

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis de factores que influyen al cumplimiento de
la línea base de costo en la construcción del proyecto
MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado
en Minera Chinalco Perú S. A. - 2018**

Jhonatan Ramiro Arias Toribio

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Ing. Omar Augusto Hidalgo Quispe.

AGRADECIMIENTOS

Eternamente agradecido con Dios, por haberme dado la vida, paciencia y sabiduría para la culminación del presente trabajo, y de rodearme con personas increíblemente únicas.

Agradezco a la Universidad Continental, por ser el lugar donde adquirí conocimientos que fueron impartidos por la plana docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil.

De manera especial al MBA Ing. Omar Augusto Hidalgo Quispe por su tiempo, guía y apoyo en la elaboración de la presente tesis, ya que, sin él, este trabajo de investigación no hubiese sido posible.

A mis padres y hermanos por ser la fuerza que me impulsa a seguir creciendo profesionalmente; de manera especial a mi papá Ramiro Arias, por brindarme todas las enseñanzas impartidas en mi crecimiento como persona y por el apoyo incondicional en la realización de mis metas y objetivos.

A mis amigos y colegas que de alguna manera fueron parte de mi crecimiento profesional.

Jhonatan Ramiro Arias Toribio.

DEDICATORIA

A mis padres, Ramiro Arias Chavarría y Florencia Toribio de la Cruz, por ser la fuente de inspiración para ser una mejor persona; a mis hermanos que me impulsan a seguir siempre adelante.

ÍNDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	4
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Objetivo general.....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación e importancia.....	5
1.4. Hipótesis y variables.....	6
1.4.1. Hipótesis de investigación.....	6
1.4.2. Hipótesis específicas.....	7
1.4.3. Operacionalización de las variables.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2.1. Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	12
2.2. Bases teóricas.....	16

2.2.1.	Proyectos de construcción.....	16
2.2.2.	Gestión y riesgos en la construcción	32
2.2.3.	Costos en el sector de construcción	51
2.2.4.	Causas de sobrecostos, retrasos y diferencias de calidad en proyectos de construcción	74
2.2.5.	Factores que influyen a la línea base de costos en proyectos de construcción	78
2.3.	Definición de términos básicos	85
CAPÍTULO III.....		89
3.1.	Método, tipo y nivel de la investigación.....	89
3.1.1.	Método de la investigación	89
3.1.2.	Tipo de la investigación	89
3.1.3.	Nivel de la investigación	90
3.2.	Diseño de la investigación	90
3.3.	Población y muestra	90
3.3.1.	Población.....	90
3.3.2.	Muestra	90
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	90
CAPÍTULO IV		92
4.1.	Resultados de la investigación.....	92
4.1.1.	Prueba de hipótesis.....	163
4.2.	Discusión de resultados.....	167
CONCLUSIONES		170
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		172
ANEXOS.....		176

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. PBI Global y PBI de la construcción del 2015 al 2019 - Variación de % acumulado de periodos anuales.....	2
Figura 02. Inversión minera en la construcción de estructuras mineras 2010 - 2019.....	2
Figura 03. Construcción habitacional. Edificio Residencial en Santiago de Surco, Lima - Perú.....	20
Figura 04. Construcción no habitacional. Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé ESSALUD, Huancayo - Perú.....	21
Figura 05. Construcción industrial. Construcción de planta de procesamiento de minerales de Minera Chinalco - Perú.....	22
Figura 06. Obra Civil. Puente Salinas, Amazonas - Perú.....	22
Figura 07. Etapas en el desarrollo de un proyecto.....	23
Figura 08. Esquema lógico de relación de participantes en un proyecto de construcción.....	29
Figura 09. Modelo que prioriza la gestión de riesgos sobre las líneas base.....	32
Figura 10. Factores a considerar para lograr proyectos exitosos.....	33
Figura 11. Modelo aplicativo de los costos relativos a la calidad.....	35
Figura 12. Componentes del Balance Scorecard.....	37
Figura 13. Gráfica de parámetros según la gestión del valor ganado (EVM).....	39
Figura 14. Relación de costos directos e indirectos por reducción de tiempo de duración de actividades en proyectos.....	42
Figura 15. Cuadro que muestra ejemplos de identificación de riesgos en proyectos de construcción.....	44
Figura 16. Cuadro que muestra ejemplos de plan de mitigación de riesgos en proyectos de construcción.....	44
Figura 17. Métodos de análisis de atrasos.....	46
Figura 18. Algunos métodos son más adecuados su utilización para ciertos fines que otros.....	47
Figura 19. Resumen de Técnicas de Análisis de Atrasos (DAT) en proyectos de construcción.....	47
Figura 20. Técnica Observacional As-Planned vs As-Built.....	48
Figura 21. Técnica Impacted As-Planned.....	48
Figura 22. Técnica Collapsed As Built.....	49
Figura 23. Incidencias de métodos de análisis de retrasos (DAT) usados por los contratistas.....	50

Figura 24. Incidencias de métodos de análisis de retrasos (DAT) usados por los consultores.....	51
Figura 25. Costos en construcción.....	52
Figura 26. Costos directos de la partida de Montaje de tubería 34" soldada API 5L x 52M ESP = 0.625".....	54
Figura 27. Gráfica de los costos de operación de equipos de construcción.....	57
Figura 28. Clases de herramientas de construcción.....	58
Figura 29. Representación de los costos indirectos de un proyecto de construcción (gastos generales y utilidad).....	59
Figura 30. Clasificación de gastos generales en obras de construcción.....	60
Figura 31. Parámetros para estimar la utilidad en obras de construcción.....	63
Figura 32. Fases de estimación de costos en el proceso constructivo.....	64
Figura 33. Planificación y control de costos en las fases de un proyecto.....	65
Figura 34. Tipos de estimaciones y su relación con las etapas en el desarrollo de un proyecto.....	66
Figura 35. Etapas en el proceso de la estimación conceptual.....	67
Figura 36. Nivel de influencia en los costos según el desarrollo del proyecto.....	68
Figura 37. Importancia de la estimación conceptual en el costo final de un proyecto.....	69
Figura 38. Ejemplo de estimación paramétrica.....	70
Figura 39. Ejemplo de estimación por factores.....	71
Figura 40. Estimación por modelos de costos. Proceso de modelación de COSMOS - MIT.....	71
Figura 41. Estimación por modelos de costos. Proceso de modelación de COSMOS - MIT (2).....	72
Figura 42. Causas más frecuentes y severas que influyen en sobrecostos de proyectos de construcción.....	75
Figura 43. Causas más frecuentes y severas que dan origen a retrasos en proyectos de construcción.....	75
Figura 44. Causas más frecuentes y severas que originan deficiencias en la calidad de proyectos de construcción.....	76
Figura 45. Curva de aprendizaje, variación del rendimiento de la colocación de hormigón (HH/m ³) a través de semanas de aprendizaje de una cuadrilla de concreteros.....	82
Figura 46. Plano de disposición general de obras del proyecto MPD003 - vista en planta.....	93
Figura 47. Resumen del presupuesto del proyecto.....	95

Figura 48. Excavación masiva en roca de la poza de contingencia N° 01.....	108
Figura 49. Instalación de geotextil en poza de contingencia N° 01.....	109
Figura 50. Instalación de geotextil y geomembrana en poza de contingencia N° 02.....	109
Figura 51. Vista general en planta de la poza de contingencia N° 01 y elementos que lo integran - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-028.....	110
Figura 52. Movimiento de tierras de la poza de contingencia N° 01 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-024.....	110
Figura 53. Caja colectora de la poza N° 01 - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.....	111
Figura 54. Sección “A” caja colectora de la poza N° 01 - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.....	111
Figura 55. Sección “B” caja colectora de la poza N° 01 - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.....	112
Figura 56. Distribución de acero de caja colectora - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.....	112
Figura 57. Cuadro de volumen poza N° 01 - sección “C” (sección de canal de ingreso y salida) y sección “D” (sección de tuberías de conducción) - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-028.....	113
Figura 58. Isométrico de la poza de contingencia N° 01 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-028.....	113
Figura 59. Cuadro de los metrados de la poza de contingencia N° 01.....	116
Figura 60. Vista general en planta de la poza de contingencia N° 02 y elementos que lo integran - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-029.....	116
Figura 61. Movimiento de tierras de la poza de contingencia N° 02 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-026.....	117
Figura 62. Cuadro de volumen poza N° 02 - sección “C” (sección de canal de ingreso y salida) y sección “D” (sección de tuberías de conducción) - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-029.....	117
Figura 63. Isométrico de la poza de contingencia N° 02 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-029.....	118
Figura 64. Cuadro de los metrados de la poza de contingencia N° 02.....	120
Figura 65. Cuadro que muestra el metrado de inserto para pasada de tubería para caja colectora de poza 01 y 02.....	122
Figura 66. Cuadro de resumen de análisis de precios unitarios.....	123
Figura 67. Cuadro de resumen de cálculo de “Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02”.....	126

Figura 68. Corte y carguío en <i>by pass</i> cantera.....	127
Figura 69. Perfilado y corte de material en plataforma de estación disipadora.....	128
Figura 70. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por el alcance del proyecto.....	130
Figura 71. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 1: Estación disipadora y puntos de descarga.....	132
Figura 72. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 1: Estación disipadora y puntos de descarga.....	133
Figura 73. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos.....	135
Figura 74. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos.....	136
Figura 75. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 3: Cruce de caminos.....	138
Figura 76. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 3: Cruce de caminos.....	139
Figura 77. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías.....	141
Figura 78. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías.....	142
Figura 79. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por la procura del cliente.....	146
Figura 80. Presencia de condiciones climáticas severas en los procesos constructivos de la obra.....	147
Figura 81. Acercamiento de una tormenta eléctrica en obra.....	148
Figura 82. Paralización de labores en obra por causa de la nevada.....	151
Figura 83. Paralización de labores en obra por causa de la lluvia intensa.....	152
Figura 84. Incidencia en costo de factores climáticos por la paralización de labores.....	153
Figura 85. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por factores climáticos.....	154
Figura 86. Integración de la gestión de riesgos.....	155
Figura 87. Matriz de riesgo - Probabilidad de impacto.....	157
Figura 88. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por factores principales de estudio para la prueba de hipótesis.....	164
Figura 89. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por el alcance del proyecto para la prueba de hipótesis específica N° 01.....	165

Figura 90. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por la procura del cliente para la prueba de hipótesis específica N° 02.....	166
Figura 91. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por los factores climáticos para la prueba de hipótesis específica N° 03.....	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Diferencias entre obra pública y obra privada.....	18
Tabla 02. Cuadro de ventajas y riesgos de los tipos de contratos.....	31
Tabla 03. Criterios de cálculo de Estimate at Completion (EAC).....	40
Tabla 04. Principales pactos y convenios del régimen laboral de construcción.....	55
Tabla 05. Relación enumerativa no limitativa de gastos generales.....	60
Tabla 06. Resultado de estudio de causas de retrasos.....	77
Tabla 07. Actividades definidas como hitos contractuales.....	97
Tabla 08. Procuras del cliente y la empresa contratista.....	98
Tabla 09. Variación entre HH contractuales y HH de Orden de Cambio Final por frentes de trabajo del proyecto.....	99
Tabla 10. HH contractuales y HH de orden de cambio final por especialidad del proyecto.....	100
Tabla 11. Variación de volúmenes entre el alcance contractual y alcance de orden de cambio final por partidas generales del proyecto.....	101
Tabla 12. Variación de costos entre el alcance contractual y el orden de cambio final por partidas contractuales.....	104
Tabla 13. Monto calculado e incidencias de trabajos adicionales.....	105
Tabla 14. Incidencias en costos según el origen de trabajos adicionales.....	107
Tabla 15. Incidencias y montos de mayores costos por trabajos de aceleración.....	128
Tabla 16. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por el alcance del proyecto.....	129
Tabla 17. Fechas de entrega por frente de trabajo.....	144
Tabla 18. Retrasos excusables no compensables (ENC) y retrasos excusables compensables (EC).....	144
Tabla 19. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por la procura.....	146
Tabla 20. Resumen de fechas afectadas por tormenta eléctrica en las paralizaciones de labores.....	149
Tabla 21. Resumen de fechas afectadas por la nevada en las paralizaciones de labores.....	150
Tabla 22. Resumen de fechas afectadas por neblina densa en las paralizaciones de labores.....	151
Tabla 23. Resumen de fechas afectadas por la lluvia intensa en las paralizaciones de labores.....	152

Tabla 24. Incidencia en costo de factores climáticos por la paralización de labores.....	153
Tabla 25. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por factores climáticos.....	154
Tabla 26. Definición de impacto.....	156
Tabla 27. Definición de las estrategias.....	157
Tabla 28. Listado de riesgos identificados.....	158
Tabla 29. Categorización de riesgos.....	159
Tabla 30. Evaluación cualitativa de riesgos.....	160
Tabla 31. Evaluación cuantitativa de riesgos.....	161
Tabla 32. Matriz de estrategias de respuesta al riesgo.....	161
Tabla 33. Plan de mitigación de riesgos.....	162
Tabla 34. Sobrecostos originados por el alcance del proyecto.....	165
Tabla 35. Sobrecostos originados por la procura del cliente.....	166
Tabla 36. Sobrecostos originados por los factores climáticos.....	167

RESUMEN

Los proyectos de construcción en la industria minera usualmente están sujetas a diversos factores para cumplir con el costo contractual del proyecto de construcción. En la actualidad cada vez más se exige mejorar la competitividad y a la vez demostrar mejores estándares de trabajo para entregar construcciones que cumplan con los costos previstos inicialmente.

Es por ello que el objetivo principal de la tesis titulada: “Análisis de factores que influyen al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018”, es analizar la influencia del alcance, la procura del cliente y los factores climáticos al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. en el período 2018.

En el presente estudio se tomó como referencia de estudio un proyecto construido en la Minera Chinalco S.A., a través del cual se logró analizar tres factores más incidentes que afectaron al cumplimiento de la línea base de costo, para ello se tuvo toda la información necesaria para la obtención de resultados. Finalmente se obtuvo que el alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos son factores que terminaron por generar desviaciones en costo del 22.17 % como sobrecostos respecto a la línea base de costo ofertado del proyecto en estudio.

Palabras clave: línea base de costo, alcance del proyecto, procura del cliente, factores climáticos, Minera Chinalco Perú S.A.

ABSTRACT

Construction projects in the mining industry are usually subject to various factors to meet the contractual cost of the construction project. Nowadays, it is increasingly required to improve competitiveness and at the same time demonstrate better work standards to deliver constructions that meet the initially anticipated costs.

That is why the main objective of the thesis entitled: "Analysis of factors that influence compliance with the cost baseline in the construction of the MPD003 Tailing Pipeline Relocation project executed at Minera Chinalco Peru S.A. - 2018 ", is to analyze the influence of the scope, the client's procurement and the climatic factors to the fulfillment of the cost baseline in the construction of the MPD003 Tailing Pipeline Relocation project executed in Minera Chinalco Peru S.A. in the period 2018.

In this study, a project built in Minera Chinalco SA was taken as a study reference, through which it was possible to analyze three factors plus incidents that affected compliance with the cost baseline, for which all the necessary information was had to obtaining results. Finally, it was obtained that the scope of the project, the client's request and the climatic factors are factors that ended up generating deviations in cost of 22.17 % as cost overruns with respect to the baseline of cost offered for the project under study.

Keywords: cost baseline, project scope, client procurement, climatic factors, Minera Chinalco Perú S.A.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han diseñado y construido grandes obras industriales en el sector minero, proyectos que han incluido equipos e instalaciones de gran tamaño y costo, lo que lleva a una búsqueda de respuestas ante nuevos desafíos tecnológicos, constructivos, legales, entre otros.

Hoy en día es importante realizar proyectos de construcción que cumplan los costos pactados inicialmente en la oferta de licitación, para ello es necesaria la identificación oportuna de los riesgos en la formulación del expediente técnico e implementar la gestión de los mismos. Por otro lado, el éxito de un proyecto de construcción desarrollado en el sector minero está limitado a diversos factores que dan su aparición antes y durante de la construcción en sí, y como tal se debe tener en cuenta los riesgos que podrían ocasionar. La definición incompleta o deficiente del alcance de los proyectos son causantes en muchos casos del incremento del costo final, así como el incumplimiento de las responsabilidades asumidas por el cliente y/o empresa contratista, además los climas severos en la construcción ocasionan sobrecostos al finalizar el proyecto. Con la finalidad de brindar información que será utilizada por los próximos proyectos mineros que se ejecuten bajo condiciones de climas fríos, temperaturas bajas, altitudes superiores a los 4 000 m.s.n.m. e inferiores a los 5 000 m.s.n.m. y bajo una modalidad de contratación a precios unitarios, en especial con las que cuentan con un contexto similar al presente caso evaluado, se ha desarrollado la presente investigación, cuyo objetivo principal es analizar la influencia del alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.

La investigación se divide en 4 capítulos. En el capítulo I, se detalla el planteamiento y formulación de problema, los objetivos, justificación e importancia, hipótesis y descripción de variables.

En el capítulo II se expone el marco teórico y consta de los antecedentes internacionales y nacionales del problema, bases teóricas y definición de términos básicos.

En el capítulo III se describe la metodología que consiste en el método y alcance de la investigación, diseño de la investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Finalmente, en el capítulo IV se describe los resultados y discusión, el cual consiste en el resultado del tratamiento y análisis de información, prueba de hipótesis y discusión de resultados. La presente investigación finaliza con las conclusiones, referencias bibliográficas y los anexos.

El autor.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En el Perú, el sector construcción dentro de la economía nacional es uno de los sectores más importantes y sostenibles, debido a su considerable aporte al Producto Bruto Interno (en adelante PBI) y el efecto multiplicador que ejerce en la economía. El crecimiento reportado en el sector de la construcción en el Perú tiene un impacto positivo en el desarrollo local, social, económico y tecnológico en distintas ciudades del país, contribuyendo en la generación de empleos, tanto para mano de obra calificada, como también para los profesionales y técnicos de la construcción civil.

La figura 01 muestra la tasa de crecimiento del PBI Global y PBI de la construcción en los últimos cinco años, dando a conocer la tendencia positiva del sector construcción en los últimos tres años, y como tal la incidencia favorable que genera en el desarrollo nacional.

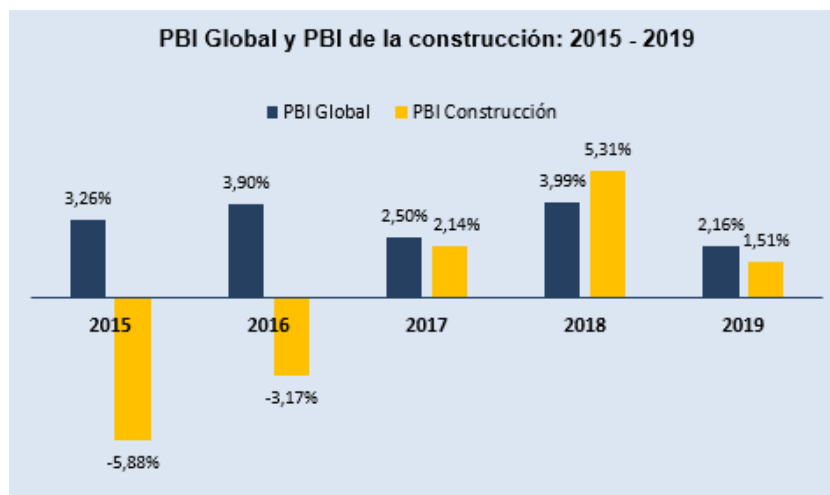


Figura 01. PBI Global y PBI de la construcción del 2015 al 2019 - Variación de % acumulado de periodos anuales.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI para el año 2020).

No obstante, la minería también es un sector importante en el Perú, el cual representa más del 50 % de las divisas, el 20 % de la recaudación fiscal, el 11 % del PBI y es la mayor parte de la inversión extranjera. La industria minera da lugar a la inversión de millones de dólares anualmente para la construcción de obras civiles en beneficio de la población y en la construcción de su propia infraestructura minera para el desarrollo de operaciones mineras.



Figura 02. Inversión minera en la construcción de estructuras mineras 2010 - 2019.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

En la figura 02 se observa la importante inversión que viene realizando la minería en la construcción de diversas estructuras que son necesarias para la extracción, transporte y tratamiento de minerales.

De todo el contexto anterior, se deduce que los proyectos de infraestructura y obras mineras son los rubros del sector de la construcción con mayor incidencia en el Perú. José Castillo señaló, en el año 2017, que los proyectos de infraestructura son la base de todas las economías productivas y, por lo tanto, su desarrollo es necesario y vital para mejorar las condiciones de rutina e innovar con el uso de nuevas técnicas típicas de un país de primer mundo. Por otro lado, menciona que las obras mineras son las que en los últimos años han tenido quizás la mayor incidencia dentro de la construcción, siendo favorecidas por la alta demanda que genera el precio de los minerales en zonas con riquezas de metales, las que al mismo tiempo han requerido la construcción de diversas estructuras que son necesarias para el procesamiento de los minerales.

Debido a las grandes cantidades de dinero que invierten los grupos transnacionales en la infraestructura minera, cada vez más se exige mejorar la competitividad y a la vez demostrar mejores estándares de trabajo para así entregar un servicio y/o producto de calidad. Todo ello se refleja en las últimas construcciones de infraestructura y proyectos mineros, ya que el cliente exige al contratista entregar construcciones de mayor calidad, con costos óptimos y en el tiempo establecido.

El problema de cumplir con las exigencias de los clientes es el que las construcciones están sujetas a diversos factores que se presentan usualmente en el proceso de la construcción tales como: cambios en el alcance contractual del proyecto de construcción (órdenes de cambio), cambios de ingeniería, demora en los trámites, condiciones de suelo diferentes a los establecidos en el contrato, el surgimiento de cambios y adicionales de trabajo, añadido a ello los posibles impactos generados por: eventos no identificados oportunamente en la formulación de la propuesta, interrupciones, paralizaciones, impactos por eventos de riesgos imprevistos y la variabilidad del clima. Dichos factores descritos en líneas precedentes, afectan de alguna manera en el adecuado cumplimiento de las líneas base

de costo y tiempo, generando así desviaciones en dichas líneas base, y éstas originando a la vez sobrecostos en los entregables finales de la ejecución del proyecto de construcción.

