatenadas a los eslabones de la ruta crítica. Dichos rubros deberán ejecutarse sin interrupción acortando plazos para evitar afectaciones debidas a la crecida del río por el aumento de las lluvias.

En el cronograma de reprogramación se optimiza el recurso tiempo, en unos 3 meses, optimizando a su vez los costos parciales de la actividad y el proyecto, puesto que la entrega en tiempo del objeto a construir no genera costos adicionales por otros conceptos imputables a la demora de entrega de obras.

Cronograma Reprogramación (ver Anexo 9)

4.4. ANÁLISIS DE LOS GRÁFICOS Y VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.4.1. Análisis de los gráficos

Los gráficos de inversión permiten tener criterios acerca del manejo del proyecto, así como estimado de programación de desembolsos por parte de la contratante. La evaluación para una

adecuada programación plantea la mayor actividad en estas curvas hacia la primera mitad del cronograma del proyecto (ver *Gráfico 11*). En consecuencia, el cronograma inicial realizado, mostraba coherencia con este requerimiento, lo que permitiría la entrega oportuna del proyecto y la toma de decisiones certera, donde el mayor monto a ejecutar no supera el millón novecientos mil dólares y propone 4 momentos de mayor actividad de inversión. Mientras la inversión parcial con la metodología propuesta propone sólo dos oportunidades de máximos de inversiones, ambos hacia la mitad del cronograma, alcanzando la máxima de las inversiones los 2 millones de dólares, 100 mil dólares más que la primera programación planteada.