Por todo ello, brinda motivos suficientes para darle la importancia a la construcción de infraestructura y proyectos de construcción del sector minero, siendo los rubros más grandes e importantes en la economía del Perú. Por lo tanto, hoy en día se debe de desarrollar y ejecutar los proyectos de construcción de infraestructura y aquellos que pertenecen al sector minero de la mejor manera posible, desarrollando con un sistema de gestión integral para cada proyecto en específico que se ejecute. Todo ello debe de estar enfocados en el cumplimiento de estándares, requisitos y niveles de exigencia del cliente o solicitante, y de dicho modo se evite futuras controversias y conflictos entre el mandante, proyectistas, proveedores y la empresa ejecutora del proyecto.

1.1.2. Formulación del problema

A) Problema general:

¿Cómo influye el alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018?

B) Problemas específicos:

- ¿Cómo influye el alcance del proyecto al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018?
- ¿Cómo influye la procura del cliente al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018?

- ¿Cómo influyen los factores climáticos en el cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar la influencia del alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar la influencia del alcance del proyecto al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.
- Analizar la influencia de la procura del cliente al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.
- Analizar la influencia de los factores climáticos en el cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.

1.3. Justificación e importancia

El realizar la presente investigación contribuirá en analizar oportunamente tres factores más usuales que generalmente originan a los sobrecostos y por ende el no cumplimiento de la línea base de costo de proyectos de construcción que se ejecutan en concesiones de unidades mineras. Las construcciones que se realizan en alguna fase o periodo de la vida de una mina son en su gran mayoría los

siguientes trabajos: Ampliación de planta concentradora, instalaciones de Columnas celdas, Bulk Cleaner, espesadores, flujómetros, molinos, sistemas de chancado de mineral primaria y secundaria, reubicación e instalación de tuberías de relaves y sistemas de bombeo, pozas de contingencia y de depósitos de relave, presas para almacenar agua y/o relaves, etc. Debido a la envergadura de las construcciones en minería, hoy en día es importante incluir la gestión de riesgos en el desarrollo de los proyectos de construcción, de tal manera ayude en el cumplimiento de los costos pactados en la oferta de licitación y por defecto evitar los sobrecostos en dichas obras. La presente investigación abarca el análisis de tres principales factores que usualmente impactan a un proyecto de construcción de reubicación de tuberías de relaves, impactando de tal manera que no permiten cumplir con el costo total previsto inicialmente y que en algunos casos la variación puede llegar hasta el doble de lo presupuestado.

El aporte de la investigación es dotar de nuevos conocimientos y el análisis de tres principales factores que serán considerados como parte de los riesgos potenciales para las futuras construcciones de proyectos mineros que se ejecuten bajo condiciones de climas fríos, temperaturas bajas, altitudes superiores a los 4 000 m.s.n.m. e inferiores a los 5 000 m.s.n.m. y bajo una modalidad de contratación a precios unitarios. Añadido a todo lo mencionado en líneas anteriores, el presente estudio contribuye en la mejora de la calidad de gestión de proyectos de construcción similares a lo descrito en la presente investigación y la correcta distribución de riesgos (factores) entre las partes involucradas de un proyecto. Beneficiará a toda la población de estudiantes, docentes, profesionales y técnicos de la ingeniería y/o construcción de proyectos mineros.

1.4. Hipótesis y variables

1.4.1. Hipótesis de investigación

H₁: El alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos influyen significativamente al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La delimitación inicial del alcance del proyecto influye considerablemente en el costo final de la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.
- Si la procura del cliente es entregada después de las fechas pactadas inicialmente influirá negativamente al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.
- Los factores climáticos repercuten significativamente en el cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.

1.4.3. Operacionalización de las variables

A. Variables independientes (X):

Los factores que influyen en el cumplimiento de la línea base de costo son los que se detallan a continuación:

- a. Alcance del proyecto.
- b. Procura del cliente.
- c. Factores climáticos.

B. Variable dependiente:

- Línea base de costo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el artículo de investigación titulado: “Ingeniería Contractual en construcción industrial en el sector minero”, se menciona que la “Ingeniería Contractual” es la disciplina que provee las herramientas para fundamentar una reclamación, analizando y valorando las variaciones en las condiciones, que afectan a un contrato, respecto del alcance contractual originalmente pactado. La ingeniería contractual en su esencia responde a dos interrogantes: ¿existió una variación en el contrato? La primera fase consiste en establecer la línea base del contrato, esta considera la revisión y análisis de todos los antecedentes de licitación y contrato. La segunda pregunta ¿cuáles son los impactos generados? Estos son principalmente en el costo y en el plazo. Se afirma que los contratos de construcción en sus diversas modalidades se dan: sólo de construcción, EP, EPC, EPCM u otro, por su naturaleza, están afectos a variaciones, los que pueden tratarse por la vía consensual, a través de las órdenes de cambio o modificaciones de contrato, o tratarse por la vía controversial, es decir si no hay acuerdo entre las partes. Por último, concluyen que las principales causas que generan mayores costos y plazos en proyectos de construcción en el sector minero son (1):

- Atrasos en la entrega de terreno y de suministros estratégicos.
- Ingeniería de detalle deficiente o incompleto.
- Cambios en las especificaciones técnicas.
- Tardía aprobación de permisos por terceros.
- Características de suelo distintas a las informadas en las bases de licitación.

En la tesis titulada: “Factores de los sobrecostos en proyectos de construcción: Una revisión sistemática”, se tuvo como objetivo general el identificar los factores de sobrecosto en proyectos de construcción por medio de la revisión sistemática de literatura publicada desde 1 985 hasta 2 016. Se empleó una muestra inicial de 400 artículos, los cuales fueron filtrados por medio de diferentes y exhaustivas codificaciones que permitieron trabajar finalmente con una exclusiva muestra de 26 artículos, de estos se determinó cuáles eran los factores más influyentes de los sobrecostos. Se identificaron a los siguientes parámetros como resultados significativos tras una revisión sistemática: la planificación: una excelente gestión es fundamental a la hora de iniciar un proyecto de construcción, ya que tiene en cuenta los factores externos que pueden generar sobrecostos y encierra de una forma global la programación, los sistemas de información, el control en el tiempo y costos. Por tal razón al no seguir de manera estricta dicha planificación se verá afectada a futuro y repercutirá de manera negativa en el cronograma del proyecto, el presupuesto y la calidad. Diseño: los malos diseños o los cambios en los mismos son otro factor significativo en los sobrecostos de proyectos de construcción, pues al ejecutar un mal diseño es mayor la demanda de tiempo y recursos (humanos, financieros, técnicos y materiales) a los establecidos inicialmente. Factores externos: eventos naturales inesperados, condiciones geológicas desfavorables, cambios climáticos, entre otros son los factores más difíciles de controlar ya que son impredecibles. Por lo tanto, al asumir la dirección de un proyecto de construcción se debe tener en cuenta cada uno de los factores anteriormente expuestos y no llegar al límite de tocar estos temas críticos centrándose únicamente en las complicaciones programadas o presupuestarias; y debe asumir que el tiempo, el costo y la calidad son igualmente afectados (2).

En la tesis titulada: “Pérdida de productividad laboral por cambios en los proyectos en obras de construcción”, se tuvo como objetivo general identificar, analizar y proponer métodos apropiados que permitan determinar los costos por la pérdida de productividad laboral debido a los cambios de proyectos en obras de construcción en Chile. Menciona también que la pérdida de productividad es definida como un “incremento de costos en la ejecución de una obra, producto de un cambio de las condiciones, recursos o procesos, estimados o planificados inicialmente por la constructora”. La productividad laboral puede verse afectada por muchos factores que alteran la eficiencia en el desarrollo del trabajo, tales como, cambios de proyecto, interferencias, demoras o atrasos, interrupciones, paralizaciones, aceleraciones, alteración de la secuencia constructiva, entre las más importantes. En general, la pérdida de productividad se debe a factores tanto del contratista, como de El Mandante (El cliente), los que dependiendo de la severidad con que se presenten, pueden afectar en mayor o menor medida la productividad, incluso presentándose de manera simultánea y conjunta. Los resultados fueron: desde el punto de vista del contratista, en una obra de construcción, los cambios de proyectos tienen un efecto negativo sobre la productividad de la mano de obra, lo que genera que en la ejecución de los cambios se utilice más mano de obra de lo que el contratista presupuestó en la preparación de la Nota de Cambio. Por lo tanto, los costos reales de la ejecución de los cambios solicitados por el mandante (El cliente) resultan mayores a los presupuestados inicialmente (Línea base costo del proyecto de construcción) (3).

En el artículo de investigación titulado: “Análisis de sobrecostos, retrasos y déficit de calidad en proyectos de construcción de Zambia”, se tuvo como objetivo destacar las principales causas de sobrecostos, retrasos y deficiencias de calidad en proyectos de construcción de Zambia. La industria de la construcción juega un papel central en la creación de la riqueza de cualquier nación. Para las economías en desarrollo, constituye la columna vertebral de la mayoría de las industrias. Sin embargo, los sobrecostos, los retrasos y los déficits de calidad en los proyectos de construcción a menudo compensan la contribución prevista de la industria

a la economía. En el trabajo de investigación se utilizó una encuesta por cuestionario, los resultados del estudio confirmaron la prevalencia de los sobrecostos, los retrasos en el cronograma y las deficiencias de calidad en los proyectos de construcción en Zambia. Clientes, consultores, los contratistas y financieros identificaron el "análisis inicial insuficiente de costos", "cambios en el alcance del proyecto" y las "órdenes de cambio" como los factores más frecuentes y graves que causaron los sobrecostos. Las "órdenes de cambios" y las "dificultades financieras por parte de los contratistas" se clasificaron como las causas más frecuentes y graves de sobrecostos. Por otro lado, se estableció que la "mala gestión financiera" era el factor más común y grave que causaba la falta de calidad en los proyectos de construcción. Se han recomendado prácticas adecuadas de gestión de proyectos y capacitación para que los proyectos de construcción se ejecuten con éxito, especialmente en economías en desarrollo como Zambia (4).

En el artículo de investigación titulado: "Factores que influyen en el tiempo de construcción y sobrecostos en proyectos de gran altura en Indonesia", se tuvo como objetivo identificar los factores que influyen en el tiempo de construcción y sobrecostos en proyectos de gran altura en Indonesia. Muchas variables tienen un impacto en el tiempo de construcción y los excesos de costos en Indonesia. Se realizó una encuesta por cuestionario a los gerentes de proyectos que trabajan en proyectos de construcción de gran altura en dos ciudades de Indonesia: Yakarta y Yogyakarta. Las variables identificadas se clasificaron según su importancia percibida y las frecuencias de ocurrencia. Las órdenes de cambios, la estimación imprecisa del costo del proyecto y la complejidad del proyecto son las principales causas de sobrecostos. Utilizando técnicas de análisis factorial, las variables de demora y sobrecostos se agruparon en factores y se analizaron sus relaciones. Aunque en Indonesia, los resultados reflejan problemas de gestión de la construcción comunes a los países en desarrollo (5).

En el artículo de investigación titulado: “Control de costos y tiempo de proyectos de construcción: factores inhibidores y medidas atenuantes en la práctica”. A pesar de la disponibilidad de varias técnicas de control y software de control de proyectos, muchos proyectos de construcción aún no logran sus objetivos de costo y tiempo. La investigación en esta área hasta el momento se ha dedicado principalmente a identificar las causas de los excesos de tiempo y costo. Existe una investigación limitada dirigida a estudiar los factores que inhiben la capacidad de los profesionales para controlar de manera efectiva sus proyectos. Para llenar este vacío, se realizó una encuesta en 250 organizaciones de proyectos de construcción en el Reino Unido, seguida de entrevistas personales con profesionales experimentados de 15 de estas organizaciones. Primero se identificaron los factores comunes que inhiben tanto el control del tiempo como el costo durante los proyectos de construcción. Los resultados del trabajo de investigación fueron: los principales factores inhibidores al costo y tiempo de proyectos de construcción son: cambios de diseño, riesgos/incertidumbres, evaluación imprecisa de la duración del proyecto, la complejidad y el incumplimiento de los subcontratistas (6).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la tesis titulada: “Control de Costo, Tiempo y Calidad para el análisis de desempeño en obras civiles de Proyectos Electromecánicos e Infraestructura”, se tuvo como objetivo general realizar el control de costo, tiempo y calidad en obras civiles que involucren montaje electromecánico e infraestructura con la finalidad de identificar hechos, causas, efectos e involucrados que alteran su desempeño en la etapa de ejecución. Para realizar esta tesis se estudió dos casos prácticos reales de proyectos de infraestructura y electromecánico, con la finalidad de evaluar los impactos y las incidencias en costo, tiempo y calidad por eventos suscitados bajo responsabilidad de factores externos al contratista. Los resultados fueron: respecto del análisis de las causas de no cumplimiento, se determinó que una de las principales causas de retrasos y sobrecostos fue por la demora en el lead time de materiales, evidenciando deficiencias en la gestión de adquisiciones o procura, por temas de comunicación a destiempo, cambios

en la solicitud de pedidos o complejidad en las especificaciones técnicas de materiales específicos. Por ello, resulta importante generar requerimientos a etapas tempranas del proyecto, sobretodo de los elementos con mayor complejidad en su pedido y poca oferta en el mercado. Los problemas de definición de ingeniería son las principales causas de retrasos y sobrecostos, especialmente cuando implican trabajos con disciplinas variables. Los impactos y controversias identificadas generaron desviaciones del 83 % y 129 %, respecto a la oferta inicial de los proyectos evaluados, evidenciando bajos niveles de detalle en la etapa de licitación respecto del producto final. Estas brechas reflejan el contexto actual de la construcción en el país, debido a deficiencias incluso desde la génesis de los proyectos formulados (7).

En la tesis titulada: “Propuesta de mejora en la gestión de alcance, tiempo y costo de proyectos de construcción, Arequipa 2016”, donde se tuvo como objetivos específicos identificar y estimar los factores que afectan la gestión de tiempo, alcance y costo, en los proyectos de la empresa e Identificar los principales problemas y causas de la gestión de tiempo, alcance y costo en la empresa. Se tomó como informantes y se entrevistó a la mayor cantidad de personas que están directamente involucradas en la gestión de alcance, tiempo y costo, entre ellos estuvieron: Jefe de Proyectos, Ingeniero Residente, Ingeniero Jefe de Producción, Administrador de Obra, Jefe de costos y Planeamiento, Jefe de oficina técnica y Maestro de obra, operarios y oficiales. Luego de un análisis realizado en el proyecto de investigación se tuvo los siguientes resultados: después de haber analizado la situación actual de los proyectos, es posible identificar y estimar los factores que afectan directamente la gestión de tiempo, alcance y costo, tales como: plan de capacitaciones que tiene 0 % de participación en los proyectos , la ineficiencia de los procedimientos de compras y subcontratación que se refleja en un 80 % de eficiencia , la falta de herramientas de control para adicionales y deductivos de obra que genera un promedio de 14 órdenes de cambio no cobradas teniendo perdidas en promedio de S/ 415 641.00, el desorden que existe en los almacenes, causando un desperdicio de 5.94 % y un monto aproximado de S/ 237 204.13 y el retraso del cumplimiento de plazos de entrega, con

índices de cumplimiento de avance de obra de 91.46 % y un promedio de atraso de obra de 20 días. Luego de haber visto la situación actual de la empresa, y después de identificar y estimar los factores que afectan la gestión de tiempo alcance y costo, se identificaron cuatro problemas principales como: problemas en recursos humanos (no existe plan de capacitaciones, no hay herramientas de gestión y la falta de control del rendimiento de trabajadores). Problemas en planificación (el abastecimiento ineficiente de materiales, el incumplimiento del cronograma de obra y los frecuentes problemas en la subcontratación). Problema de sobre costos (desperdicios excesivos y reprocesos) y finalmente problemas con las ordenes de cambio que se ejecutan, pero no se cobran (8).

En la tesis titulada: “Evaluación de la gestión de costos y tiempos usados en proyectos de construcción en las grandes ciudades del Perú”, se planteó como objetivo principal revelar las prácticas y problemas actuales en ámbito de la construcción peruana en relación a la gestión de costos y tiempos, esta tesis consta de 4 capítulos en el capítulo I, se desarrolla las generalidades, problemática, objetivos que conllevo a iniciar esta investigación; en el capítulo II se hace una descripción breve de las diferentes técnicas de planeamiento y control de proyectos además se postula 17 factores inhibidores de una gestión eficaz de costos y tiempos; en el capítulo III desarrolla principalmente el análisis cuantitativo de la información recolectada por medio de encuestas. En el capítulo IV se elabora una detallada discusión de resultados referente a los hallazgos hechos en el capítulo III. Por último, se concluye que los tres principales factores que inhiben el efectivo control de costos y tiempos en proyectos de construcción son: los cambios de diseño, incumplimiento de subcontratistas y proveedores y evaluación inexacta del tiempo/duración del proyecto (9).

En la tesis titulada: “Análisis de los factores que inciden en la productividad de la industria de la construcción y la elaboración de un modelo de gestión que permita optimizarla, en el distrito de Trujillo, 2015”, se tuvo como objetivo general analizar los factores que inciden en la productividad de la

industria de la construcción en el distrito de Trujillo durante el año 2015 y elaborar un modelo de gestión que permita optimizar la productividad de la industria de la construcción. Los resultados fueron: la productividad dentro de la ejecución de la obra del distrito de Trujillo es afectada por muchos factores establecidos, entre los que encontraron factores con muy alta relevancia la mano de obra calificada como un factor de incidencia entre los factores positivos, así como también los tiempos muertos por falta de trabajo con muy alta relevancia como un factor de incidencia entre los factores negativos en el alcance del proyecto de construcción (10).

En la tesis titulada: “Análisis de los sobrecostos producidos debido a deficiencias en los rendimientos; generados por efectos externos a la obra, mediante la metodología: Disruption - Measured Mile”, se tuvo como objetivo general analizar los sobrecostos generados por aquellas causas, eventos y/o factores ajenos al normal desenvolvimiento del proyecto de construcción en estudio. Por otro lado, menciona que el éxito o fracaso de un proyecto de construcción a menudo se sostiene sobre la eficiencia conseguida en la productividad del trabajo realizado. Por lo tanto, es necesario educar y comprender la base para la medición y seguimiento de la productividad de las diferentes actividades de los proyectos. Si la planificación de un proyecto y el presupuesto asignado al mismo, tienen en consideración posibles agentes como: demoras, ocurrencias, problemas y /o eventos; además de mantener una adecuada supervisión in situ de la productividad del trabajo, el proyecto tiene una alta probabilidad de éxito. Aun así, con lo dicho anteriormente, los proyectos siguen manifestando sobrecostos una vez culminados, algunos debido a causas no previstas por el contratista y que no tienen forma de ser justificadas; pero en algunos otros sí se pueden justificar tales causas como ajenas de culpa hacia el contratista y, es por este motivo que se podría reclamar tales sobrecostos del proyecto como pérdida ocasionada hacia el contratista. Luego de un análisis realizado en el proyecto de investigación se tuvo los siguientes resultados: se han identificado algunas causas que a lo largo del periodo de ejecución del proyecto generaron los efectos de “disruption” y que a su vez fueron agentes directos en generar todos los sobrecostos del proyecto. Las causas más influyentes fueron la mala ingeniería del proyecto (se

puede considerar como un proyecto de ingeniería con carencias técnicas importantes tales como son: mal diseño, errores técnicos, alcances ambiguos y falencias técnicas) y la falta de información (evidente carencia de información correspondiente a las condiciones externas, físicas y de operación de la infraestructura existente en funcionamiento) (11).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Proyectos de construcción

- Definición de proyectos de construcción:

Los proyectos de construcción o de obra están conformados por documentos técnicos que dan solución a un problema o necesidad de un grupo de personas, comunidad, ciudad, país o una determinada industria privada para mejorar o incrementar su cantidad de producción. Actualmente se trata de un documento claro, detallado y conciso con todas las especificaciones para la ejecución de la obra, organización de medios, personas, materiales y métodos constructivos (12).

- Diferencia entre obra pública y obra privada:

El sector de la construcción sobresale por proporcionar una mejor calidad de vida de las personas, y un mejor proceso industrial en el caso de empresas extractivas o empresas de fábricas. Asimismo, por medio de diferentes obras se logra mejorar procesos en el trayecto de una sociedad. Es por ello la importancia de tener en claro las diferencias que existen entre una obra pública y una obra privada; a continuación, se detalla y explica dichas diferencias (13):

A. Obra pública:

Este tipo de obras las desarrolla el Estado, el cual tienen como fin generar un bien para la sociedad. Estas obras son financiadas por fondos públicos como los impuestos y otros, por lo tanto, no persiguen un fin de lucro y se enfocan en prestar servicios de calidad para la población, por ende, a la nación peruana. Ejemplo de estas obras públicas son: construcción, reconstrucción, remodelación, mejoramiento, demolición, renovación, ampliación y habilitación de bienes inmuebles, tales como carreteras, puentes, presas, edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, entre otros, que requieren dirección técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipos.

En el Perú, los sistemas de contratación de las obras públicas se dividen en tres, tal como se detallan en el Artículo 35° del Reglamento de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones con el Estado, los cuales son los siguientes:

- A suma alzada: este sistema de contratación es aplicable cuando las cantidades, magnitudes y calidades de la obra estén definidas en los planos, especificaciones técnicas, memoria descriptiva y presupuesto de obra. El postor formula dicha oferta considerando los trabajos que resulten necesarios para el cumplimiento de la prestación requerida según el expediente técnico de obra (14).
- Precios unitarios: para el caso de precios unitarios, es aplicable cuando no puede conocerse con exactitud o precisión las cantidades o magnitudes requeridas. En este caso, el postor formula su oferta proponiendo precios unitarios considerando las partidas contenidas en los documentos del procedimiento, las condiciones previstas en los planos y especificaciones técnicas y las cantidades referenciales, que se valorizarán en relación a su ejecución real y por un determinado plazo de ejecución (14).

- Esquema mixto de suma alzada y/o precios unitarios: es aplicable cuando en el expediente técnico de obra, uno o varios componentes técnicos corresponden a magnitudes y cantidades no definidas con precisión, se contratan bajo el sistema de precios unitarios, por otro lado, los componentes, cuyas cantidades y magnitudes estén definidas en el expediente técnico de la obra, se contratan bajo el sistema de suma alzada (14).