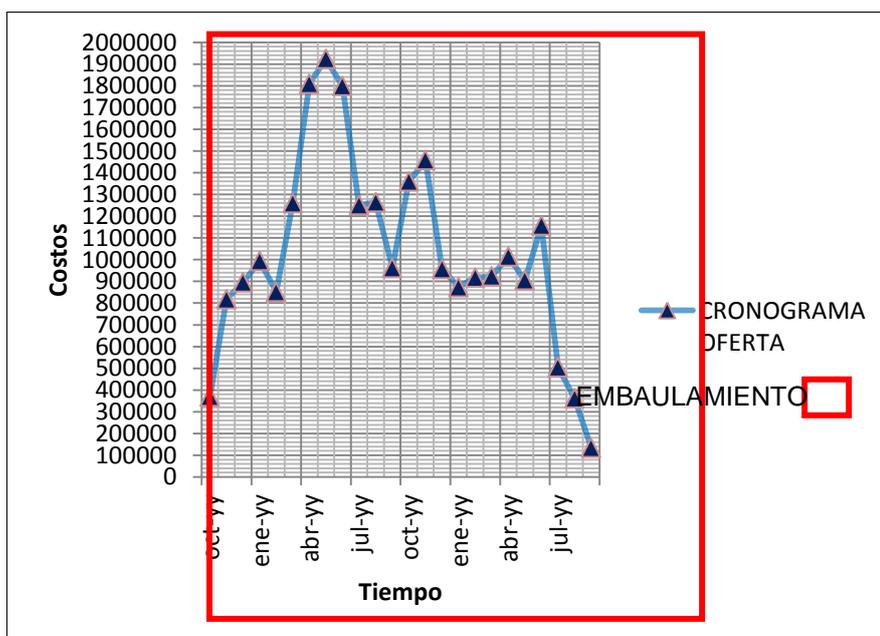


Gráfico 10. Curva de inversión parcial para el cronograma inicial

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

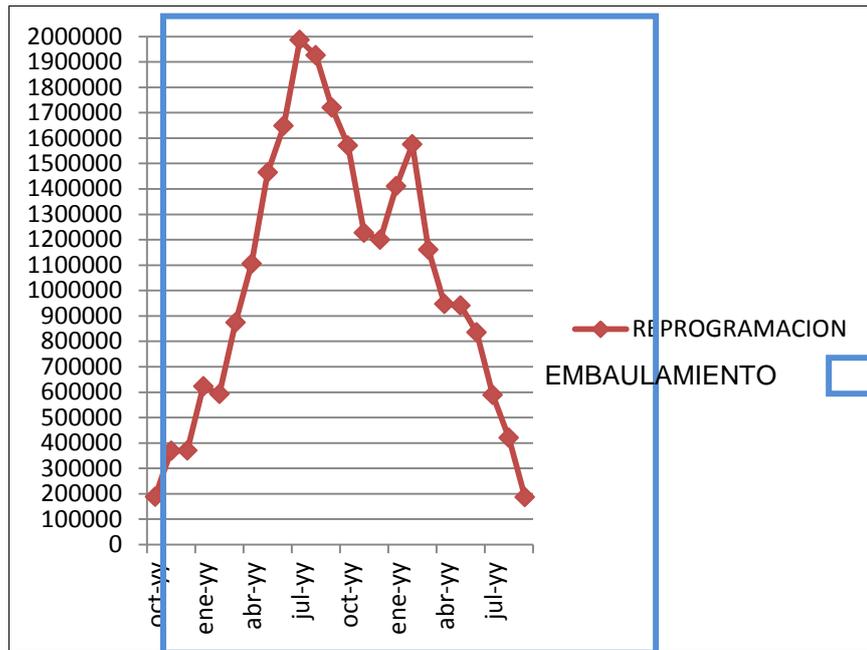


Gráfico 11. Curva de inversión parcial para el cronograma reprogramado
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

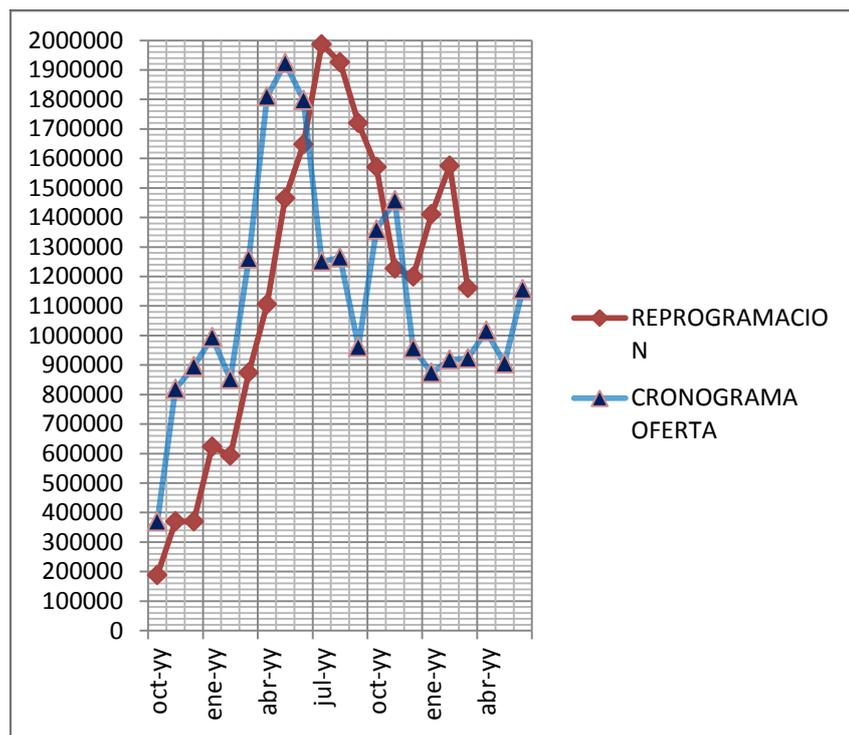


Gráfico 12. Curva de inversión parcial para ambos cronogramas
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

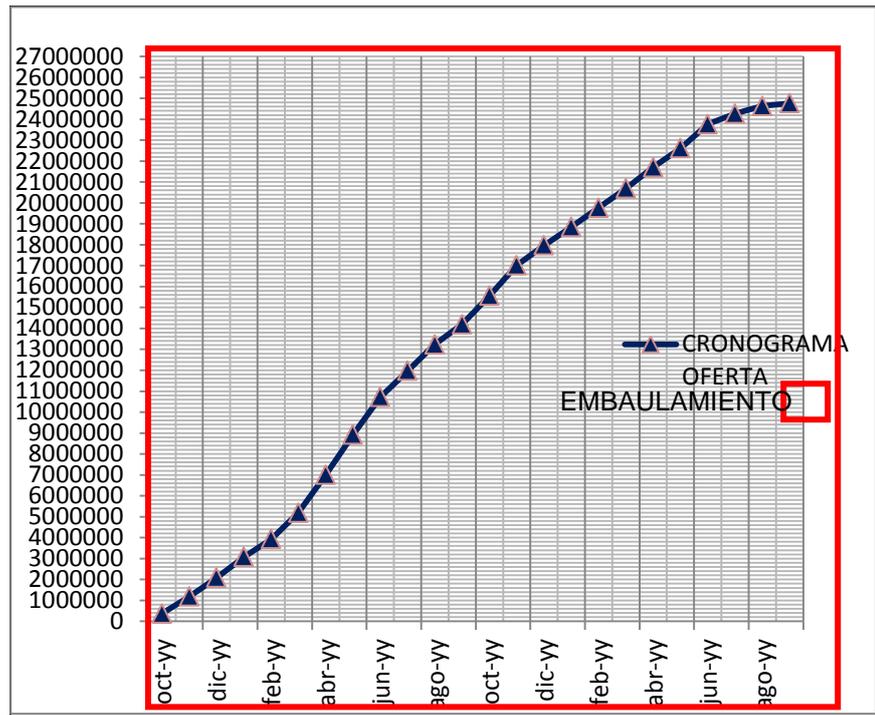


Gráfico 13. Curva de inversión acumulada para el cronograma inicial
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

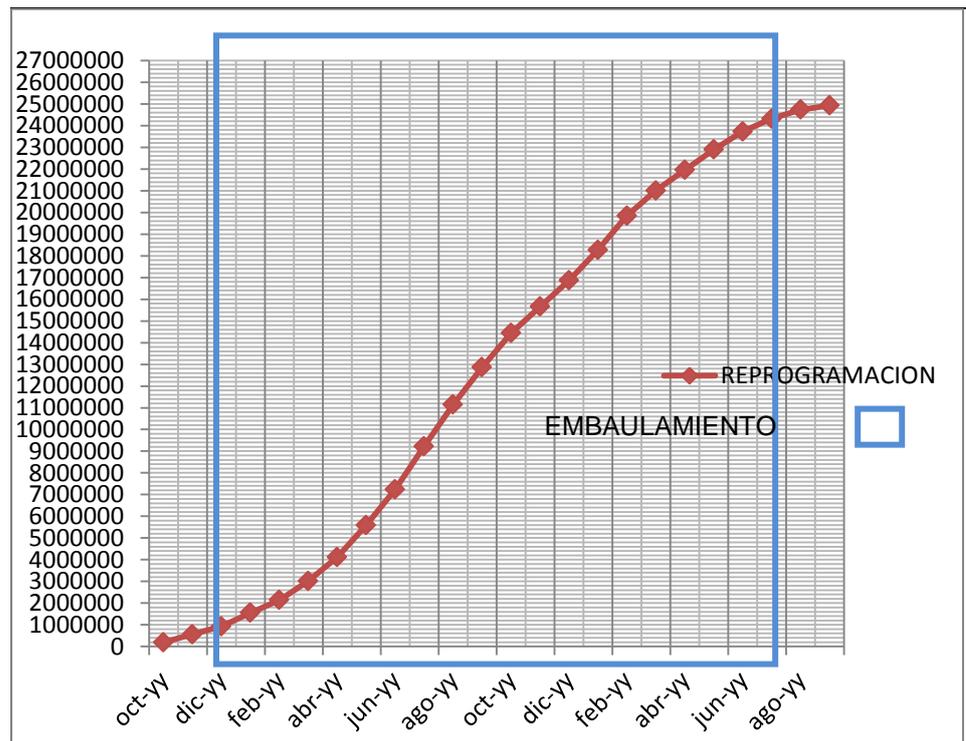


Gráfico 14. Curva de inversión acumulada para el cronograma reprogramado
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

En los gráficos referentes a la reprogramación, se muestran los incrementos graduales en las inversiones, con menores cambios drásticos, que permite una mejor toma de decisiones. Además,

generalmente en obras de esta magnitud, el anticipo es entregado tardíamente, y en el inicio, a veces extendido, todos los trabajos a ejecutar en vistas del cumplimiento de los plazos contractuales, es a inversión propia del o de los contratistas, aunque en las condiciones contractuales se exprese diferente.

Según lo expresado en el contrato, el anticipo a entregar será del 30% del monto total del valor de la ejecución de la obra, siendo el otro 70% pagable, mediante la presentación de planillas debidamente aprobadas por la Fiscalización. Entonces, será hacia el quinto mes del cronograma, que se demandará de otra inversión o del cobro de la primera planilla, si es que no se ha efectuado el planillaje para la cancelación antes de ese momento, para garantizar la liquidez financiera del proyecto.