B. Obra privada:

La obra privada es todo aquello cuyo financiamiento proviene de un ente no gubernamental, es decir de una persona u organización del sector privado, por lo tanto, los beneficios están enfocados a los dueños y no están abiertas al público en general. Ejemplo de estas obras privadas son: autopistas, casetas de cobro, vialidades en plantas de empresas, construcción y ampliación de plantas concentradoras de empresas extractivas de minerales, edificación de casas o edificios para oficinas o fábricas.

Para una mejor comprensión en cuanto a las diferencias de una obra pública y una obra privada, se procedió a detallar las principales diferencias de dichas obras, el cual se menciona y especifica en la siguiente tabla 01:

Tabla 01. *Diferencias entre obra pública y obra privada.*

OBRA PÚBLICA	OBRA PRIVADA
DIFERENCIAS	
– Está regida por la ley de obra pública.	– La obra privada es muy amplia y diversa.
– La comercialización se realiza por medio de invitaciones restringidas o por licitaciones públicas.	– En términos generales es posible dividir por el tamaño y tipo de obra.
– Los ciclos son muy marcados lo que implica que se tenga mucha	– La calidad y el cumplimiento de los tiempos comprometidos es crítico.

<p>obra en unos meses del año y poca en otros.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En ocasiones hay algunos constructores novatos que cotizan demasiado bajo, generándole problemas a los clientes, a su empresa y a los competidores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debe haber mucho acercamiento con el cliente, mantenerlo informado de los avances y cumplir con los mismos requerimientos de información que nos exige la obra pública, así como cualquier requerimiento adicional del cliente privado.
--	---

DESVENTAJAS

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - La obra pública es amplia, competitiva, desgastante y con un mercado limitado. - Para tener éxito en el mercado de la obra pública se requiere de capacidad económica, paciencia y contactos. - Algunos dicen que no es posible vivir de la obra pública por sus ciclos tan cerrados, los tiempos muertos, la corrupción del medio y el hecho que no es tan redituable. | <ul style="list-style-type: none"> - La obra privada busca más la calidad que el precio y tiene unos parámetros muy altos de exigencia. - Cuando se cubren los requerimientos del cliente en la obra privada, en cuanto a calidad y tiempo de entrega, podremos asegurar un cliente a largo plazo. |
|---|--|
-

ERRORES COMUNES

- En ocasiones los empresarios sin experiencia, quieren ganar el concurso a como dé lugar y bajan los precios aun cuando esto signifique perder dinero.
 - Concursar sin hacer la tarea de cotizar, sin realizar las estimaciones necesarias de rendimiento de mano obra y equipos, así como no programar las actividades y el de no calcular los indirectos es el camino seguro al fracaso.
-

Fuente: Diferencia Obra Pública y Obra Privada - Guillermo González.

En la tabla anterior se detalla las principales diferencias entre una obra pública y una obra privada. Como se puede observar se separó en tres bloques: Diferencias, desventajas y errores

comunes. Cada tipo de obra tiene sus características y procedimientos bajo los cuales realizan sus concursos o licitaciones para la elección del postor ganador y/o empresa contratista que ejecutará la obra de construcción. La información que se muestra en el presente trabajo de investigación está enfocada para una obra privada, ya que la construcción de la obra se realizó para un cliente privado que se dedica a la extracción de minerales de cobre, molibdeno, entre otros.

- Tipos de proyectos de construcción:

Se clasifica a los proyectos de construcción como se detalla a continuación (12):

A. Construcción habitacional:

En este tipo de construcción comprenden toda edificación destinada para vivienda de personas o grupo de ellas como: construcción de viviendas unifamiliares, multifamiliares, conjuntos habitacionales o edificios en altura.



Figura 03. Construcción habitacional. Edificio Residencial en Santiago de Surco, Lima - Perú.

Fuente: Construcción departamento Nexo Inmobiliario.

B. Construcción no habitacional:

En este tipo de construcción comprenden edificaciones para usos no residenciales en forma de edificios de baja o gran altura, como: oficinas, escuelas, hospitales, establecimientos comerciales, estacionamientos, iglesias, etc.



Figura 04. Construcción no habitacional. Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé ESSALUD, Huancayo - Perú.

Fuente: *Notas de prensa - DePeru.com.*

C. Construcción industrial:

Comprende la construcción de obras relacionadas con las instalaciones de plantas procesadoras industriales, plantas concentradoras de minerales, montajes de equipos para sectores industriales, bodegas de almacenamiento, etc.

Se entiende al término sector industrial como al conjunto de actividades que transforman materias primas a bienes elaborados o semielaborados, en otros términos, se le conoce a los bienes elaborados como bienes manufacturados de consumo por un grupo de interés comercial.



Figura 05. Construcción industrial. Construcción de planta de procesamiento de minerales de Minera Chinalco - Perú.

Fuente: *Diario Gestión - Gestión.pe.*

D. Obras civiles:

Son obras de ingeniería tales como: puentes, carreteras, túneles, represas, aeropuertos, obras de riego, puertos, gaseoductos, oleoductos, construcciones marítimas, etc.



Figura 06. Obra Civil. Puente Salinas, Amazonas - Perú.

Fuente: *Ulma - Ulmaconstruction.com.pe.*

- Etapas en un proyecto de construcción:

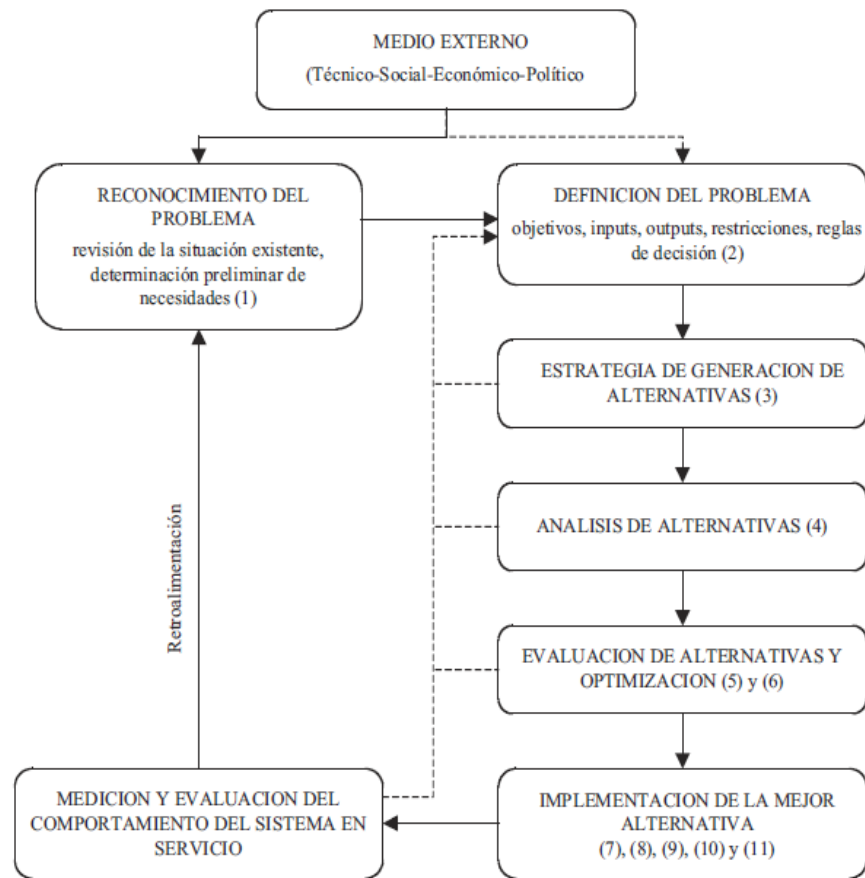


Figura 07. Etapas en el desarrollo de un proyecto.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

Deben de cumplirse una serie de pasos para que los proyectos de construcción se materialicen. A continuación, se detalla cada uno de ellos según Solminihac y Thenoux (12), los cuales se relacionan con lo presentado en la figura 07:

- Existencia de una necesidad: debe de existir una necesidad insatisfecha para que se origine un proyecto, por ejemplo, la construcción de un edificio para solucionar un problema habitacional, una ampliación de planta concentradora en unidades mineras para incrementar la capacidad de explotación de minerales, etc.

- B. Análisis: en esta etapa se seleccionan las necesidades más relevantes para ser analizadas, para lo cual se deben de considerar los aspectos siguientes: Identificar las causas que dan origen la necesidad de un proyecto, establecer los objetivos que debe satisfacer el proyecto (económicos, sociales, funcionales, de lucro) y en función de los objetivos prioritarios establecidos priorizar la necesidad.
- C. Identificación de soluciones: para el problema que se ha planteado en las etapas previas se identifican todas las soluciones posibles que permitan resolverlo.
- D. Estudios de factibilidad: el estudio de factibilidad es una de las etapas importantes en el ciclo de un proyecto, lo cual permite saber si el proyecto en estudio es viable en el ámbito medioambiental, económico, técnico, social, administrativo y legal.
- E. Evaluación: en esta etapa se evalúan todas las alternativas posibles que permitan satisfacer las necesidades seleccionadas y por lo general se elige al proyecto que tenga una mejor factibilidad técnica y económica.
- F. Financiamiento: luego de elegir el proyecto con mejor factibilidad técnica y económica, se debe de definir el modo de financiamiento, sea propio o por medio de un préstamo para cubrir el gasto de materializar el proyecto de construcción elegido.
- G. Diseño: una vez determinada la solución que cubrirá la necesidad se debe de realizar el diseño del proyecto, para lo cual se debe de considerar los siguientes lineamientos:
- Estudio del terreno donde se va construir el proyecto de construcción u obra, analizando sus condiciones generales y reglamentarias, su geología, topografía, ambientales, etc.

- Diseño arquitectónico, los cuales deben de cumplir con los requerimientos del dueño, preparación de un ante proyecto y por último el diseño arquitectónico definitivo que contengan planos y especificaciones.
 - Diseño estructural de la obra para que a lo largo de su vida útil sea capaz de soportar los esfuerzos a los cuales estarán sometidos.
 - Estudio de impacto ambiental, en el que se analiza las consecuencias del proyecto en el medio ambiente y de qué forma se controlará, para ello estará sustentado por estudios detallados o semidetallados según sea el caso.
 - Diseño de las instalaciones, que consiste en dar a la estructura la funcionalidad que requerirá para ser ocupada con el fin para el que se la diseñó.
 - Redacción de documentos que permitan llamar a licitación del proyecto.
 - Constructabilidad y mantención, la primera describe la forma más eficiente de materializar el proyecto y el segundo describe cómo se va a conservar el proyecto a lo largo de su operación.
- H. Licitación: en esta etapa el proyecto se llama a licitar, el cual puede ser de manera pública o privada. En esta misma etapa se da la adjudicación del proyecto al contratista o postor ganador, la reglamentación de la adjudicación es de absoluto criterio del mandante o dueño.
- I. Construcción: en esta etapa se materializa el proyecto de construcción, en el que comprende: definición de una estrategia de gestión y calidad, obtención de permisos para ejecutar la obra, aceptación de un contrato entre contratista y mandante en el que se fijan los plazos, costos, etc.; metodología de trabajo, planificación y programación de la obra (se fijan plazos parciales y totales, y se planifica la utilización de los recursos a lo largo del tiempo que dure la construcción), estudios de presupuestos,

contrato de la fuerza laboral necesario para construir, adquisición de los materiales y arriendo o compra de maquinarias, materialización física de la obra; y control (donde se confronta lo realizado con lo que se debería haber hecho de acuerdo a lo programado y especificado) y una auditoría ambiental.

- J. Puesta en marcha: el proyecto de construcción o la obra se pone a prueba el buen funcionamiento del servicio para el cual fue construido la obra. Para ello se realiza diferentes controles para determinar la calidad de la construcción los cuales son: verificación de ensayos de calidad realizados, revisión detallada de todos los elementos construidos, pruebas de funcionamiento y aprobación final.
- K. Operación y mantenimiento: una vez que la obra o el proyecto de construcción haya sido concluida, se debe de tomar en cuenta esta etapa, en el que menciona que se debe de realizar el mantenimiento de la estructura para el buen funcionamiento y operación a lo largo de su vida útil. Esta actividad cada día está tomando mayor relevancia e importancia en la industria de la construcción.
- L. Abandono: una vez que el objetivo y la vida útil de los proyectos se cumplen, deben de abandonarse. Es por ello que esta actividad debe de pensarse y diseñarse con anticipación, para minimizar los impactos ambientales y económicos.

- Integrantes en un proyecto de construcción:

Durante el desarrollo integral de los proyectos de construcción involucran la participación de grupos de personas para su ejecución y materialización del proyecto. A continuación, se presentan los principales grupos y el rol que ellos juegan en un proyecto de construcción (12).

- Dueños: conocidos también como mandantes de un proyecto de construcción, estos son los que conciben y determinan los objetivos del proyecto de construcción. Usualmente son los que designan el sitio o terreno donde se construirá la obra, disponen las características del diseño del proyecto, se encargan de conseguir el financiamiento, son responsables de los permisos, administran los contratos, realizan el seguimiento de los costos, controlan los plazos y establecen los requerimientos de calidad. Los dueños del proyecto son los responsables de contratar a empresas constructoras para la ejecución y construcción del proyecto. Los proyectos son públicos cuando el dueño es el estado, y son privados cuando los dueños son particulares (12).
- Diseñadores: generalmente se encuentran personas profesionales como arquitectos, ingenieros y especialistas que convierten las concepciones e ideas del dueño en proyectos específicos y detallados, todo ello mediante documentos, planos y especificaciones técnicas que serán utilizados por los constructores para materializar el proyecto. Además, los diseñadores son los que establecen los esquemas preliminares y estiman los costos. Por último, son los responsables que el diseño del proyecto se enmarque dentro de las normas y reglamentos existentes y vigentes (12).
- Constructores: están conformados por las empresas contratistas generales y empresas contratistas de especialidades. Son un equipo de profesionales, arquitectos, constructores civiles, ingenieros y de otras especialidades para convertir el proyecto de los diseñadores (conjunto de planos y especificaciones técnicas acompañados con un documento de contrato) a una obra física y construida. Los constructores también se encargan de comprar materiales y suministros de calidad, también de adquirir, administrar y poner en disposición los equipos de construcción y en supervisar los procesos constructivos y de operaciones, cumpliendo las buenas prácticas constructivas. “Otra función

primordial que les compete es la de proveer liderazgo y asesoría administrativa respecto a la fuerza de trabajo, reunirla, organizarla, suministrar un método o plan de trabajo, proveer a los trabajadores de materiales, maquinarias, equipos y herramientas, y optimizar las faenas dentro de un marco de seguridad y calidad ambiental” (12).

- Fuerza de trabajo: están formadas por supervisores, capataces y trabajadores. Los trabajadores distribuidos individualmente o en cuadrillas, y dirigidos por capataces y supervisores utilizan métodos de administradores de proyectos o desarrollados por ellos mismos para convertir los proyectos descritos por planos y especificaciones en una realidad concreta y tangible. Todo ello utilizando materiales, equipos, herramientas y espacios de trabajo que les son proporcionados. Por otro lado, la fuerza de trabajo dependerá de la naturaleza del proyecto de construcción, sea grande o pequeño, deberá considerar diferentes especialidades como: jornales, carpinteros, albañiles, enfierradores (estructuras y refuerzos), trazadores, operadores de equipos, estucadores, concreteros, soldadores, montadores de estructuras metálicas, eléctricos, pintores, etc. Por último, en esta categoría forman parte los colaboradores del área administrativa y oficina técnica, que llevan a cabo el control de calidad, control del avance constructivo, estados de pago y entre otros (12).

Además de los cuatro tradicionales participantes en un proyecto de construcción, también pueden participar los organismos normativos (gobierno, municipalidades, etc.), asociaciones de salud, asociaciones gremiales (cámara peruana de la construcción), instituciones financieras, comunidad, empresas de inspección, proveedores (materiales, prefabricados, etc.), organismos del ambiente. Para que un proyecto de construcción sea una realidad se necesita un esfuerzo coordinado e integrado entre las partes involucradas. A continuación (figura 08) se muestra la forma en la que se pueden relacionar los participantes en un proyecto de construcción.

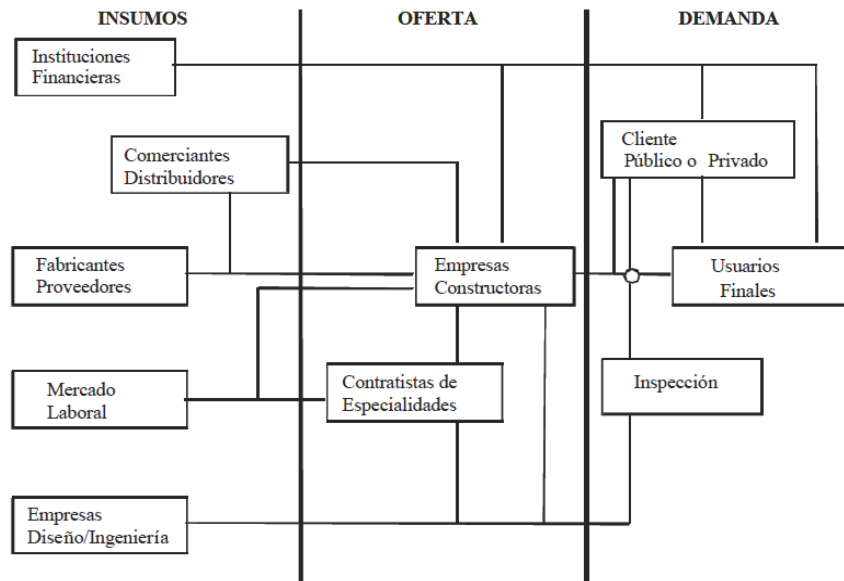


Figura 08. Esquema lógico de relación de participantes en un proyecto de construcción.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

- Modalidades de contratación:

Existen numerosas modalidades de contratación en el sector de la construcción, los cuales son definidas según la forma de pago y según el alcance de los servicios como se detalla a continuación.

A. Contrato según la forma de pago:

Carlos Palacios, Magíster en Management of Projects por la Universidad de Manchester y profesor en la Escuela de Postgrado de la UPC (Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas), clasifica en tres tipos de contratos según la forma de pago:

- Suma alzada: en este tipo de contrato existe un monto tope que incluye todo aquello definido en el expediente técnico y bases de concurso para el proyecto. La empresa contratista asume los riesgos del diseño, usualmente elaborado por el cliente. Errores en el diseño podría generar sobrecostos por falta de información, errores en las especificaciones, etc.

Algunos son transmitidos como adicionales al cliente, mientras que otros son asumidos por la empresa contratista. Además de ello, una vez adjudicado el proyecto, el contratista asume el riesgo de los metrados, los cuales no podrán ser modificados (15).

- Precios unitarios: los precios unitarios son fijos y los metrados son variables, usualmente son utilizados en obras que sean complicadas de estimar los metrados y no tenga partidas muy complejas. Por ejemplo, obras lineales, carreteras, túneles o movimiento de tierras, donde las condiciones de suelos difieren del estudio de suelos. El riesgo del costo de materiales y eficiencia se traslada al contratista, mientras el riesgo del metrado al cliente (15). “Es aquel en el cual se establece que el pago por el trabajo contratado, es la cifra que resulta de sumar las cantidades de trabajo efectivamente realizadas multiplicadas por el precio unitario cotizado por el contratista y aprobado por el mandante. Contempla un riesgo compartido entre el mandante y el contratista. En cuanto a sus características más relevantes se pueden mencionar: no se requiere tener totalmente completo el diseño de detalles para poder pedir una propuesta; puede conocerse con anticipación el valor aproximado de la obra; este tipo de propuesta es competitiva, pues normalmente implica precios muy bien estudiados” (12).
- Costo + tarifa: es conocido también como cost-plus o administración de obra. Se reconocen los gastos incurridos de acuerdo al avance contrastado en campo, basado en costo. Además, se reconoce los gastos generales del contratista y la utilidad como una tarifa. Para que el costo no sea considerado como infinito, se pone un Guaranteed Maximum Price (GMP), la cual se basa en los planos y especificaciones existentes al momento en que se realice el contrato entre las partes. Esta modalidad es recomendable para proyectos con diseños incompletos (15).

A continuación (tabla 02) se muestra un cuadro comparativo entre las ventajas y riesgos que presentan los tipos de proyectos descritos anteriormente:

Tabla 02. *Cuadro de ventajas y riesgos de los tipos de contratos.*

Tipo de contrato	Ventajas y riesgos
Suma alzada	<ul style="list-style-type: none"> – Es necesario que el proyecto esté totalmente definido. – El dueño podrá escoger la mejor oferta y sabrá cuánto invertir con exactitud. – Al dueño le va a costar realizar modificaciones una vez adjudicado el proyecto. – El contratista deberá hacer estudio de costos y calcular en forma exacta las cantidades de obra para poder estimar la oferta.
Precios unitarios	<ul style="list-style-type: none"> – El dueño asume el riesgo del metrado. – Se puede realizar una oferta sin tener completamente definido el proyecto. – El contratista deberá realizar un estudio de costos con el mínimo de errores.
Costo + tarifa	<ul style="list-style-type: none"> – Permite colocar un monto tope GMP (propuesto por el contratista), en el que el cliente puede estar seguro de no exceder un monto de inversión. – Permite colocar un monto libre, en este caso el cliente no tiene ningún resguardo ante los sobre costos y el contratista poca motivación de alcanzar el monto estimado.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

B. Contratos según el alcance de los servicios:

El Instituto de Ingenieros de Chile a través de su publicación sobre Estrategia y Gestión de Contratos en Proyectos de Inversión (año 2014), clasifica a los contratos según el alcance de los servicios como se muestra a continuación (16):

- Ingeniería (E).
- Ingeniería y adquisiciones (EP).

- Ingeniería, adquisiciones y administración de la construcción (EPCM).
- Diseño y construcción (D&B).
- Ingeniería, adquisiciones y construcción (EPC).
- Ingeniería y adquisiciones (incluye tecnología), construcción y puesta en marcha (llave en mano).
- Diseño, financiamiento, construcción, operación y transferencia (BOT).

2.2.2. Gestión y riesgos en la construcción

- Modelo conceptual aplicable a la gestión de proyectos:

El Ingeniero Rubén Gómez Sánchez Soto (año 2015) en su publicación de “Campaña para lograr proyectos exitosos”, desarrolla y explica el modelo conceptual aplicable a la gestión de proyecto. Dicho modelo menciona que todo proyecto de construcción debe de realizar un análisis necesario para definir claramente los objetivos del proyecto, de tal forma cumplir con las líneas base de alcance, costo, tiempo, calidad. El modelo también plantea la identificación de los riesgos para su adecuada gestión desde la idea y durante todo su ciclo de vida de un proyecto.

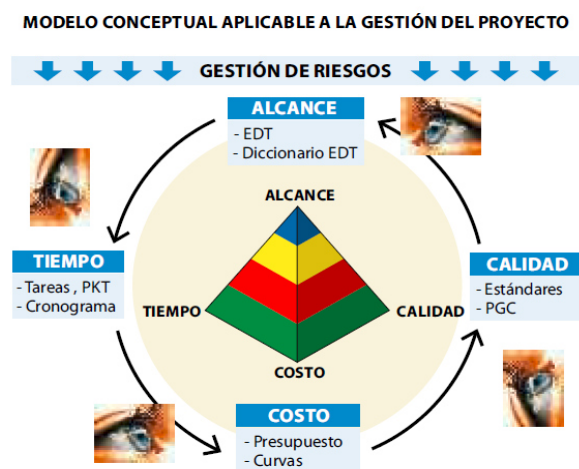


Figura 09. Modelo que prioriza la gestión de riesgos sobre las líneas base.

Fuente: R. Gómez Sánchez.

En la figura 09 se hace referencia a un esquema de trabajo de riesgos sobre las líneas bases de un proyecto.

Rubén Gómez menciona que su modelo de gestión es complementado por ciertos factores que nos ayudarán que los proyectos de construcción logren el éxito deseado y esperado. Es por ello que a continuación se muestra en la figura 10 los factores que hace alusión para que los proyectos sean exitosos.

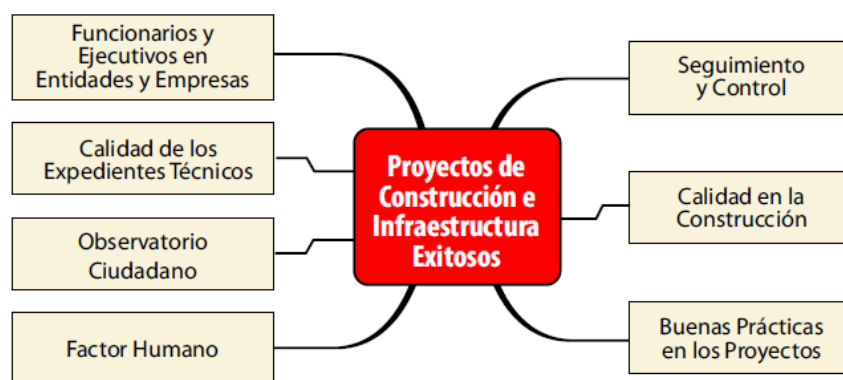


Figura 10. Factores a considerar para lograr proyectos exitosos.

Fuente: R. Gómez Sánchez.

En los siguientes párrafos se describen dichos factores para su mejor entendimiento.

- Funcionarios y ejecutivos en entidades y empresas: los profesionales que forman parte del equipo de proyecto deben presentar competencias comprobadas en dirección o gestión de proyectos para direccionar de la mejor manera el desempeño del mismo.
- Calidad de los expedientes técnicos: para que los expedientes técnicos entren en concursos de licitación, estos deben ser elaborados bajo criterios claros y con la definición explícita de las líneas base (alcance, costo, tiempo y calidad), identificando plenamente los riesgos al que estarán expuestos el proyecto y

delegando responsabilidades a los involucrados del proyecto para su respectiva gestión. Todo ello es para evitar problemas como aparición de adicionales, ampliaciones de plazos, reclamaciones y conflictos. Estos problemas tienen como causa principal la no definición de los riesgos desde un inicio y la falta de la definición apropiada del alcance de los proyectos (17).

- Observatorio ciudadano: para que los proyectos logren ser exitosos, otro de los puntos importantes es tener en cuenta al ciudadano, que es el principal interesado del resultado de los proyectos de construcción planteados. Es por ello que se le debe de informar a la sociedad o comunidad involucrada las características del proyecto que será materializada, para cuando finalice la ejecución del mismo, la sociedad será el mejor calificador del éxito del proyecto (17).
- Factor humano: hace referencia a la mano de obra calificada, el cual le convierte como los principales responsables de la ejecución y materialización del proyecto de construcción, por ello es considerado como factor clave que condiciona el éxito de los proyectos.
- Seguimiento y control: es importante realizar el seguimiento y control en la ejecución de proyectos de construcción a través de índices de desempeño que miden los avances y la producción de campo, controlando entre el avance programado y el ejecutado real (índice de productividad, curva S, teoría del valor ganado, etc.). Todo ello nos permitirá cumplir con los entregables asumidos en los compromisos del contrato.
- Calidad en la construcción: todos los proyectos de construcción deben de aplicar la filosofía de la calidad, dicha filosofía debe ser aplicada transversalmente a todas las fases del proyecto. Como parte del alcance de la aplicación de dicha filosofía es la aplicación de los costos relativos a la calidad (CRC), los cuales se

descomponen en: costos de calidad (CDC) que hace referencia a toda inversión que se realiza para asegurar la calidad satisfactoria y requisitos de calidad de los proyectos; por otro lado, los costos de no calidad (CNC) que hace referencia a la inversión que se efectúa debido a reprocesos o retrabajos por el incumplimiento de los requisitos de calidad. En la figura 11 se muestra el modelo aplicativo de los costos relativos a la calidad (17).

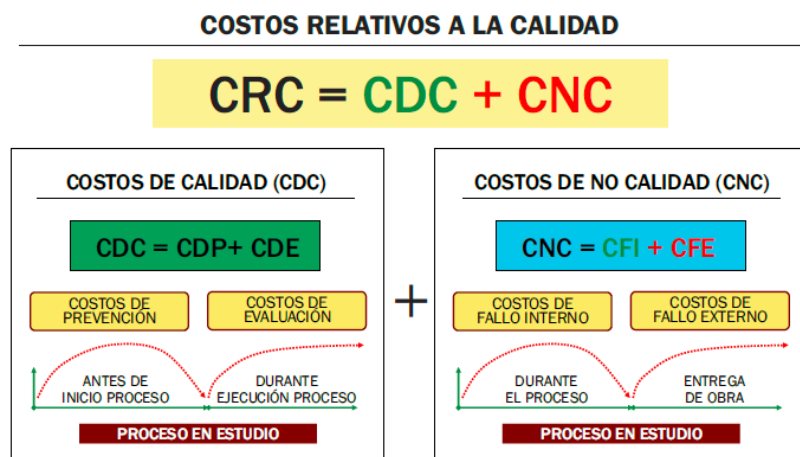


Figura 11. Modelo aplicativo de los costos relativos a la calidad.

Fuente: R. Gómez Sánchez.

- Buenas prácticas en los proyectos: las buenas prácticas aumentan las probabilidades de éxito de una amplia variedad de proyectos. Está demostrado que la implementación de las buenas prácticas del PMBOK (Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos) incrementan las probabilidades de éxito de los proyectos.
- Técnicas modernas para mejorar la gestión de proyectos de construcción:

José Castillo (7) menciona que la gestión y gerencia de proyectos es una gran responsabilidad que actualmente asumen las personas que conforman el equipo de proyecto, debido a que cargan sobre si, cumplir con los lineamientos de las líneas base acordados en los

compromisos del contrato para llegar al cierre del proyecto de construcción en las mejores condiciones y resultados a la vista. Por ello, hoy en día existen muchas herramientas para realizar una mejor gestión en proyectos de construcción, involucrando un alto compromiso por parte del equipo y una mejor eficiencia en el control y seguimiento de las actividades o entregables.

A continuación, se definen algunas de las técnicas de alta importancia que podrían ayudarnos a mejorar resultados de los proyectos de construcción en general:

- Balance Scorecard (metodología de gestión de estrategias): es una metodología de sistema de gestión con valor comunicativo que permite realizar un cambio en el concepto de trabajo para homologar los objetivos personales con las estrategias planteadas por la organización. Como Mario Vogel (7) menciona: “BSC ayuda a balancear de una forma integrada y estratégica, el progreso actual y suministra la futura dirección de su empresa, todo ello para ayudarle a convertir la visión en acción por medio de indicadores agrupados en cuatro diferentes perspectivas (financiera, clientes, procesos internos, y aprendizaje y crecimiento), a través de ellos se pueden ver el negocio en su totalidad”. El logro de objetivos de las 4 perspectivas mencionado por Mario Vogel se pueden medir por indicadores de desempeño, denominados también como KPI’s (Key Performance Indicators), lo cual nos permitirá tomar decisiones de momento, sean correctivas o preventivas ya que dichos indicadores nos darán resultados parciales o finales del proyecto en un determinado periodo.

Un Balance Scorecard se compone de una estructura básica que en conjunto pretende trabajar en base a objetivos estratégicos y cumplir con la visión planteada de la organización. A continuación, se detalla los componentes del Balance Scorecard en la figura 12.

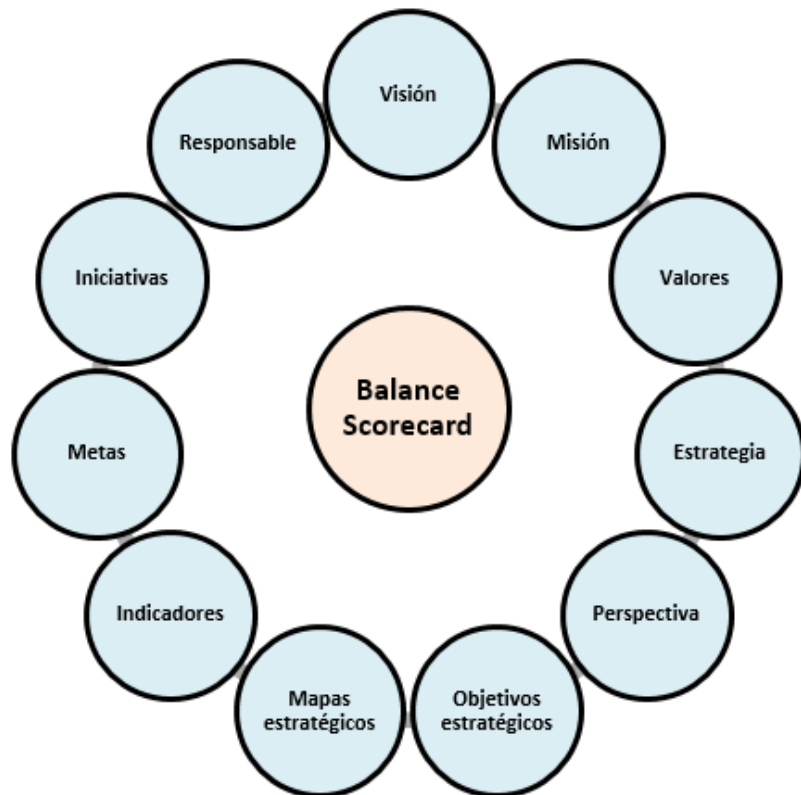


Figura 12. Componentes del Balance Scorecard.

Fuente: elaboración propia, según lo propuesto por Castillo (7).

Entre los beneficios del empleo de un Balance Scorecard, se coteja lo siguiente (7):

- Alineación de los empleados hacia la visión de la empresa.
- Comunicación hacia todo el personal de los objetivos y su cumplimiento.
- Redefinición de la estrategia en base a resultados.
- Traducción de la visión y estrategias en acción.
- Favorece en el presente la creación de valor futuro.
- Integración de información de diversas áreas de negocio.
- Capacidad de análisis.
- Mejoría en los indicadores financieros.
- Desarrollo laboral de los promotores del proyecto.

En cuanto a los factores de riesgo que limitan el éxito de un BSC, se considera:

- Falta de compromiso de la alta dirección.
- Falta de continuidad en el proceso.
- Mantener el BSC solamente en la alta dirección.
- Implicancia menor de los empleados.
- Proceso de desarrollo demasiado largo.
- Inexperiencia de la consultoría contratada para la implementación.
- Introducir el BSC sólo para los incentivos económicos.

“Como ya se ha visto la implementación de un sistema de control de gestión capaz de optimizar los objetivos estratégicos de una organización, incluye un conjunto de procesos que son necesarios para lograr objetivos satisfactorios y cuantificables, que a largo plazo se convierten en el planteamiento inicial de visión de toda empresa: obtener la confianza del cliente y mejorar los lazos contractuales, realizando productos conformes y con el cumplimiento de metas en costo y plazo” (7).

- Gestión del valor ganado (EVM): la gestión del valor ganado es una metodología que integra las líneas base de alcance, costo y cronograma (línea base integrada), para medir el avance y desempeño a lo largo del proyecto. Según F. Valdez (18), describe y define las principales dimensiones claves y parámetros de la gestión del valor ganado que ayudan el control de costo y tiempo para un periodo determinado de medición.
 - Valor Planificado (PV): es el costo base estimado a lo largo del proyecto, usualmente es representado a través de una curva S. Es utilizado para la medición del desempeño.
 - Valor Ganado (EV): es el avance completado del proyecto en términos de costo o presupuesto.
 - Costo Real (AC): es el costo real acumulado a una determinada fecha. Se obtiene al sumar los costos reales de

los recursos utilizados hasta dicha fecha (mano de obra, materiales, equipos, herramientas, alquiler de oficinas, etc.).

- Índice de Desempeño de Costo (CPI): es un índice que muestra la eficiencia de los costos, permitiendo saber si los trabajos que se ha ejecutado cuestan más o menos de lo previsto. Expresado como la razón entre el valor ganado y el costo real.
- Índice de Desempeño de Cronograma (SPI): es un índice que muestra la eficiencia del cronograma (tiempo del proyecto), permitiendo saber si los entregables del proyecto de están avanzando a un ritmo mayor o menor al previsto. Expresado como la razón entre el valor ganado y el valor planificado.
- Variación del Costo (CV): es la diferencia del valor ganado y costo real, el cual nos permite saber el monto de superávit o déficit presupuestario en una determinada fecha.
- Variación del Cronograma (SV): es la diferencia del valor ganado y el valor planificado, el cual nos permite saber si el proyecto está retrasado o adelantado respecto a la fecha de entrega.

En la figura 13 muestra una gráfica de los parámetros de la gestión del valor ganado (EVM), los cuales fueron conceptuados en párrafos anteriores y posteriores.

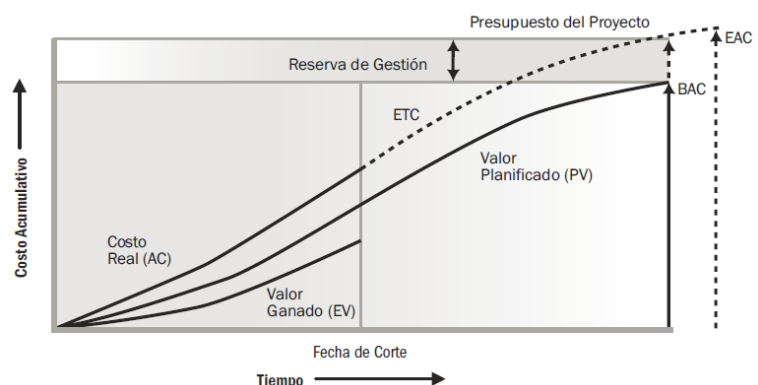


Figura 13. Gráfica de parámetros según la gestión del valor ganado (EVM).

Fuente: Guía del PMBOK - Sexta Edición (año: 2017) (24).

- Budget at Completion (BAC): es el costo total original del proyecto (presupuesto original), el cual se obtiene sumando los costos de todas las actividades del proyecto.
- Estimate to Complete (ETC): es el valor del trabajo por ejecutar o trabajo futuro a la fecha de evaluación o corte para analizar el pronóstico.
- Estimate at Completion (EAC): “es el estimado del costo total del proyecto, a medida que avanza el tiempo. Se obtiene al sumar el costo real acumulado a la fecha de corte con el estimate to complete (ETC)” (18).

Son muchos los valores de EAC que se pueden obtener, generalmente es de acuerdo a los riesgos identificados por el equipo de proyecto. El PMI tomando en consideración el desempeño del proyecto hasta la fecha de evaluación, sugiere tres métodos de cálculo de EAC, los cuales son: pronóstico de la EAC para trabajo de ETC a la tasa presupuestada, pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC con el CPI actual y el pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC considerando ambos factores, SPI y CPI.

A continuación, la tabla 03 muestra el resumen de fórmulas para el cálculo de la EAC, según los tres métodos sugeridos por el PMI.

Tabla 03. *Criterios de cálculo de Estimate at Completion (EAC).*

N°	Criterio de cálculo	EAC=AC+ETC
1	Pronóstico de la EAC para trabajo de ETC a la tasa presupuestada.	$EAC=AC+(BAC-EV)$
2	Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC con el CPI actual.	$EAC=AC+(BAC-EV)/CPI$
3	Pronóstico de la EAC para trabajo de la ETC considerando ambos factores, SPI y CPI.	$EAC=AC+(BAC-EV)/(CPI*SPI)$

Fuente: elaboración propia (compilación).

- Técnicas para acortar la duración de proyectos: “las causas más usuales que atrasan la culminación de los proyectos, generando desviaciones de costos son: la complejidad desarrollado en un cronograma, elaboración de cronogramas optimistas o las subestimaciones de tiempo, el no seguimiento adecuado de actividades críticas, el inicio tardío de actividades no críticas, la mala gestión de recursos y la mala gestión de la cadena de suministro” (7). Es por ello la aparición de técnicas que permiten acortar la duración de proyectos, y como tal cumplir con los plazos contractuales de ejecución, respetando los indicadores de desempeño y los rendimientos del proyecto.

Gómez (19), en su publicación “Análisis de algunas técnicas para acortar la duración de un proyecto”, señala y detalla las siguientes técnicas más usadas para reducir el plazo de duración de proyectos de construcción.

- Compresión o Crashing: es una técnica para acortar la duración de un proyecto, el cual consiste en el incremento de utilización de recursos en la materialización de las actividades o entregables que pertenecen a la ruta crítica, de tal manera permitiendo reducir la duración o el plazo del proyecto en ejecución y/o construcción. Para tener mejores resultados o llámese resultados optimistas en el empleo de la técnica de Compresión o Crashing, es necesario realizar un análisis previo en la factibilidad de relación de costo/beneficio para las actividades que serán comprimidas o reducidas en su tiempo de duración, a través del uso de mayores recursos en las mismas. En la figura 14 muestra el criterio tomado en cuenta para la compresión de actividades.

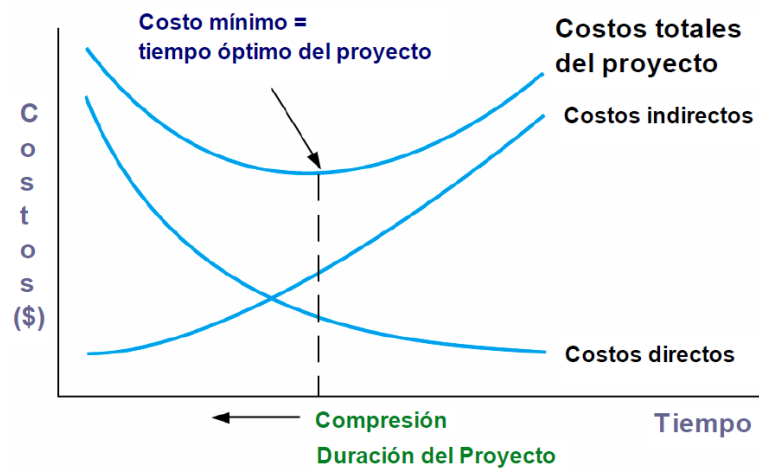


Figura 14. Relación de costos directos e indirectos por reducción de tiempo de duración de actividades en proyectos.

Fuente: Gómez (19).

- Aceleración o Fast Tracking: es una técnica que permite a aquellas actividades que inicialmente fueron programadas para ejecutarse de manera secuencial, sean ejecutados en forma paralela o parcialmente en paralela, todo ello para reducir el plazo del proyecto que está siendo construido. Al ejecutar actividades en simultáneo existe un mayor riesgo en el incremento de los costos, debido a una mayor posibilidad de la aparición de retrabajos de dichas actividades, y si aparecen los retrabajos, podría paralizar otras actividades en progreso. El impacto en recursos adicionales a implementar es de bajo a medio.
- Nivelación: “es una técnica que se utiliza para acelerar la culminación de un proyecto o de sus entregables, mediante una reasignación de recursos, es decir, mover recursos de una actividad “menos crítica” a una “más crítica”, con la intención de reducir su tiempo y mejorar el plazo previsto del proyecto. Una vez que se nivela o mejora la ejecución de la actividad “más crítica”, se realizará un nuevo análisis para rotar los recursos reasignados hacia las actividades “menos críticas” o tomar decisiones de desmovilización. En esta técnica se necesita un análisis detallado y bien sustentado de

las actividades que reducirán su ritmo de trabajo por mejorar el ritmo en otras, para evitar otros impactos por cambio de criticidad” (7).

- Otras consideraciones: las técnicas descritas anteriormente (Compresión o Crashing, aceleración o Fast Tracking, nivelación) no son las únicas, también existen otras consideraciones y técnicas que permiten reducir la duración de los proyectos. A continuación, se mencionan algunas opciones:
 - Trabajar con visión de calidad desde la primera vez.
 - Reutilización de experiencias o conocimientos similares de proyectos previos (planes de trabajo, especificaciones, procedimientos, documentos y estándares de comunicación, documentos de diseño, etc.).
 - Concepto de la Filosofía Lean Construction (actividades que no añadan valor al trabajo, tienen que ser eliminadas).
 - Evitar cambios en el alcance por trabajos adicionales, instrucciones de obra y órdenes de cambio.