Respecto a los rubros modificados, incide positivamente en el desenvolvimiento de la ejecución, abriendo frentes de trabajo paulatina y oportunamente. La concatenación lógica con la secuencia de rubros excavación y relleno para puentes, limpieza y reconformación del cauce, facilita la ejecución, al mismo tiempo que disminuye los costos, puesto que las acciones debidamente coordinadas permiten abaratar los costos y no se incrementan los desembolsos por cuestión de uso indebido de recursos, ya sea tiempo o materiales y equipos.

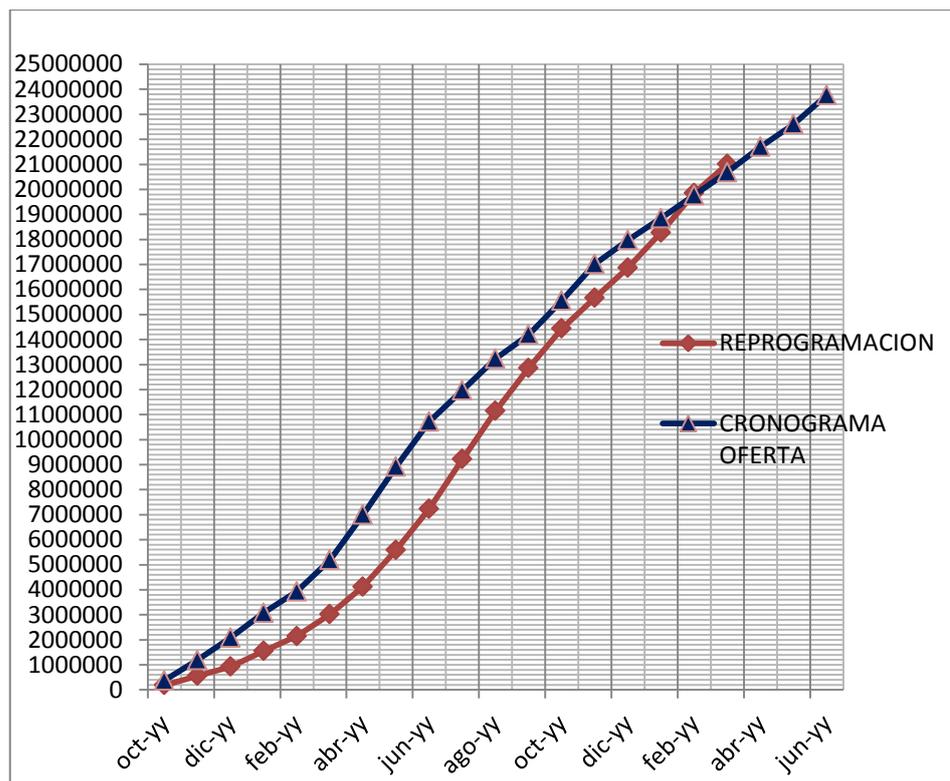


Gráfico 15. Curva de inversión acumulada para ambos cronogramas hasta embaulamiento.

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

Comparativamente, con una menor inversión acumulada, que dista en 3 meses y un costo aproximado de 3 millones de dólares se alcanza el mismo resultado que en la programación inicial, evidenciando de esta manera la efectividad de la reprogramación realizada en el embaulamiento del río.

4.4.2. Valoración de los resultados

En el análisis de las curvas, se puede afirmar que las modificaciones en la metodología constructiva no generan variaciones significativas en cuanto a la relación costo-tiempo para ambas programaciones. En los primeros meses, el costo de la variante reprogramada es inferior, pero en el tiempo las curvas de costos acumulados tienden a igualarse de modo que se logra un acortamiento de plazos de ejecución de la obra sin aumentar considerablemente los costos.

Los rubros principales (90%) se corresponden a obras preliminares, como movimiento de tierras, drenaje, estructuras, embaulamiento (al que corresponde el 40% del valor del proyecto), calzada y señalización. Dichos rubros forman todo parte de la ruta crítica. En el caso del embaulamiento, la reprogramación permite el incremento progresivo de la inversión desde el primer mes de la ejecución, a diferencia de la programación inicial, donde comenzaba la ejecución a partir del segundo mes, y se planificaba la ejecución en montos iguales para cada período (mes), con comienzos bruscos, que según los rubros que componen el embaulamiento no pueden ser ejecutados en grandes montos desde un inicio, puesto que estas actividades del embaulamiento se concatenan entre sí, a la vez que son interdependientes, y no podrán ser ejecutadas por ejemplo los hormigonados hasta que no sean realizadas actividades como excavación y relleno para puentes, limpieza y reconformación del cauce, sub-base clase III. De igual manera, no pueden ser solapadas en vista a acortar plazos.

La diferencia en costos de la programación inicial a la reprogramación resulta significativa para el caso del embaulamiento: se logra disminuir la inversión acumulada en cerca de 3 millones y el tiempo en 3 meses, que amplía aún más la distancia en los costos, pues la culminación en tiempo no genera costos adicionales.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El modelo de gestión propuesto para el rediseño de la programación de la obra del Embaulamiento del Río San Pedro, permitió optimizar el cronograma inicial del proyecto, fundamentalmente en cuanto a tiempos e inversiones parciales.
- Utilizando la metodología Project Management Institute (PMI), con un criterio de productividad, eficiencia y analizando las actividades críticas del proyecto de acuerdo a una estructura analítica de trabajo se pudo desarrollar un cronograma de reprogramación y optimización del proceso productivo de construcción, más eficiente que el inicial.
- Poniendo especial énfasis en optimizar el tiempo del Embaulamiento se logró también el ahorro en maquinarias, equipos, encofrados y mano de obra de manera significativa.
- Conocer las actividades que conformaron la ruta crítica que nos permitió hacer los ajustes necesarios para optimizar los tiempos y hacer el balance de los equipos y mano de obra de una manera eficiente, conocer las holguras con las que contábamos en el resto de las actividades que no formaban parte de la ruta crítica, sin modificar la duración total del proyecto.
- Se logró una optimización de costos de 3 millones de dólares y 3 meses de recurso tiempo con la reprogramación del embaulamiento que forma parte de la ruta crítica.

- La metodología planteada nos sirve de referencia para poder aplicarla en proyectos similares con la misma complejidad de construcción. Siempre teniendo en cuenta las especificidades de cada proyecto.
- Resulta de importancia el análisis oportuno de todas las metodologías posibles y seleccionar la más conveniente, apoyándose en herramientas útiles y adecuadas para lograr mejores resultados, teniendo en cuenta una estructura analítica de trabajo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Valorar de forma anticipada y detallada todos los factores internos y externos que pueden afectar el tiempo de ejecución y la seguridad en la obra, sobre todo los factores climatológicos y naturales, los cuales deben ser previstos antes de comenzar la construcción.
- Se deben evaluar las diferentes variantes o metodologías posibles y seleccionar la más apropiada para garantizar el desarrollo ininterrumpido de la obra ante eventualidades.
- La programación de obra debe ser ajustada constantemente en la medida que los imprevistos cambien el cronograma de ejecución. Solo así se podrán hacer los ajustes necesarios para reducir los costos y cumplir o reducir los plazos de entrega.
- Se demuestra en este trabajo la importancia de una buena programación de obra, con la cual podemos no solo ahorrar tiempo, sino también recursos de mano de obra y equipos y por lo tanto reducir los costos.
- Tomar en cuenta una cultura organizacional para la dirección y organización de proyectos basados en una metodología Project Management Institute (PMI) que brinda

beneficios a la hora planificar dando una mejor valor organizacional.

REFERENCIAS

- Antill, J., & Woodhead, R. (1967). *Métodos de la ruta crítica y su aplicación a la construcción*. Mexico: Limusa.
- Arias, F. (2004). El proyecto de investigación . Venezuela: Epistene.
- Ayala Padilla, H. M., & Pasquel Meneses, G. P. (2012). MODELO DE GESTIÓN PARA MONITOREO Y CONTROL DE OBRA. *ESPE* , 50.
- Ballestrini, M. (2001). Como se elabora el proyecto de investigación. Venezuela: BL Consultores asociados.
- Chávez, D., Gibaja, K., Jalisto, P., & Vera, E. (2013). *Metodo pert*. Perú: Universidad Alas Peruanas.
- FUNDIBEQ. (15 de agosto de 2012). *Diagrama de flechas*. Recuperado el 04 de mayo de 2015, de <http://www.fundibeq.org/>
- Garcia, k. (2005). *Analisi de la programacion de control de obra para el complejo cultural siglo XXI*. Puemba: Universidad de las americas.
- Guinea , F., & Pastor, M. (2007). Edificacion y obra civil . *Cuadernos de Orientación para el Empleo* , 32-316.
- LEY DE SEGURIDAD SOCIAL. (2001). *Registro oficial N°465*. QUITO: IESS.
- Ley orgánica del sistema nacional de contratación publica. (20 de MAYO de 2010). *INCOP*. Recuperado el 12 de MAYO de 2015, de www.compraspublicas.gob.ec
- Martinez, M. (1997). *Planeacion, programacion y control de obra*. Mexico: Tesis de grado .
- Martinic, S. (2006). Evaluación de proyectos. *Serie 6* , 50.
- Millán, E. (24 de noviembre de 2010). *Paneación de proyectos*. Recuperado el 12 de mayo de 2015, de <http://www.gestiopolis.com/>
- Montaño, A. (1972). *Iniciación al Método del Camino Crítico*. Mexico: Trillas, S.A.