- Importancia de la gestión de riesgos en proyectos de construcción:

La gestión de riesgos es una de las áreas de estudio de la gerencia de proyectos, lo cual se centra en el estudio de eventos y sucesos (riesgos) que pueden impactar negativamente en el desempeño de los proyectos de construcción (costo, tiempo y calidad). Por otro lado, el término riesgo hace referencia a los eventos previstos e imprevistos que son capaces de causar una desviación en los objetivos y resultados esperados del proyecto. La importancia de la aplicación de la gestión de riesgos en proyectos de construcción es el de identificar de manera oportuna los riesgos, analizarlos cualitativamente y cuantitativamente, y con ello realizar un plan de respuestas para su mitigación. Todo ello con la finalidad de cumplir el compromiso contractual, con mejores resultados en costos y con menores tiempos de ejecución de los proyectos.

CAUSAS	RIESGOS	EFEECTO
Alcance definido inapropiadamente.	Errores en el alcance de los trabajos .	Costos reales mayores al planeado.
Estimados de magnitudes de trabajo, sin la información suficiente.	Estimados por debajo de lo real.	Costos mayores al planeado.
Estimar plazos de actividades sin la consideración de ratios históricos.	Plazos optimista, menor al real.	Plazo real de ejecución mayor al real.
Estimar plazos sin los planos de ingeniería de proyecto completos.	Plazos optimistas.	Plazo real de ejecución mayor al planeado.
Concurrir con bases que no contemplan las líneas base de los factores de éxito	Ejecución del proyecto sin líneas bases confiables.	La situación final de ejecución del proyecto con resultados inesperados, mayores plazos, mayores costos, y con posibles problemas de calidad.
Concurrir con bases incompletas.	No disponer de un contrato que proteja los intereses del cliente.	Posibles situaciones que finalmente podrían generar situación sin control.
Concurrir con bases que contengan proforma de contrato, sin la implementación de las nuevas propuestas.	No tener definidos los procesos para casos de claims.	Tener un contrato que no ayuda a su propia administración, incluso podría resultar inaplicable.
Concurrir con planos de ingeniería del proyecto, sin la información completa.	Los trabajos reales podrían ser mayores al planeado..	Tener resultados del proyecto fuera de lo planeado, respecto de los que se tenía como expectativas.
CAUSAS	RIESGOS	EFEECTO
Contratos incompletos, sin la obligación contractual de un cronograma.	Imposibilidad de controlar los avances de los trabajos, y poder ver si las prioridades del consultar son afines a las prioridades del proyecto.	Retrasos en el desarrollo del servicio (mayores plazos).
Contratos incompletos, sin la obligación contractual de definición de los entregables, resultantes del servicio.	Imposibilidad de controlar los avances de la generación de los entregables del servicio.	Retrasos en el desarrollo del servicio.
Contratos relacionados con el desarrollo de ingeniería, sin considerar resguardos del cliente, en el caso de que se compruebe fallas en el diseño, y sin definir que hacer en estos casos.	No tener definidas acciones correctivas predefinidas en el caso de comprobar errores en el diseño.	No lograr el objetivo de calidad del proyecto.
Contratos sin la prescripción de la medición del desempeño de los trabajos establecidos en el objeto y alcance.	No tener control sobre el desarrollo del servicio; por lo que, tocaría esperar que se cumpla lo previsto.	No tener información oportuna para la toma de acciones correctivas.
Contratos sin la definición de la responsabilidad de entregar reportes de avance periódicos, orientados a asegurar el cumplimiento del plazo contractual.	Tener inseguridad de cumplimiento de los plazos programados.	Posibles mayores plazos e impactos en los costos reales.

Figura 15. Cuadro que muestra ejemplos de identificación de riesgos en proyectos de construcción.

Fuente: Gómez (19).

En la figura 15 muestra la identificación de riesgos en proyectos de construcción, sus causas que le dieron origen a dichos riesgos y sus efectos o impactos negativos que generan en los proyectos de construcción. Para reducir la probabilidad de ocurrencia de los riesgos, y por ende sus impactos y efectos negativos es necesario realizar el plan de mitigación.

"CAUSAS" (HECHOS EVIDENTES)	"CAUSAS" (SITUACIÓN INCERTIDUMBRE)
<ol style="list-style-type: none"> Deficiencia en los procesos de la organización. Falta de competencias en el tema de "administración de contratos". Hacer estimaciones con escasa información de la ingeniería del proyecto. 	<ol style="list-style-type: none"> Cumplimiento en la entrega de la ingeniería del proyecto. Llegada del equipo principal. Concluir los eventos para salir a concurso con el paquete 1 del proyecto.
RESPUESTA ESPERADA DEL JEFE DE PROYECTO	RESPUESTA ESPERADA DEL JEFE DE PROYECTO
Acción inmediata del Jefe de Proyecto, definir acciones correctivas para eliminar tales hechos evidentes, y evitar situaciones de riesgos.	Acción inmediata del Jefe de Proyecto, seguir los procesos de la gestión de riesgos, para aplicar estrategias específicas, para minimizar las incertidumbres.
IMPACTO DE NO HACER NADA	IMPACTO DE NO HACER NADA
No actuar significaría generar que estas situaciones se convirtieran en factores generadores de riesgos e impactos negativos al proyecto	No actuar bajo un plan estructurado es avanzar "a ciegas", ser optimista y esperar resultados positivos, cuando poco o nada se hace preventivamente.
PROBABLEMENTE IMPACTOS NEGATIVOS	PROBABLEMENTE IMPACTOS NEGATIVOS

Figura 16. Cuadro que muestra ejemplos de plan de mitigación de riesgos en proyectos de construcción.

Fuente: Gómez (19).

En la figura 16 se muestran eventos que están basadas por causas ligadas a hechos evidentes y por causas ligadas a incertidumbre, este último es de responsabilidad del director de proyectos. Es importante la respuesta inmediata a través de un plan de respuesta del jefe de proyectos o del equipo de proyectos ante las causas y riesgos identificados en un proyecto de construcción, el de aplicar estrategias específicas para eliminar las causas de hechos evidentes y evitar situaciones de riesgo. Por otro lado, no realizar nada significaría generar que estas situaciones se conviertan en factores generadores de riesgos e impactos negativos al proyecto.

En conclusión, la gestión de riesgos es un conjunto de procesos que son necesarios para la correcta planificación y por medio de ello el logro de objetivos en proyectos de construcción y demás proyectos. El estudio y análisis de los riesgos de forma oportuna nos permitiría saber si afectaría o en el mejor de los casos beneficiaría en los resultados de alcances y lineamientos bases de los proyectos (Líneas bases de costos, tiempo y calidad).

- Metodología para el análisis de atrasos en proyectos de construcción:

“The Association for the Advancement of Cost Engineering”, en siglas AACE Internacional, recomienda una metodología para el análisis de atrasos en proyectos de construcción, la RP 29R-03, el cual detalla la aplicación del Análisis Forense del Cronograma (FSA - Forensic Schedule Analysis). El análisis forense tiene diferentes técnicas que se adecuan de acuerdo a las características, condiciones y los datos disponibles del proyecto a analizar. El objetivo de este análisis es definir si alguna de las partes involucradas tiene derecho a las compensaciones de plazo o ampliaciones de plazo como resultado de eventos suscitados en la ejecución del proyecto (20). Las técnicas de análisis de atrasos que se detallan en la RP 29R-03 “Análisis Forense del Cronograma” se muestra a continuación en la figura 17 a través de un cuadro de taxonomía para el análisis retrospectivo.

TAXONOMIA METODOS ANALISIS DE ATRASOS														
Taxonomía	1	Retrospectiva												
	2	Observación						Modelación						
	3	Lógica Estática			Lógica Dinámica			Aditiva				Sustractiva		
	4	Global	Periódico		Actualizaciones contemporáneas (As-Is o Split)		Actualizaciones Recreated/Modified		Base Simple		Base Múltiple		Base Simple	
	5		Periodos fijos	Ventanas variables o agrupadas	Todos los periodos fijos	Ventanas variables o agrupadas	Periodos fijos	Ventanas variables	Inspección Global	Inspección por pasos	Periodos fijos	Ventanas variables o agrupadas	Extracción global	Extracción por partes
Nombres comunes	As-Planned vs As-Built	Windows Analysis			CPA, TIA, Windows	CPA, TIA, Windows Analysis	CPA, TIA	Windows Analysis, TIA	Impacted As-Planned, What-if	TIA, Impacted As-Planned	TIA	Windows Analysis, Impacted As-Planned	Collapsed As-Built	TIA, Collapsed As-Built

Figura 17. Métodos de análisis de atrasos.

Fuente: AACE internacional RP 29R-03 “Análisis Forense del Cronograma” - AACE International Recommended Practice N° 29 R-03, 2011.

Respecto a la técnica o método de atraso a utilizar en el análisis retrospectivo, el AACE internacional recomienda que la selección depende de: requerimientos contractuales, propósito del análisis, disponibilidad y fiabilidad de información, tiempo permitido para el análisis de atrasos, habilidad del analista y recursos disponibles, requerimientos legales y utilización previa de métodos utilizados por la otra parte. Asimismo, recomienda la validación previa de información de sustento a utilizar.

El AACE Internacional en su publicación “AACE International Recommended Practice N° 29R-03 - Forensic Schedule Analysis” recomienda que es mejor utilizar ciertos métodos o técnicas de análisis de atrasos para ciertos fines y/o objetivos que se desea definir. En la figura 18 muestra el método recomendable a utilizar para los siguientes fines: Non-Compensable Time Extension (extensión de plazo no compensable), Compensable Delay (atraso compensable), Right to Finish Early Compensable Delay (derecho a terminar anticipadamente, atraso compensable), Entitlement to Early Completion Bonus (derecho a bonificación por fin anticipado), Disruption Without Project Delay (disrupción sin atraso del proyecto), Constructive Acceleration (aceleramiento constructivo) (20).

Forensic Use of Analysis	METHOD								
	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9
Non-Compensable Time Extension	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Compensable Delay	OK	OK	OK	OK	OK			OK	OK
Right to Finish Early Compensable Delay								OK	OK
Entitlement to Early Completion Bonus	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Disruption Without Project Delay	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		
Constructive Acceleration				OK		OK	OK		

Método de implementación (MIP: Method Implementation Protocols)	
Observación/Estático/General (MIP 3.1)	As-Planned vs As-Built
Observación/Estático/Periódico (MIP 3.2)	Windows Analysis
Observación/Dinámico/Contemporáneas As-Is (MIP 3.3)	CPA, TIA, WA
Observación/Dinámico/Contemporáneas Split (MIP 3.4)	CPA, TIA, WA
Observación/Dinámico/Modificado o Recreado (MIP 3.5)	CPA, TIA, WA
Modelado/Aditivo/Base Simple (MIP 3.6)	Impacted As-Planned, TIA
Modelado/Aditivo/Base Múltiple (MIP 3.7)	Impacted As-Planned, WA, TIA
Modelado/Sustractivo/Modelación Simple (MIP 3.8)	Collapsed As-Built, TIA
Modelado/Sustractivo/Modelación Múltiple (MIP 3.9)	Collapsed As-Built, TIA, WA

Figura 18. Algunos métodos son más adecuados su utilización para ciertos fines que otros.

Fuente: AACE internacional RP 29R-03 “Análisis Forense del Cronograma” - AACE International Recommended Practice N° 29 R-03, 2011.

En la siguiente figura 19 muestra las técnicas de análisis de atrasos, el DAT (Delay Analysis Techniques) utilizados en proyectos de construcción.

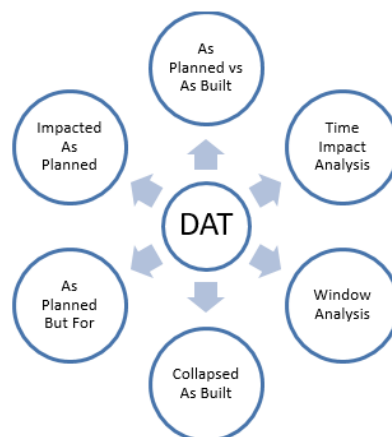


Figura 19. Resumen de Técnicas de Análisis de Atrasos (DAT) en proyectos de construcción.

Fuente: Castillo (7).

- As-Planned vs As-Built: es una técnica que permite comparar entre el cronograma línea base (As-Planned) y el cronograma real o conocido como cronograma como construido (As-Built) a fin de evidenciar adelantos (early starts) o retrasos (delayed starts), en el caso de retrasos pueden ser retrasos no excusables no compensables (NN) y retrasos excusables compensables (EC).

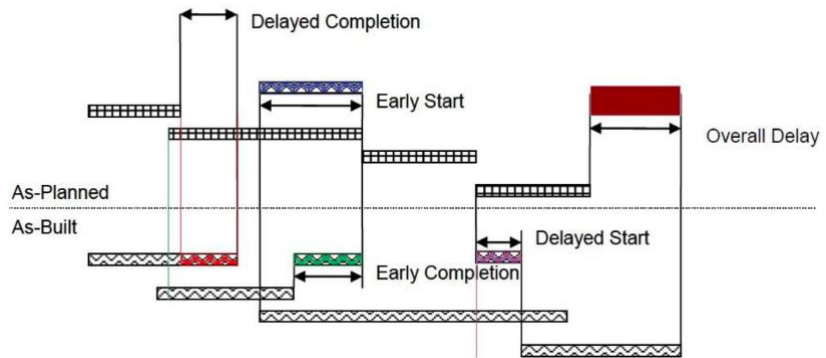


Figura 20. Técnica Observacional As-Planned vs As-Built.

Fuente: D. Chigne.

- Impacted As-Planned: consiste en insertar los retrasos a medida que son generados en el cronograma línea base, de tal manera se va obteniendo la fecha proyectada o impactada de finalización del proyecto. Los retrasos pueden ser ocasionados por el cliente, por la empresa contratista o por ambos.

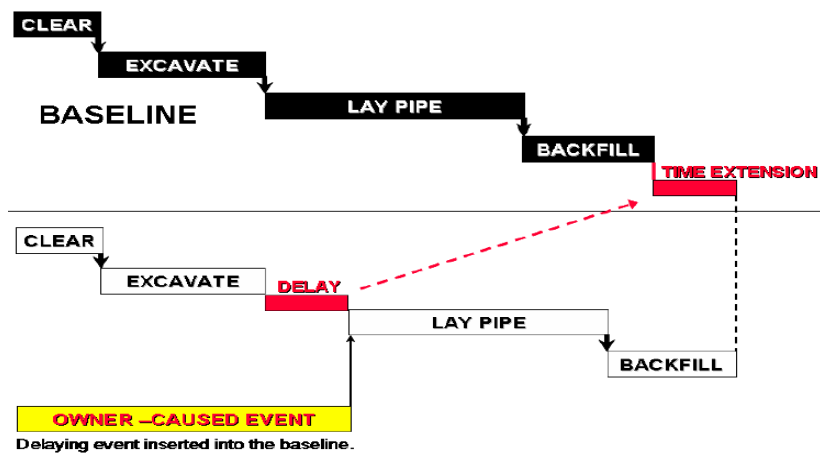


Figura 21. Técnica Impacted As-Planned.

Fuente: AACE internacional RP 29R-03 "Análisis Forense del Cronograma" - AACE International Recommended Practice N° 29 R-03, 2011.

- **As-Planned But For:** es una técnica que permite agregar los retrasos de manera consciente por las partes involucradas al cronograma línea base, de tal forma obtener un cronograma línea base impactado y la diferencia de días con el cronograma real impactado se obtendrán días de diferencia que adquirirá responsabilidad la contraparte, siendo indemnizables o justificables. La desventaja de esta técnica es que existe una posible variación de la ruta crítica del cronograma línea base impactada y el cronograma As Built, originando puntos de vista distintos entre las partes involucradas y generar futuras disputas.
- **Collapsed As-Built:** es una técnica que al cronograma real o conocido también como cronograma As Built (como construido) se le resta los retrasos ocasionados sólo por el cliente o los retrasos ocasionados sólo por la empresa contratista, todo ello para definir las responsabilidades de retrasos ocasionados por las partes involucradas. Para ello es importante que el programador tenga buena experiencia y juicio para determinar el atraso final de la contraparte, lo cual sería cobrado. Por otro lado, en esta técnica se ignora la dinámica de la ruta crítica.

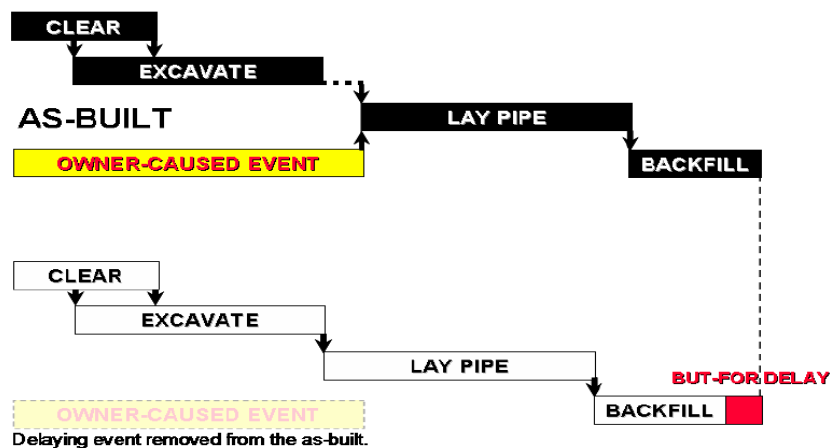


Figura 22. Técnica Collapsed As Built.

Fuente: AACE internacional RP 29R-03 “Análisis Forense del Cronograma” - AACE International Recommended Practice N° 29 R-03, 2011.

- Window Analysis (WA): es una técnica de análisis de retrasos que se basa en periodos de muestra para actualizar el cronograma, permitiendo obtener el impacto en el cronograma línea base, y en cada ventana de análisis detecta los responsables de los retrasos del proyecto, y por ende realiza una labor más a detalle de los impactos que sufre el proyecto de construcción. Esta técnica es más lenta y laboriosa por el detalle en la dinámica de la ruta crítica, por lo que exige mayores tiempos de análisis y definitivamente es más costosa.
- Time Impact Analysis (TIA): “consiste en tomar un periodo estándar en el cronograma para analizar retrasos múltiples e identificar su impacto en el cronograma final de la obra. Es un método alternativo al Window Analysis, con la diferencia que los periodos se fragmentan por cada evento que causa retraso” (7).

Por otro lado, Enshassi y Jubeh (21) realizaron un estudio sobre la preferencia de elección del método de análisis de retrasos de 100 consultores y empresas contratistas que fueron encuestados a nivel local del lugar de estudio en Gaza, obteniendo los resultados que se muestran en las figuras 23 y 24.

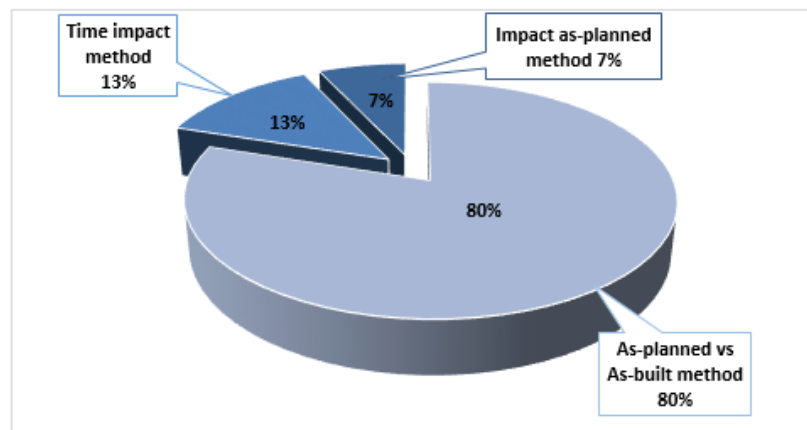


Figura 23. Incidencias de métodos de análisis de retrasos (DAT) usados por los contratistas.

Fuente: Enshassi y Jubeh (21).

Como se observa en la figura 23, el método de análisis de retrasos (DAT) más usado por las empresas contratistas de Gaza es el método As-Planned vs. As-Built con un 80 % del total de encuestados. Del resultado se puede inducir que es común la distribución de atrasos por el método de la observación.

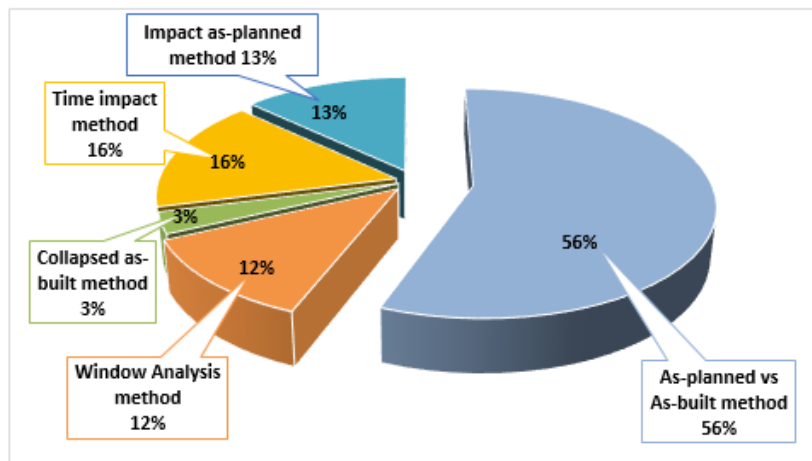


Figura 24. Incidencias de métodos de análisis de retrasos (DAT) usados por los consultores.

Fuente: Enshassi y Jubeh (21).

Como se observa en la figura 24, el método de análisis de retrasos (DAT) más usado por las empresas consultoras de Gaza es el método As-Planned vs. As-Built con un 56 % del total de encuestados, seguido de 16 % por el Time Impact Method.

2.2.3. Costos en el sector de construcción

- Costos:

Los costos en el sector de la construcción es todo gasto económico de los recursos necesarios para completar las actividades de una obra y/o proyecto de construcción, dicha obra o proyecto se construye para satisfacer una necesidad poblacional o fin industrial.

Una empresa constructora debe de tomar en cuenta todos los elementos de costos que engloban en un determinado proyecto de construcción, dichos elementos de costos son los costos directos (materiales, mano de obra y equipo y herramientas) y los costos indirectos (gastos generales y utilidad) como se muestran en la siguiente figura. Cada uno de ellos es explicado y conceptualizado con mayor detalle.