- Online Business school. (15 de mayo de 2013). *Diagramas de Gantt*. Recuperado el 12 de abril de 2015, de <http://cdn2.hubspot.net/hub/342810/file-475237931-pdf/>
- Rodríguez, W. (01 de SEPTIEMBRE de 2007). *PLANIFICACION, CONTROL DE OBRA*. Recuperado el 15 de MAYO de 2014, de wrcastillejo@terra.com.pe
- Sabino, C. (1992). El proceso de investigacion de obras. Venezuela: Parapo.
- Serpell, A. (2006). *Administración de operaciones en construcción*. Chile: Universidad católica de chile.
- U.S. Department of energy. (2003). Project management practices. *Office of engineering and construction management* , 50.
- Villarroel Ponce, P. (2015). MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE OBRAS PARA EL CUERPO DE INGENIEROS . *ESPE* , 30.

ANEXO 1

FOTOS CAPACITACIÓN



Figura 14. Capacitación de los Trabajadores I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 15. Capacitación de los Trabajadores II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 16. Capacitación de los Trabajadores III
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura17. Capacitación de los Trabajadores IV.
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

ANEXO 2

FOTOS FACILIDADES TEMPORALES



Figura 18. Primeros auxilios
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 19. Bodega I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 20. Bodega II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 21. Bodega III
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 22. Cafetería
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 23. Oficinas
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

ANEXO 3

**FOTOS COLOCACIÓN DEL TABLESTACADO;
CAUCE DEL RIO**



Figura 24. Colocación del tablestacado cauce bajo del río I

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 25. Trabajos con el cauce bajo del río II

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 26. Trabajos con el cauce bajo del río III
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 27. Trabajos con el cauce bajo del río IV
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 28. Trabajos con el cauce bajo del río V
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 29. Trabajos con el cauce bajo del río VI
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 30. Trabajos con el cauce medio del río I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 31. Trabajos con el cauce medio del río II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 32. Trabajos con el cauce alto del río I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 33. Trabajos con el cauce alto del río II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