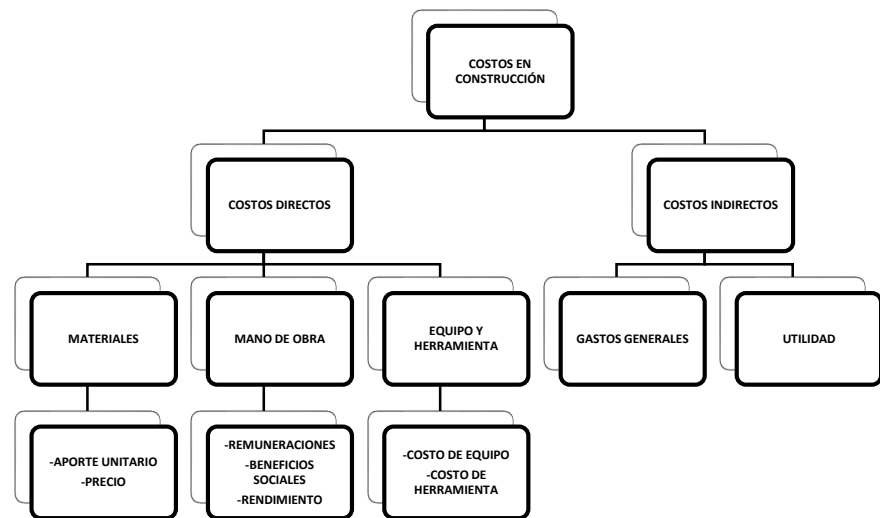


Figura 25. Costos en construcción.

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO (22).

- Clasificación de costos:

La industria de la construcción en la actualidad es una actividad de un variado y heterogéneo espectro de obras que van desde la más pequeña obra hasta una inmensa central hidroeléctrica, cada uno de ellas teniendo como características particulares y específicas de acuerdo al medio en el que se desenvuelve y de acuerdo a un tiempo determinado en el que se ejecutan. Según la Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO (22), se clasifica a los costos de proyectos de construcción en dos conceptos:

- Costos directos.
- Costos indirectos.

En términos generales define a los costos directos como aquellos gastos que se pueden aplicar a una partida determinada (costos de materiales, mano de obra, equipos y herramientas), mientras que los costos indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra y/o proyecto de construcción (gastos generales y utilidad). En el presente se desarrolla con mayor profundidad los conceptos de los costos directos y costos indirectos, cada uno de ellos con sus respectivas clasificaciones y conceptos necesarios para su mejor entendimiento y comprensión de dichos términos, todo ello en base a la información mostrada en el libro de “Costos y Presupuestos en Edificación” (22), a continuación, el desarrollo de la clasificación de costos.

- Costos directos: se define el costo directo como la suma de todos los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra. Por otro lado, es importante mencionar que los costos directos de una obra o proyecto de construcción se encuentran reflejados y agrupados en partidas de actividades de construcción, los cuales presentan un costo unitario por unidad de medida de dicha actividad ya sea por metro cúbico, metro cuadrado, metro lineal, etc. Todo ello por medio de la suma de costos unitarios por unidad de medida de todos los materiales, equipos, herramientas y mano de obra que requieren cada actividad y/o partida en específico. Estos costos unitarios de cada partida de un proyecto van de la mano de acuerdo al criterio y nivel de experiencia del Ingeniero quien los elabore. Cada profesional o analista de costos unitarios de las partidas de construcción deben de ajustarse a la realidad, condiciones y características del lugar o zona en donde serán construidos dichos proyectos, como son los materiales, rendimientos de mano de obra de la zona en donde se construirá y los equipos a utilizar, entre otros.



Figura 26. Costos directos de la partida de Montaje de tubería 34" soldada API 5L x 52M ESP = 0.625".

Fuente: propia.

En la figura 26 se observa la ejecución de la partida de vaciado de concreto de bloques de anclaje, en donde representan los costos directos (materiales, mano de obra, equipos y herramientas). A continuación, se definen cada uno de ellos:

- Costo de materiales: es directamente proporcional a las cantidades de los materiales que se necesitan para cada actividad o partida de una obra o proyecto de construcción, es por ello que las cantidades de materiales se cuantifican de acuerdo a condiciones físicas pre-establecidas y condiciones geométricas de acuerdo a un estudio técnico que sustentan dichas cantidades. En algunos casos para estimar las cantidades de materiales se debe de tomar como referencia revistas o publicaciones especializadas de construcción, y en el mejor de los casos elaborando los análisis con registros directos de obra o en base a registros de datos reales de otras obras similares al que se está construyendo, puesto que el análisis de costos responde a un proceso dinámico de confección. Los insumos de materiales son representados generalmente en unidades conocidas en el mundo de la

construcción, como por ejemplo unidades de bolsa de cemento, metro cúbico de arena, metro cúbico de piedra chancada, kilogramos de acero por diámetro de pulgadas, pie cuadrado de madera, etc.

- Costo de mano de obra: es el pago que se realiza a los trabajadores que intervienen de forma directa en la ejecución de actividades de construcción de una obra específica, estos trabajadores son aquellos que conforman una cuadrilla de trabajo (ayudante o peón, operarios y oficiales). En el costo de hora hombre de cada tipo de trabajador de construcción civil está incluido:
 - Remuneración básica vigente.
 - Bonificación unificada de construcción (BUC).
 - Leyes y beneficios sociales sobre la remuneración básica vigente.
 - Leyes y beneficios sociales sobre el BUC.
 - Bonificación por movilidad acumulada.

En el costo de mano de obra no está incluido el pago a los supervisores, personal técnico, administrativo, personal de control de calidad y vigilancia, puesto que estos están considerados en los costos indirectos. En la tabla siguiente se muestran los principales pactos y convenios del régimen laboral de construcción, cada una detallada en que consiste.

Tabla 04. *Principales pactos y convenios del régimen laboral de construcción.*

Asignación escolar: 30 jornales básicos anuales por cada hijo menor a 18 años.
Altura: bonificación de 5 % por cada 4 pisos, a partir del 4° piso, aplicable sobre el jornal básico.

Principales pactos y convenios del régimen laboral de construcción.	Contacto directo con el agua: bonificación de 20 % sobre el salario básico para los trabajadores que tengan que ingresar al agua o sumergirse en ella.
	Movilidad acumulada: bonificación equivalente a seis (06) pasajes urbanos por día efectivo de labor.
	Bonificación Unificada de Construcción (BUC): reúne las bonificaciones por desgaste de herramientas y ropa, alimentación, agua potable y especialización de operario, abonándose de la siguiente manera: operario 32 %, oficial 30 % y peón 30 %.
	CONAFOVICER: 2 % sobre el jornal básico, retenido por el empleador y depositado en el Banco de la Nación.
	Defunción del trabajador: pago de una (01) UIT por gastos de sepelio acreditados cuando el costo de la obra presupuestada sea mayor de quinientos (500) UIT.
	Gratificaciones por fiestas patrias y por navidad: de acuerdo al régimen laboral común, se dispone el pago de 30 jornales.
	Horas extras: pago de sobretasa de 25 % hasta la hora décima y de 100 % a partir de la décima hora sobre el jornal básico.
	Turnos de noche: por ley se ha establecido que el trabajador que labore turnos nocturnos no podrá recibir una remuneración mensual menor a la remuneración mínima mensual con una sobretasa del 30 % de ésta.
	Permiso por duelo: derecho a tres (03) días de permiso con goce de salario por fallecimiento de padres, cónyuge e hijos.
	Permiso por nacimiento: medio (1/2) día sin salario y sin pérdida del dominical cuando el padre concorra a firmar el nacimiento de su hijo.

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO (22).

- Costo de equipos de construcción y herramientas: la Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO (22) define a los costos de equipos y herramientas de construcción como se muestra a continuación:

- Costos de equipos de construcción: abarca al costo de operación de una maquinaria; este costo de operación es la suma de la cantidad de dinero invertido para adquirirla, hacerla funcionar, realizar trabajo y mantenerla en buen estado de conservación. El costo de operación se puede representar en términos de un año, en un mes, en un día o en una hora. Los más usuales en proyectos de construcción son los costos de operación por hora y los costos de operación diario (22). En la siguiente figura se muestra a dos grandes rubros de gastos que reúne el costo de operación de equipos y/o maquinarias de construcción.

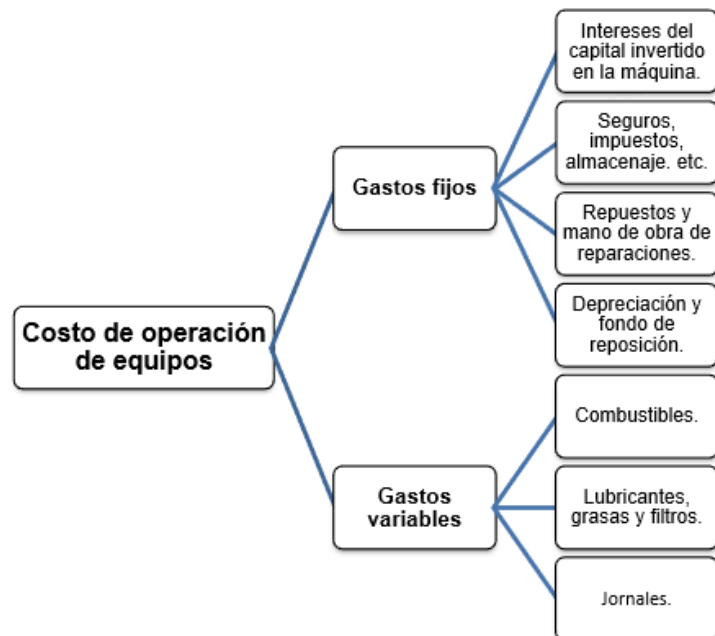


Figura 27. Gráfica de los costos de operación de equipos de construcción.

Fuente: elaboración propia (compilación).

- Costo directo de herramientas: es el costo que corresponde al consumo o desgaste que éstas sufren al ser utilizadas durante la ejecución de las diversas partidas de una obra (22) y se puede calcular de la siguiente manera:

$$Hm = h \times M$$

Dónde:

- Hm: costo directo de herramientas en la partida.
- M: costo directo de mano de obra de dicha partida, considerando el jornal básico y porcentajes sobre el mismo (incremento adicional de remuneraciones, bonificaciones).
- h: representa un coeficiente (porcentaje expresado en forma decimal) estimado en función a la incidencia de utilización de las herramientas en la partida en estudio según la experiencia en obras similares. Este coeficiente, o porcentaje, generalmente varía de 1 % a 5 % (0.1 a 0.05).

Las herramientas se clasifican como se muestra a continuación.

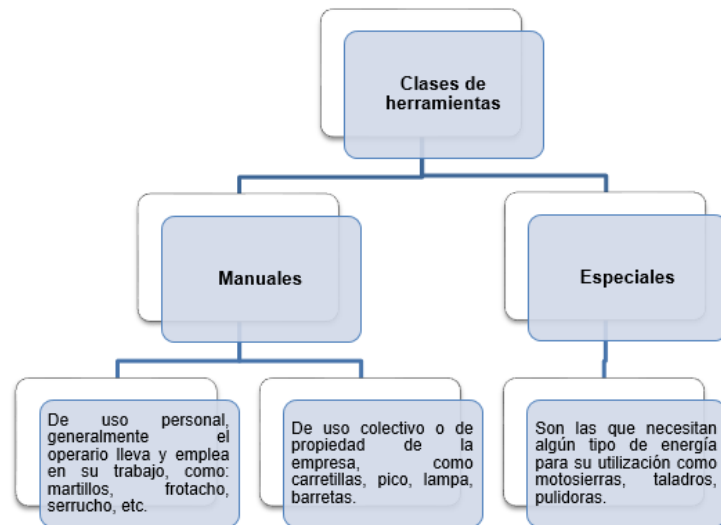


Figura 28. Clases de herramientas de construcción.

Fuente: elaboración propia (compilación).

- o Costos indirectos: es todo aquel gasto que no puede aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra a través de un equivalente en porcentaje de los costos directos, esto se da por ejemplo para los gastos generales que representan un porcentaje que varía usualmente entre 10 % a 30 % del costo

directo, puesto que depende de las condiciones específicas de la obra a ejecutarse (22). También forma parte de los costos indirectos la utilidad que la empresa contratista realiza o ejecuta la obra, usualmente el porcentaje es de 10 % de los costos directos, pero de igual forma este porcentaje va depender de las condiciones contractuales de la obra a ejecutarse. Los costos indirectos conforman los gastos generales y la utilidad, en el caso de los gastos generales son todos aquellos gastos administrativos, documentarios y financieros que la empresa contratista ejecutora de una obra necesita realizar para llevar a cabo el proyecto u obra de construcción, mientras que la utilidad es un monto percibido por el contratista que le corresponde debido a realizar la ejecución de una obra.



Figura 29. Representación de los costos indirectos de un proyecto de construcción (gastos generales y utilidad).

Fuente: libre (web).

La figura 29 representa los costos indirectos de una empresa contratista como son los gastos generales y la utilidad. A continuación, se definen cada uno de ellos.

- **Gastos generales:** son aquellos gastos que debe efectuar el contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser

incluidos dentro de las partidas de la obra (22). Los gastos generales se subdividen en dos grupos, los gastos generales no relacionados con el tiempo de ejecución de la obra y los gastos generales relacionados con el tiempo de ejecución de la obra. A continuación, se muestra la clasificación de los gastos generales.

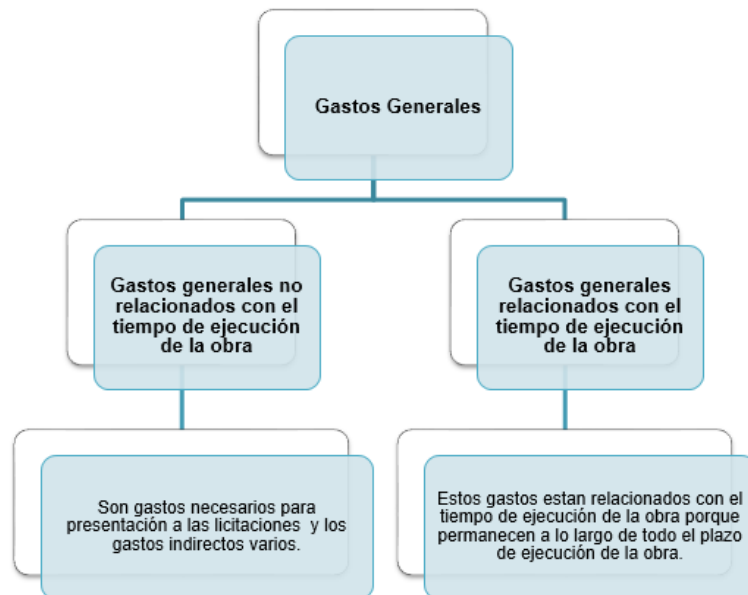


Figura 30. Clasificación de gastos generales en obras de construcción.

Fuente: elaboración propia (compilación).

En la figura 30 se muestra la clasificación de los gastos generales que usualmente se da en el mundo de la industria de la construcción. Para fines didácticos y un mejor entendimiento en la clasificación de los gastos generales, se muestra a continuación, en la tabla 05, una relación enumerativa no limitativa de lo que engloba cada tipo de gastos generales y sus subdivisiones.

Tabla 05. *Relación enumerativa no limitativa de gastos generales.*

Gastos generales	
I.	Gastos Generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra

-
- a) Gastos de licitación y contratación
 - Gastos en documentos de presentación (por compra de bases de licitación, planos, etc.).
 - Gastos de visita a obra.
 - Gastos notariales como consecuencia de la licitación y contratación.
 - Gastos de la garantía para la propuesta.
 - Gastos de elaboración de propuesta, estudios de programación y estudios de suelos.
 - b) Gastos indirectos varios
 - Gastos legales y notariales, no aplicables a una obra sino a la organización en general.
 - Inscripción en el Registro Nacional de Contratistas de Obras Públicas.
 - Patentes y regalías, seguros contra incendios, investigaciones, consultores y asesores.
 - Carta fianza por beneficios sociales para los trabajadores.
- II. Gastos Generales relacionados con el tiempo de ejecución de obra
- a) Gastos de administración de obra
 - Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales a personal técnico administrativo (Residente, ingenieros, administradores, etc.) y personal de control, vigilancia y almacén.
 - Seguro de accidentes de personal técnico, de control y profesional.
 - Papelería y útiles de escritorio, copias, impresiones y artículos de limpieza.
 - Costo de luz, teléfono, etc.
 - b) Gastos de administración de oficinas
 - Dietas de directorio, sueldos y bonificaciones de directivos y personal administrativo.
 - Alquiler de locales, correo, telégrafo, radio.
 - Impresos, papelería y útiles de escritorio, copias de documentos y planos.
 - Inscripción y afiliación a instituciones, revistas y publicaciones.
 - Pasajes, viáticos de personal de inspección y control.
 - c) Gastos financieros relativos a la obra
 - Intereses de sobregiros y letras.
 - Pérdida de intereses de bonos de tesorería y gastos en otros compromisos financieros.

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO (22):

- Utilidad: es un monto percibido por el contratista, porcentaje del Costo Directo del Presupuesto, y que forma parte del movimiento económico general de la empresa con el objeto de dar dividendos, capitalizar, reinvertir, pagar impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras (22). A raíz que la industria de la construcción está creciendo cada vez más y más, acompañado con la aparición de nuevos retos y desafíos para los profesionales y empresas contratistas que deciden pertenecer a esta actividad, deben de calcular la utilidad en base a conocimientos y criterios técnicos, y no solo basarse a estimaciones empíricas tradicionales, para lo cual es imprescindible contar con buena información y sobre todo método de cálculo. La utilidad bruta está conformada por tres sumandos, los cuales son:
 - Uno que corresponde a la utilidad neta.
 - El impuesto sobre esta utilidad.
 - El margen por variaciones o imprevistos no considerados en el análisis de precios de las diferentes partidas por ejecutar.

Para que las empresas tengan garantía de seguir creciendo y expandiéndose más y más en la industria de la construcción, deben de fijar y estimar una utilidad justa, para que les permita convertirse en empresas generadoras de empleo y de esta manera ser parte del crecimiento económico del país y del mundo. Independientemente del tipo de construcción ya sea una obra de carreteras, edificación, irrigaciones, puentes, etc. es usual considerar el 10 % de los costos directos de la obra como margen de utilidad, lo cual conlleva que la empresa contratista asuma el riesgo de mermar este porcentaje tradicional de utilidad debido a brechas económicas de una anormal marcha de la obra y/o a imprevistos que no fueron considerados en el cálculo de la utilidad. Si bien es cierto que el cálculo de la utilidad teórica

requeriría de un minucioso análisis de obras anteriores similares con la estadística de sus gastos financieros, variación de ganancias por periodos, variación de los costos de materiales de construcción, etc., las empresas constructoras en forma práctica, pero siempre sustentado en un análisis técnico, pueden estimar la utilidad atendiendo a los siguientes parámetros que se muestran en la siguiente figura.

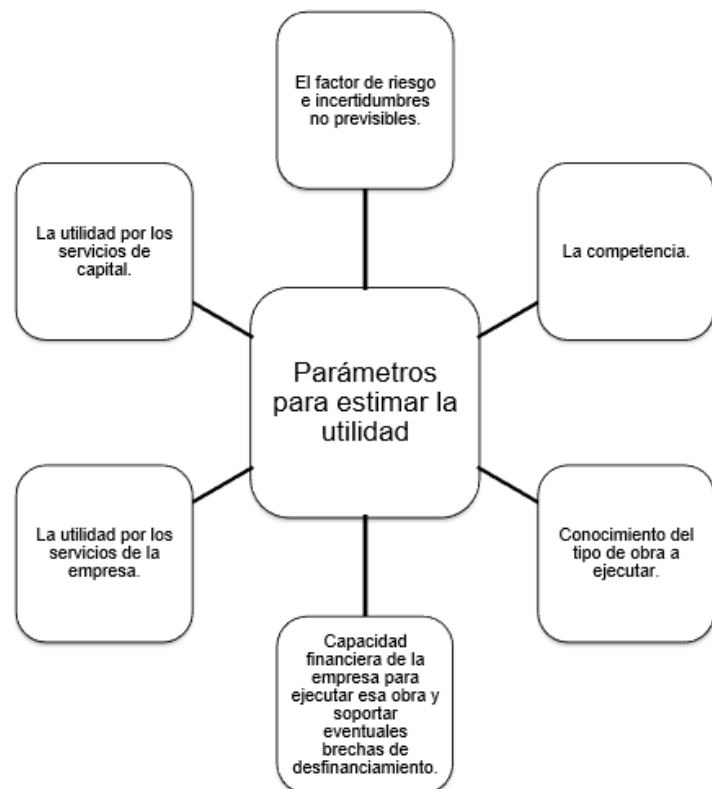


Figura 31. Parámetros para estimar la utilidad en obras de construcción.

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO (22).

- Estimación de costos:

La estimación de costos y el estudio de presupuestos de proyectos de construcción es una de las tareas más frecuentes para los profesionales dedicados a la construcción (12). Dichos costos pueden variar de acuerdo a la etapa de desarrollo en la que se encuentra el proyecto, como se muestra en la figura 32.