ANEXO 4

FOTOS EJECUCIÓN DEL PROYECTO

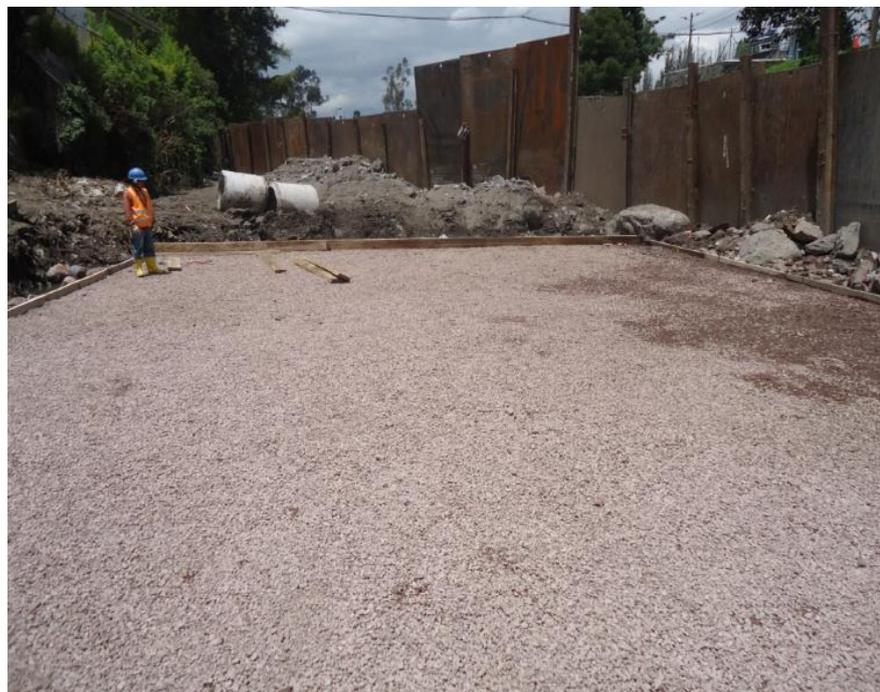


Figura 34. Mejoramiento del suelo para fundir losa de cimentación I

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 35. Mejoramiento del suelo para fundir losa de cimentación II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 36. Mejoramiento del suelo para fundir losa de cimentación III
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 37. Fundición de losa de cimentación I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 38. Fundición de losa de cimentación II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 39. Fundición de los muros I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 40. Fundición de los muros II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 41. Celda 1 terminada, cauce del río desviado I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 42. Celda 1 terminada, cauce del río desviado II
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 43. Losa superior I

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 44. Losa superior II

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

ANEXO 5

FOTOS ENSAYOS DE LABORATORIO



Figura45. Tomando las muestras para el ensayo a compresión I

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 46. Tomando las muestras para el ensayo a compresión II

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 47. Ensayo a compresión

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 48. Ensayo de asentamiento

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

ANEXO 6

FOTOS MANEJO DE DESECHOS



Figura 49.Depósitos para basura clasificados I
Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 50. Depósitos para basura clasificados II

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

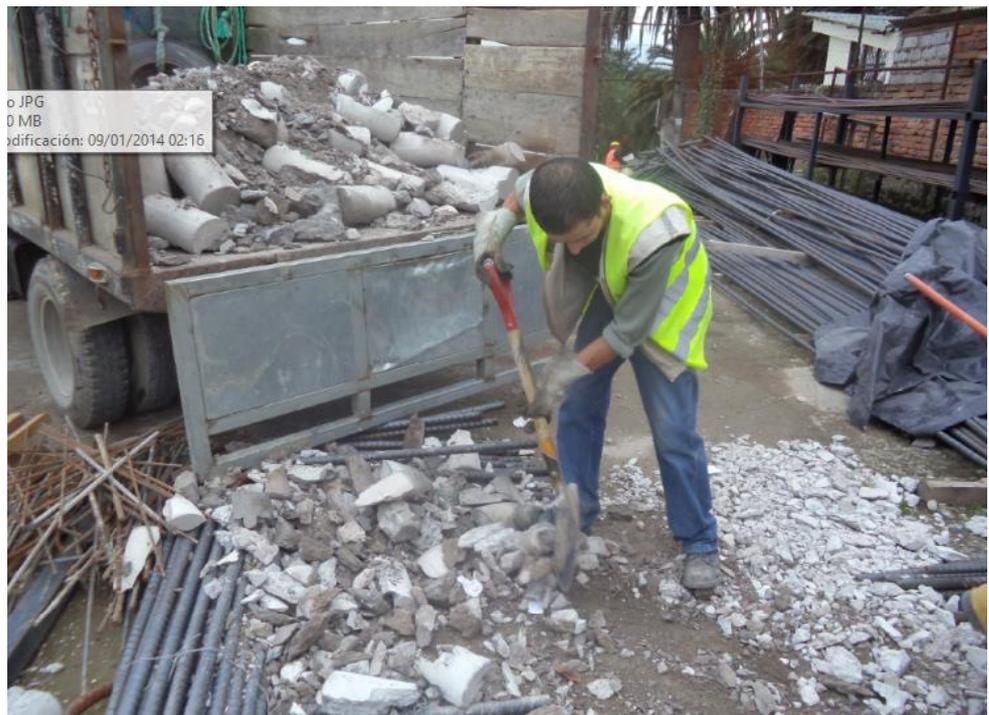


Figura 51.Recolección de escombros I

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez



Figura 52.Recolección de escombros II

Fuente: Elaboración propia: Santiago Chávez

ANEXO 7

CONTRATO

ANEXO 8

Cronograma Inicial

ANEXO 9

Cronograma Reajustado