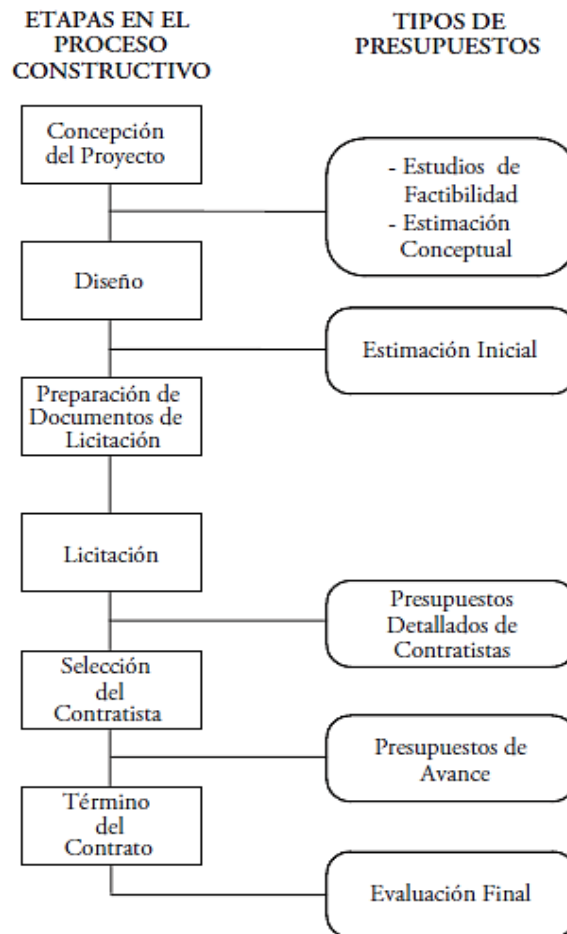


Figura 32. Fases de estimación de costos en el proceso constructivo.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

Los estudios de factibilidad permiten al mandante estimar el orden de magnitud de su inversión, proceso que se conoce normalmente como estimación conceptual. Normalmente se pueden realizar en base a precios unitarios generales de obras similares (tales como \$/m²), y determinando el tamaño del proyecto, se puede estimar un monto aproximado del valor de la obra. La estimación inicial en cambio es más formal y normalmente corresponde al presupuesto oficial de la propuesta, el cual fue definido anteriormente. El presupuesto del contratista es uno detallado, en el cual se estudian todas las partidas componentes del proyecto. Los presupuestos de avance permiten conocer cómo se ha comportado el presupuesto hasta la fecha y cómo se verá afectado en el futuro.

La evaluación final, permite al mandante y al contratista evaluar cómo fueron sus estimaciones, ya que se comparan y analizan los presupuestos con lo que realmente se gastó en la obra.

- Estimación conceptual de costo de proyectos: es importante la planificación y control de costos en las tres fases principales de un proyecto, los cuales son: fase conceptual, diseño y ejecución. A medida que se avanza en el desarrollo de cada fase, van variando sus objetivos y énfasis. Este último en la etapa conceptual está asociada a la planificación preliminar del proyecto, mientras que en la segunda fase es la definición más detallada del proyecto, y por último en la etapa de ejecución el énfasis está en realizar un control basado en las informaciones de las fases anteriores (fase conceptual y fase de diseño).

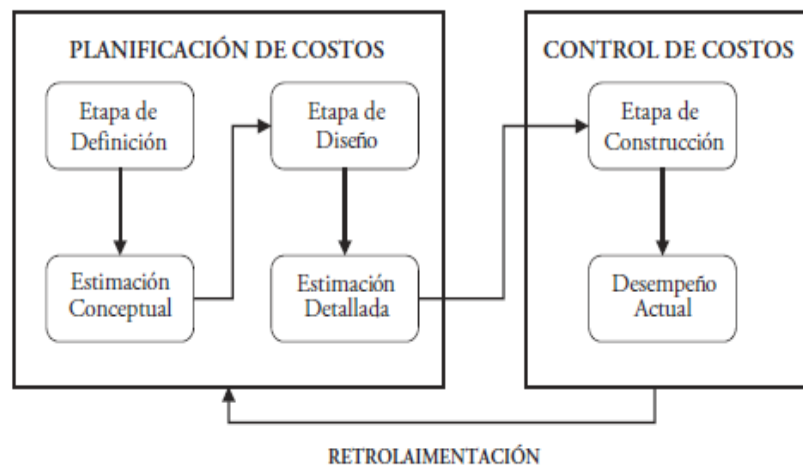


Figura 33. Planificación y control de costos en las fases de un proyecto.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

Para realizar estimaciones de costos y presupuestos existen distintos métodos, en gran medida dependen del nivel de avance en que se encuentre el proyecto y que estos a la vez cumplen diferentes funciones en el desarrollo del mismo. Los principales métodos son:

- Estimación preliminar o de orden de magnitud: generalmente realizada como parte del análisis de factibilidad económica de un proyecto.
- Estimación conceptual: normalmente utilizada por el dueño de un proyecto para determinar el presupuesto probable del mismo y para otras decisiones tempranas.
- Estimación detallada: generalmente basada en mediciones de cantidades, una vez que se cuenta con un diseño prácticamente detallado del proyecto.
- Estimación definitiva: es una actualización de la estimación detallada, con énfasis en costos actuales más que en costos proyectados, el cual permite evaluar el desempeño de la estimación.

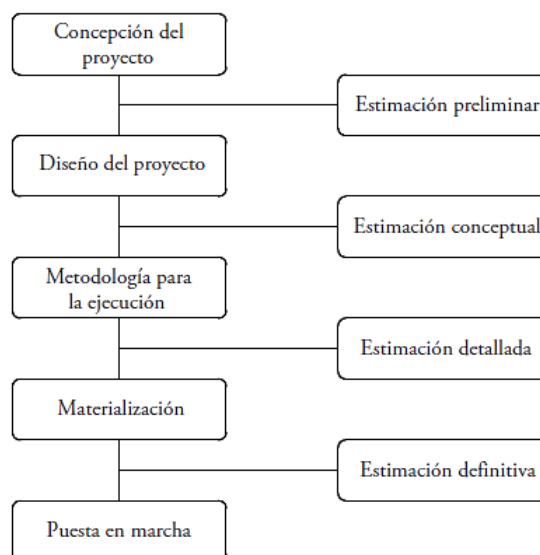


Figura 34. Tipos de estimaciones y su relación con las etapas en el desarrollo de un proyecto.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

- Descripción de estimación conceptual: se entiende por la predicción de costos de un proyecto realizada con limitada información de diseño, definición incompleta del alcance de éste y con el propósito de usarla como base para tomar importantes decisiones. Una estimación conceptual de costos se caracteriza por (12).

- Debido a la incertidumbre existente en las etapas iniciales de un proyecto y a la falta de información es un proceso inexacto basado en gran medida en juicio y experiencia.
- Depende en forma importante de la definición del alcance del proyecto.
- Requiere de habilidades especiales para su realización, como: intuición, criterio, experiencia, juicio, conocimiento de diseño y materialización.
- El tiempo disponible para desarrollarla es una restricción importante.

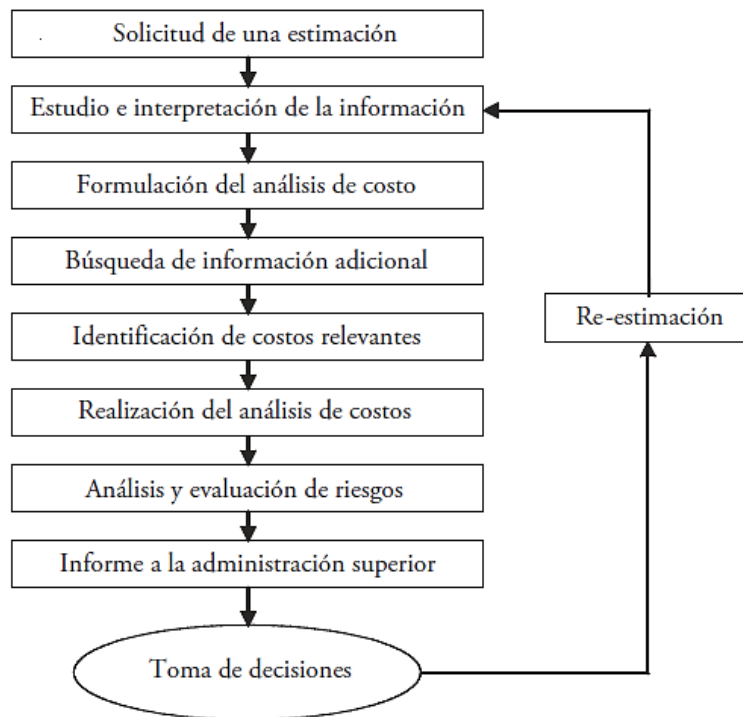


Figura 35. Etapas en el proceso de la estimación conceptual.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

- Importancia de la estimación conceptual: se sabe que en las primeras etapas de la realización de un proyecto de construcción se tienen los mayores impactos en el resultado de la ejecución e implementación del proyecto.

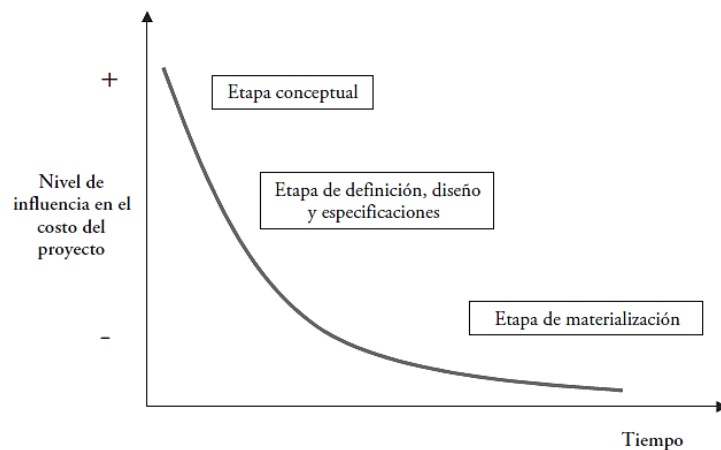


Figura 36. Nivel de influencia en los costos según el desarrollo del proyecto.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

Es por ello que en las etapas iniciales del proyecto es importante una estimación de costos apropiada, porque permiten decidir oportunamente el futuro del proyecto, por ejemplo: hacer modificaciones para lograr objetivos considerando restricciones que afectan el proyecto de construcción, seguir adelante sin modificaciones o abandonar el proyecto porque es inviable. Además, una estimación conceptual realista permite cuantificar las necesidades de financiamiento y definir los mecanismos más apropiados para lograr materializar exitosamente el proyecto. El resultado de una estimación conceptual puede sobreestimar, subestimar u obtener una estimación adecuada. Si la estimación conceptual sobreestima los costos totales, existe una alta probabilidad de que el desarrollo del proyecto tienda a cumplir estas predicciones. Por otro lado, si una estimación conceptual subestima los costos totales, los costos asociados a las acciones tendientes a mejorar la situación serán bastante más altos que los costos de las mismas actividades, si éstas se hubiesen considerado desde un comienzo. La importancia entonces de la estimación conceptual es que, si ésta se realiza en forma adecuada, permite disminuir los costos finales de un proyecto.

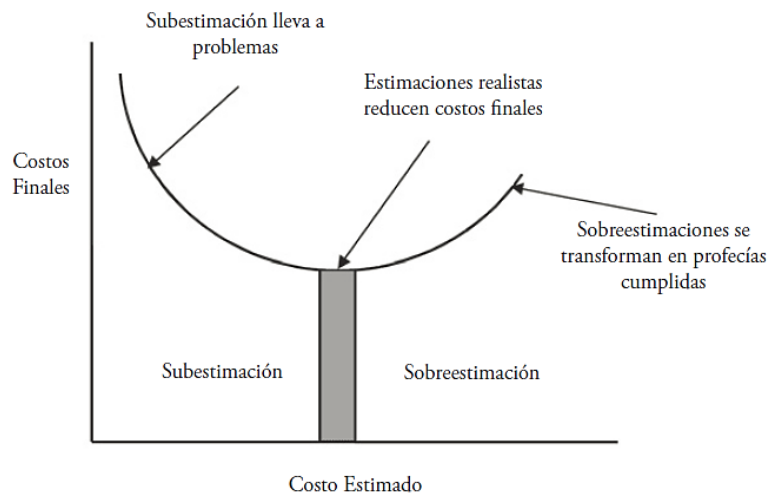


Figura 37. Importancia de la estimación conceptual en el costo final de un proyecto.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

- Métodos para la estimación conceptual: los métodos más comunes para desarrollar una estimación conceptual se basan en uno o en la combinación de los siguientes métodos: estimación paramétrica, estimación por factores, estimación basada en modelos y estimación probabilística.
- Estimación paramétrica: este método requiere la recolección y organización de información histórica a través de técnicas matemáticas y la relación de esta información con el resultado que se desea estimar, lo que también se conoce como CER (Cost Estimating Relationship). Esta estimación se basa en relaciones empíricas entre parámetros de costo y parámetros seleccionados de desempeño o resultados (tamaño, calidad, complejidad, capacidad), con consideración del método de construcción. Un ejemplo se puede apreciar en la figura siguiente.

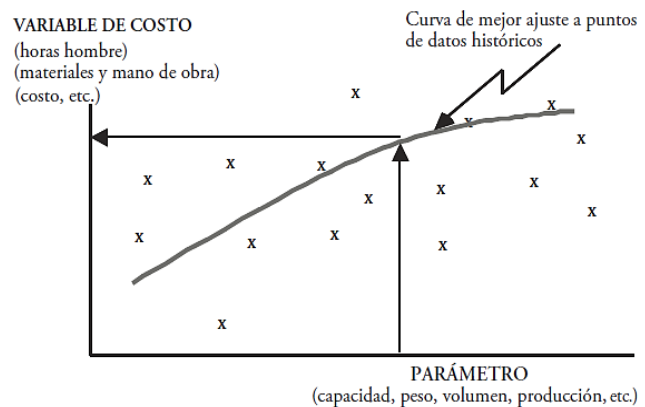


Figura 38. Ejemplo de estimación paramétrica.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

“Este método presenta ventajas y desventajas como cualquier método que existe, es por ello que se debe tener en cuenta que la ventaja es que provee una rápida estimación con muy limitada información y puede entregar un nivel de exactitud razonable, por otro lado la desventaja es que la calidad del resultado depende de la calidad de relación de costo empleada, que las varianzas en las estimaciones pueden ser muy altas, que no hay necesariamente correspondencia entre la base de estimación paramétrica y la usada en las estimaciones detalladas y no entrega detalles necesarios para evaluar el efecto económico de cambios los niveles de productividad, programa o requerimientos de diseño” (12).

- Estimación por factores: para determinar el costo de otros ítems que son necesarios para el proyecto, este método se basa en la aplicación de un factor a algún ítem relevante de costo de un proyecto. Estos factores son derivados de datos históricos analizados estadísticamente, pudiendo llegar al nivel de detalle que se desee. En cuanto a las principales ventajas de esta estimación son que utiliza un método simple y rápido,

basado en ítems tangibles y que puede ser razonablemente exacto. Por otro lado, las desventajas se centran en el hecho de que la estimación se realiza sobre relaciones poco sistemáticas entre el elemento base y los otros ítems, a lo que se agrega que el costo base puede ser incompleto y que puede no haber correspondencia entre la base de estimación paramétrica y la usada en las estimaciones detalladas.

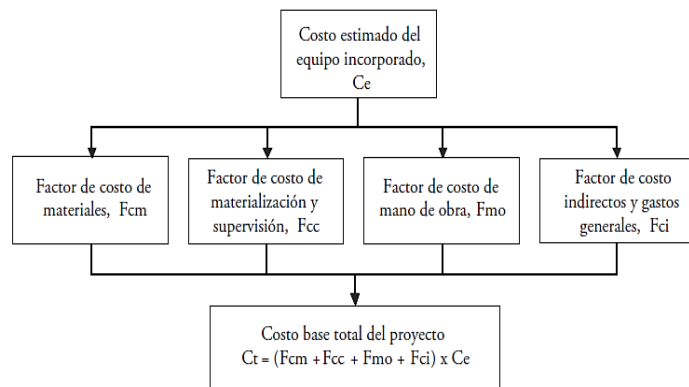


Figura 39. Ejemplo de estimación por factores.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

- Estimación por modelos de costo: este método entrega el costo total del proyecto a través de la aplicación de datos de costo y su procesamiento. Para ello se basa en la construcción de un modelo que representa los componentes estandarizados y la estructura del proyecto a estimar.

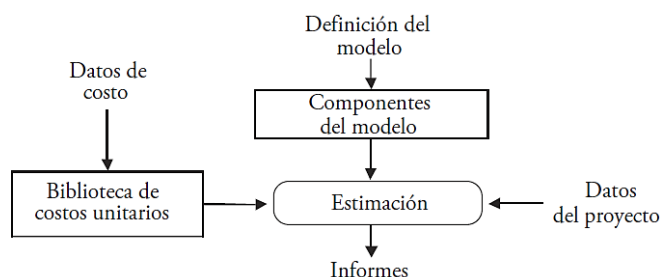


Figura 40. Estimación por modelos de costos. Proceso de modelación de COSMOS - MIT.

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

- Estimación probabilística o de rango: en la estimación probabilística existe una estimación múltiple para cada ítem, donde a = valor optimista, m = valor más probable y c = valor pesimista. El riesgo es evaluado para cada ítem y es proporcional a la varianza.
- Calidad de la estimación: se puede medir de acuerdo a cuatro atributos: Confianza, validez, sesgo y precisión. La definición del proyecto, información relacionada con el proyecto y su medio, incertidumbre relacionada con los proyectos en general y el proceso de estimación mismo son problemas que pueden afectar una estimación.

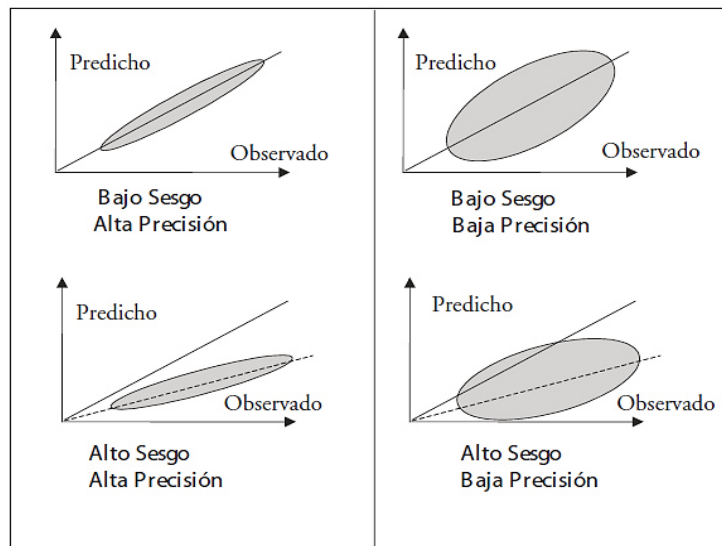


Figura 41. Estimación por modelos de costos. Proceso de modelación de COSMOS - MIT (2).

Fuente: Solminihac y Thenoux (12).

- Incertidumbre en la estimación de costos:

“Independiente del cuidado que se tenga en realizar un buen presupuesto, es todavía una estimación realizada bajo condiciones de incertidumbre. Dado que los proyectos son únicos, los riesgos pueden estar presentes en todos los elementos del proyecto, por ejemplo, en su programación y sus costos” (12).

“Las razones para esta incertidumbre en el costo de un proyecto pueden ser muy variadas, las que pueden ir desde problemas en la escala de los precios, diferencias entre recursos necesarios y los proyectados, variaciones en las estimaciones del tiempo requerido para realizar una actividad, cambios en los requerimientos del proyecto, entre otras” (12).

En el desarrollo de estimación de costos del proyecto es necesario identificar los riesgos críticos, y este se identifica con el apoyo del principio de la ley de Pareto, según esta ley menciona que existen pocos elementos importantes a estudiar y muchos insignificantes, apoyando de esta manera a reducir la cantidad de elementos a evaluar y analizar con mayor detalle.

“En general, el manejo del riesgo incluye tres áreas: identificación del riesgo, análisis del riesgo y respuesta al riesgo. La identificación del riesgo consiste el estudio de todas las posibles fuentes de riesgos en el proyecto. La esencia del análisis del riesgo está en establecer los resultados de una decisión como una distribución probabilística y usarla para evaluar el impacto de ciertas decisiones. La respuesta al riesgo normalmente involucra una decisión acerca de cuáles riesgos hay que prepararse, cuales hay que ignorar, y cuales hay que dejarlo como potenciales” (12).

Luego de identificar los riesgos críticos se debe de evaluarlos, para ello existen muchos métodos para realizarlos como el método tradicional de la experiencia, acompañado con programas computacionales y la utilización de eventos discretos.

Como resultado de la evaluación de riesgos críticos y la implementación de una estrategia de cómo manejarlos permitirá costos de proyectos más próximos a los costos reales, siendo más exactos y con mayor garantía en la estimación de costos.

2.2.4. Causas de sobrecostos, retrasos y diferencias de calidad en proyectos de construcción

Para que los proyectos de construcción tengan buenos resultados en el cumplimiento del costo, plazo y calidad contractual deben de estar vinculados y comprometidos con la gestión del equipo de proyecto, suministro de materiales, medio ambiente, gestión de equipos y metodología de trabajo. Estos últimos juegan un rol importante en el cumplimiento de objetivos y metas programadas durante el desarrollo y ejecución de un proyecto de construcción, debido que permiten disminuir y en algún caso hasta anular los impactos negativos que generen en el cumplimiento de las líneas base de costo, tiempo y calidad de los proyectos de construcción.

Los retrasos, sobrecostos y deficiencias de calidad son problemas comunes y con mayor frecuencia durante la ejecución de proyectos de construcción, todos ellos convirtiéndose al final en mayores costos y pérdidas económicas para el proyecto. Es por ello la importancia de identificar y conocer los factores más significativos que podrían generar impactos negativos en el costo contractual de un proyecto.

El estudio realizado por Kaliba (4), en Malasia, se enfocó en la situación momentánea de la industria de la construcción para identificar los principales parámetros que afectan el desempeño de proyectos de construcción que se encuentran en el mismo rubro. Es por ello que detalla en su investigación las causas más incidentes en los lineamientos bases afectadas e impactadas con mayor frecuencia en proyectos de construcción, los cuales son el costo, tiempo, calidad y alcance del proyecto. Estas causas son los que generan las deficiencias en la gestión de proyectos de construcción en general.

A continuación, son mostrados, en la figura 42, figura 43 y figura 44, las causas más frecuentes que impactan negativamente en el costo, tiempo y calidad respectivamente.



Figura 42. Causas más frecuentes y severas que influyen en sobrecostos de proyectos de construcción.

Fuente: compilación propia en función de lo propuesto por Kaliba (4).

En la figura anterior se observa las principales causas que influyen en los sobrecostos de proyectos de construcción, de los cuales es posible resaltar las órdenes de cambio y/o cambios en el alcance inicial u ofertado en proyectos, y las ampliaciones de plazo que generan mayores gastos generales y posteriormente mayores costos indirectos en el proyecto que se estaría ejecutando.



Figura 43. Causas más frecuentes y severas que dan origen a retrasos en proyectos de construcción.

Fuente: compilación propia en función de lo propuesto por Kaliba (4).

En la figura 43 se observa las principales causas que dan origen a retrasos en proyectos de construcción, de los cuales es posible resaltar los órdenes de cambio y/o cambios en el alcance inicial u ofertado en proyectos, cambios de ingeniería y criterios técnicos, debido a mayor empleo de trabajo y la adición de adicionales. Por otro lado, las malas condiciones climáticas generalmente paralizan los trabajos y/o frentes de trabajo por un tiempo que se desconoce, ya que las condiciones climáticas son impredecibles.



Figura 44. Causas más frecuentes y severas que originan deficiencias en la calidad de proyectos de construcción.

Fuente: compilación propia en función de lo propuesto por Kaliba (4).

En la figura 44 se observa las principales causas que originan deficiencias en la calidad de proyectos de construcción, de los cuales se resalta la inadecuada supervisión tanto del contratista como también del cliente, incompetencia y falta de capacidad para ejecutar el trabajo encomendado y la falta de comunicación entre las partes involucradas: El cliente, el consultor y el contratista. Es importante tener en cuenta las causas que se describen en la figura 43 para evitar las deficiencias en la calidad.

Luego de haber mostrado las figuras 42, 43 y 44, se concluyó que las causas más significativas y de mayor frecuencia se encuentran condicionados por el entorno, zona o ambiente de trabajo en la que se ejecuta la obra, es por ello que puede diferir una sobre otra. Por ejemplo,

en algunos proyectos de construcción se considera que las inclemencias del clima y la mala gestión de contratos son los principales causantes de la generación de sobrecostos, utilizando mayor cantidad de horas hombres de lo proyectado, mientras que en otros proyectos se considera los órdenes de cambio y los cambios de ingeniería. De igual forma sucede en las causas de retrasos, puesto que son limitados y condicionados de acuerdo al entorno de trabajo en la que se ejecuta un proyecto, pudiendo mencionar que en la mayoría de casos es producto de órdenes de cambio, problemas técnicos e ingeniería por parte del cliente, a la larga impactando en la generación de sobrecostos del proyecto. Por último, en las deficiencias de la calidad en proyectos de construcción son debidos a la mala supervisión que pudiera haber tanto del cliente como también de la empresa contratista y la falta de capacidad en la ejecución de la obra por parte del contratista.

Tabla 06. *Resultado de estudio de causas de retrasos.*

Factor Description	RII	Rank
Change orders	4.265	1
Lack of capability of client representative	4.191	2
Slow decision making by client	4.182	3
Lack of experience of client of construction	4.135	4
Poor site management and supervision	4.130	5
Incompetent Project team	4.110	6
Inflation Prices fluctuation	4.075	7
Inaccurate time estimating	4.042	8
Late delivery of materials	4.025	9
Improper Project planning / scheduling	4.022	10
Inaccurate cost estimating	4.020	11
High interest rate	3.995	12
Client's financial difficulties	3.987	13
Unreasonable constraint to client	3.982	14
Inappropriate construction methods	3.950	15

Fuente: Compilación propia según lo propuesto por Motaleb y Kishk.

En la tabla 06 muestra los resultados de la investigación realizadas por Motaleb y Kishk sobre las principales causas de retrasos más incidentes en proyectos de construcción en UAE, ordenados de acuerdo al índice de importancia relativa (RII), calculados de acuerdo a parámetros subjetivos

por cada causa. En donde se concluye que los mayores impactos son por órdenes de cambio, falta de capacidad y la demora en la respuesta por parte del cliente.

2.2.5. Factores que influyen a la línea base de costos en proyectos de construcción

El incremento de los costos en proyectos de construcción se define como la pérdida de productividad en la ejecución de una obra, debido a un cambio de las condiciones iniciales, recursos o procesos, estimados o planificados inicialmente por la constructora. El incremento de costos en proyectos de construcción se ve afectada por muchos factores que alteran la eficiencia en el desarrollo del trabajo, entre las más importantes son órdenes de cambio en el proyecto, interferencias, demoras o retrasos, paralizaciones de frentes de trabajo por huelgas o climas severos, aceleraciones y alteraciones en la secuencia constructiva de actividades. Todos estos factores generan un aumento en los costos asociados de la obra o proyecto que se construye. Los factores o eventos más comunes en obras de construcción que pueden causar el incremento de costos, son los siguientes (23).

- Órdenes de cambio: un cambio es una modificación en el alcance original del trabajo, plazo del contrato, o el costo de la obra. Una orden de cambio es una formalización de un cambio de proyecto solicitado por el cliente en una obra de construcción. Los cambios y las órdenes de cambio son una parte normal del proceso de construcción. Habitualmente las órdenes de cambio modifican el costo del contrato de construcción porque estos aumentan, eliminan o cambian el trabajo a realizar. Los cambios a menudo causan conflictos entre propietarios y contratistas sobre el costo del cambio. En general, se reconoce que los cambios realizados durante la ejecución de la obra son más caros que si el mismo trabajo hubiera sido llevado a cabo en el marco del contrato original. Los cambios pueden surgir de una variedad de causas, por ejemplo:

- Planos y especificaciones defectuosos.
- Cambios en el alcance generados por los cambios del usuario.
- Diferentes alteraciones en el lugar.
- Retrasos en el cronograma.
- Ingeniería de valor.
- Sustituciones.
- Diseño incompleto.

Usualmente, un contrato de construcción, dentro de sus cláusulas define la responsabilidad que cada parte contratante tiene con la otra, el alcance del trabajo, el plazo y el costo. Una modificación solicitada por el cliente es analizada y presupuestada por el contratista, el cual presenta una Nota de Cambio con la valorización y las condiciones requeridas para su realización, Una vez aprobada por el cliente se transforma en una Orden de Cambio, y sólo a partir de este instante el contratista está facultado para comenzar su ejecución. A pesar de que las partes hayan incluido en el contrato un procedimiento formal de efectuar los cambios de proyecto, es normal que muchos de estos cambios comiencen su ejecución mientras las partes aún discuten sobre la validez del cambio reclamado por el contratista, aduciendo el cliente que lo reclamado forma parte del alcance del proyecto y por lo tanto no corresponde su pago, o por el excesivo costo de tales cambios. Por lo tanto, las órdenes de cambio tienen el potencial de llegar a ser costosas y difíciles y pueden ser un verdadero obstáculo para el progreso de la obra de construcción.

- Ausentismo laboral: cuando un equipo de trabajo alcanza su nivel más alto de productividad la ausencia de cualquiera de sus miembros puede impactar el rendimiento alcanzado, ya que normalmente el equipo no podrá lograr la misma tasa de producción con menos recursos, incluso con otra persona de reemplazo que tenga el mismo nivel de habilidad y experiencia que el miembro ausente del equipo.
- Aceleración de la construcción: cuando la obra se encuentra retrasada respecto del cronograma línea base, el contratista necesita acelerar el

avance de la obra para poder cumplir con los plazos comprometidos. Al realizar una aceleración de un proyecto da lugar a la utilización obligatoria de horas extras, la adición de un segundo turno, o la adición de más mano de obra más allá de la que se puede ser gestionada o coordinada efectivamente, todo ello a la larga genera incremento de los costos previstos inicialmente.

- Disponibilidad de mano de obra especializada: es necesario que el contratista presente mano de obra calificada durante la ejecución del proyecto, esto permitirá que el contratista sea productivo en la ejecución de las actividades programadas. En el caso de utilizar mano de obra menos calificada o en el peor de los casos mano de obra no calificada, es probable que el costo final del proyecto se vea afectado.
- Competencia por mano de obra especializada: si uno o más proyectos cercanos que requieren mano de obra similar comienzan simultáneamente, se generará una competencia por contar con el personal requerido, lo que podría afectar negativamente la productividad. Situaciones como incentivos financieros, cambios en las reglas de trabajo, entre otras, pueden generar el comienzo de una serie de repentinos cambios de obra de los trabajadores, lo que generaría una menor productividad y mayores costos para la primera constructora que los contrató. Además, se corre el riesgo de que la mano de obra de reemplazo pueda ser más costosa y/o menos calificada.
- Dilución de supervisión: cuando los equipos o grupos de trabajo se dividen para lograr realizar el trabajo programado, y cuando este último ha cambiado varias veces de ubicación, y más aún cuando el trabajo se cambia o reordena constantemente, la supervisión en terreno no puede realizar eficazmente su tarea principal que es verificar que los equipos trabajen de forma productiva, debido a que los supervisores o capataces terminan gastando más tiempo en planificación y replanificación que en la supervisión en terreno. Además, es probable que los costos incrementen por tiempos muertos

debido a que las herramientas, materiales y equipos no logran estar en el lugar correcto y en el momento adecuado.

- Exceso de horas extras: numerosos estudios durante muchos años han documentado consistentemente el hecho de que la productividad normalmente disminuye a medida que aumenta el trabajo en horas extras. Las razones más comúnmente expuestas para este resultado incluyen fatiga, aumento del ausentismo, disminución de la moral, la reducción de la eficacia de supervisión, trabajos deficientes que deben ser rehechos, aumento de los accidentes, etc. mientras que las horas extraordinarias inicialmente generan un aumento de la producción, si se continúa durante un período prolongado, la productividad puede comenzar a disminuir por las razones expuestas anteriormente. Por lo tanto, las horas extraordinarias a largo plazo pueden provocar un aumento de los costos, debido que disminuye la productividad.
- Fallas de coordinación con proveedores y/o subcontratos: si el equipo de gestión del proyecto, sea por parte del contratista o por parte del cliente no puedan disponer de los subcontratistas, los materiales o equipos en el lugar y momento adecuado de acuerdo a lo programado, el avance de la obra se verá afectada debido a que los frentes de trabajo no tendrán los recursos necesarios para realizar su labor, provocando a la larga mayores sobrecostos.
- Relaciones laborales y administrativas: cuando hay problemas sindicales, problemas de relaciones laborales, condiciones de trabajo inseguras u otros problemas de seguridad, emisión errática de los permisos, fallas en el control del ingreso a la obra del personal, etc., la productividad del trabajo puede verse afectada negativamente, influyendo en el incremento de los costos del proyecto.
- Curva de aprendizaje: el fenómeno del aprendizaje ha sido comprobado empíricamente, y consiste en que cuando se produce algo, a medida que el número de ciclos o repeticiones aumenta, el tiempo o costo de repetición va disminuyendo. Este proceso trae

consigo un aumento de la productividad a medida que se va repitiendo la producción o la prestación de un servicio. Por lo tanto, al comienzo de cualquier proyecto de construcción, hay un tiempo de aprendizaje mientras las cuadrillas de trabajadores se familiarizan con el proyecto, su ubicación, las normas de calidad impuestas, etc. Esto es esperable y por lo general se incluye en los rendimientos del presupuesto. Sin embargo, si el trabajo del proyecto se detiene durante algún tiempo o los trabajadores son intercambiados de otras labores o despedidos, a continuación, cuando el trabajo recomience, la productividad alcanzada por el equipo de trabajo original se pierde y el nuevo equipo deberá pasar por una nueva curva de aprendizaje impactando negativamente en los costos del proyecto.

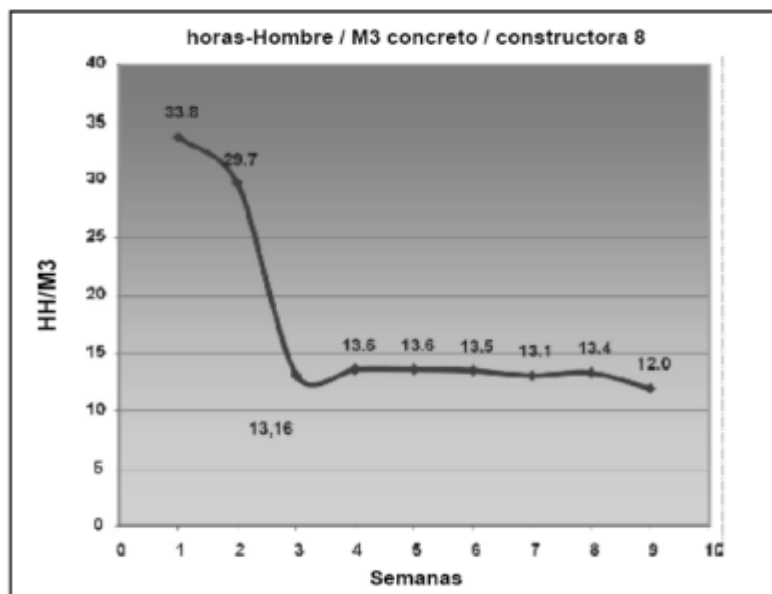


Figura 45. Curva de aprendizaje, variación del rendimiento de la colocación de hormigón (HH/m³) a través de semanas de aprendizaje de una cuadrilla de concreteiros.

Fuente: Botero.

- Escasez de materiales, herramientas y equipos: si los materiales, herramientas o equipos de construcción no están disponibles para el personal de la obra en el lugar y momento adecuado, el avance de la obra se verá afectado debido a que los frentes de trabajo no tendrán los recursos necesarios para realizar su labor, provocando a la larga

mayores sobrecostos. Del mismo modo, si se proporciona las herramientas o materiales equivocados o inadecuados en un número menor al necesario.

- Exceso de mano de obra: cuando un contratista se ve obligado a utilizar más personal de lo originalmente planificado y no ser capaz de gestionar con eficacia el trabajo con el personal de supervisión existente.
- Secuencias deficientes de trabajo: cuando el trabajo no se realiza en un orden lógico es muy probable que se desarrollen partidas en forma simultáneas que se obstaculicen entre sí, o que se generen tiempos de espera entre actividades consecutivas.
- Errores y trabajos rehechos: las reparaciones o en los casos más extremos, el desarme o demolición de los trabajos mal ejecutados generan gastos de tiempo y recursos (mano de obra, materiales, etc.) no contemplados en el presupuesto.
- Baja moral de la mano de obra: cuando un trabajo es constantemente modificado, demolido, rehecho, etc., se produce una desmotivación en los trabajadores.
- Modificaciones o cambios de proyecto (efecto onda): todos los proyectos se encuentran con algún cambio durante la construcción. Algunos autores creen que es normal que los cambios generen un aumento de los costos del proyecto entre un 5 % a un 10 %. Sin embargo, el surgimiento de cambios mayores, más allá de lo previsto, en magnitud o cantidad, o de múltiples cambios, el impacto de los cambios en el resto de los trabajos que no sufrieron cambios, o el impacto acumulativo de los cambios, son factores que impactan en el incremento de los costos. Además, la necesidad de demoler y rehacer trabajos ya ejecutados, los retrasos que generan los cambios y la necesidad de volver a planificar y programar los trabajos, también puede hacer que la productividad disminuya.

- Errores e indefiniciones de proyecto: cuando los planos o especificaciones del proyecto de construcción están errados, son ambiguos, poco claros, etc. Como consecuencia impactan en la variación de los costos del proyecto en ejecución, debido a que reduce el ritmo de trabajo o en el peor de los casos se paraliza las labores mientras esperan instrucciones claras.
- Consultas inoportunas: cuando el cliente, inspección técnica, ingeniería, arquitectos o los demás proyectistas, no responden las consultas o solicitudes de aclaración en forma oportuna o el contratista no realiza las consultas a tiempo a la inspección técnica.
- Gestión deficiente por parte del cliente: retraso en la entrega del terreno para que el contratista pueda dar inicio a las obras, información incompleta o retrasos en la información, retrasos en las respuestas a los requerimientos de información o RDI emitidos por la Constructora, problemas con tramitaciones y permisos de responsabilidad del cliente, falta de coordinación entre el cliente, los proyectistas y la Inspección Técnica, son los problemas más comunes que se presentan en el desarrollo de una obra asociados a una deficiente gestión por parte del cliente, los cuales normalmente al final terminan por afectar el costo del proyecto.
- Aceleración de la construcción: cuando el cliente solicita al Contratista que acelere el ritmo de la construcción con el objetivo de terminar anticipadamente el proyecto. Dentro de las opciones generalmente utilizadas en la aceleración de obra son los periodos prolongados de horas extras, la adición de un segundo turno, integración de mano de obra hasta la saturación de terreno. Pero estas medidas generan mayores costos en el proyecto, debido que el costo de las HH de horas extras y/o de turno noche son mayores en comparación al costo normal del HH.
- Clima adverso o inusualmente severo: algunos días con clima adverso son esperables en cada proyecto de construcción. Pero encontrarse

inesperadamente con tiempos severos de mal clima con mucha frecuencia, no considerados en la programación, afecta inevitablemente a la generación de mayores costos en el proyecto debido a los tiempos muertos en los frentes de trabajo (*stand by* de frentes de trabajo). (ej.: rellenos de tierra u operaciones de compactación de terreno, etc.).

- Situaciones de fuerza mayor: de conformidad con lo dispuesto en el artículo 45 del Código Civil, se llama fuerza mayor o caso fortuito el imprevisto a que no es posible resistir como un naufragio, un terremoto, los actos de autoridad ejercidos por funcionarios públicos, etc. De esta manera, el caso fortuito o fuerza mayor debe ser inimputable, vale decir, que provenga de una causa enteramente ajena a la voluntad de las partes; imprevisible, esto es, que no se haya podido prever dentro de los cálculos ordinarios y corrientes; e irresistible, es decir, que no se haya podido evitar, ni aun en el evento de oponerse las defensas idóneas para lograr tal objetivo. Por lo tanto, Terremotos, inundaciones, maremotos, por ejemplo, son eventos imprevisibles que pueden causar daños a la obra, pérdida de materiales, equipos, paralizaciones temporales, ausentismo laboral, situaciones que evidentemente producen una disminución de la productividad.

2.3. Definición de términos básicos

- Alcance: el alcance puede referirse al alcance del producto (las características y funciones de un producto, servicio o resultado), o al alcance del proyecto (el trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas). A través de un continuo, los ciclos de vida del proyecto abarcan desde predictivos hasta adaptativos o ágiles. En un ciclo de vida que usa un enfoque predictivo, los entregables del proyecto se definen al comienzo del mismo y cualquier cambio en el alcance es gestionado en forma progresiva. En un enfoque adaptativo o ágil, los entregables son desarrollados a través de múltiples iteraciones, donde se define un alcance detallado y es aprobado para cada iteración cuando ésta comienza (24).

- Clima: es la agrupación de fenómenos meteorológicos (temperatura humedad, presión atmosférica, precipitaciones y vientos) que caracterizan el estado medio de la atmósfera, en un lugar determinado de la superficie de la Tierra, basado en observaciones prolongadas (26).
- Costo: es todo gasto económico de los recursos necesarios para completar las actividades de un proyecto de construcción (24). Se define como la sumatoria de los costos directos y los costos indirectos de una obra de construcción. En cuanto a los costos directos son aquellos gastos que se pueden aplicar a una partida determinada (costos de materiales, mano de obra, equipos y herramientas), mientras que los costos indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra y/o proyecto de construcción (22).
- Factor: la palabra factor es el objeto de diversas interpretaciones. Desde la perspectiva del modelo se trata de abstracciones que mediante presupuestos no dados o mediante la varianza de error debe de restringirse aún como constructos descriptivos. El factor es la fuerza o condición que coopera con otras fuerzas o condiciones para producir una situación o resultado determinado. Elemento, circunstancia, influencia, que contribuye a producir un resultado (26).
- Línea base de costos: la línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto del proyecto con fases de tiempo, excluida cualquier reserva de gestión, la cual sólo puede cambiarse a través de procedimientos formales de control de cambios. Se utiliza como base de comparación con los resultados reales. La línea base de costos se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades del cronograma (24).
- Orden de cambio: la orden de cambio es un instrumento escrito preparado y firmado por el Contratista y el cliente donde expresan su aceptación de un cambio del trabajo, del costo y de la ampliación del tiempo (si es que se requiere). Estas órdenes de cambio se producen cuando ya existe un contrato. Las órdenes de cambio tienen el potencial de llegar a ser costosas y difíciles. Los tipos más comunes de órdenes de cambios son cuando el cliente añade algo al trabajo existente (cambio en el alcance), cuando el contratista se encuentra con un problema que no era previsible (condiciones imprevistas) y cuando los planos y diseños no reflejan con exactitud la realidad el proyecto de construcción (errores por profesionales y omisiones) (27).

- **Procura:** la Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto. La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos de gestión y de control requeridos para desarrollar y administrar acuerdos tales como contratos, órdenes de compra, memorandos de acuerdo (MOAs) o acuerdos de nivel de servicio (SLAs) internos. El personal autorizado para adquirir los bienes y/o servicios requeridos para el proyecto puede incluir miembros del equipo del proyecto, la gerencia o parte del departamento de compras de la organización, si corresponde (24).
- **Proyecto:** el término proyecto es el “pensamiento de hacer algo, el cual puede realizarse en apuntes, bosquejos, croquis, esbozo, esquema, maqueta, etc.”. Además, es “un esfuerzo temporal emprendido para crear un producto o un servicio. Así el resultado final buscado puede diferir con la misión de la organización que la emprende, ya que el proyecto tiene determinado específicamente un plazo y el esfuerzo es temporal” (24). Es todo proyecto que tiene como propósito fundamental crear condiciones facilitadoras, inductoras o impulsoras para el desarrollo económico. El producto del proyecto sirve de instrumento para que las comunidades y los agentes económicos desencadenen actividades productivas que mejoren sus ingresos y condiciones de vida, y propicien efectos económicos hacia otros grupos sociales. Por ejemplo, carreteras, centrales eléctricas, distritos de riego, sistemas de comunicación, servicios públicos, servicios privados, construcciones en unidades mineras, etc. Es por ello que los proyectos tienen como fin de responder a las necesidades y aspiraciones de la gente y los clientes. Por lo general se puede encontrar proyectos de infraestructura social o económica. Los de infraestructura social están dirigidos a atender necesidades básicas en la población, mientras los proyectos de infraestructura se caracterizan por ser proyectos que proporcionan a la actividad económica ciertos insumos, bienes o servicios de utilidad general (25).
- **RFI - Request for information:** es una Solicitud de Información (RFI), el que establece durante las etapas del Proyecto un formato escrito, en donde se especifica la necesidad de información técnica adicional y documenta la Pregunta / Respuesta por escrito. Mediante este procedimiento, se obtiene un método registrable, trazable y confiable de modo que se puedan hacer

preguntas técnicas y/o solicitar cambios de diseño en campo y recibir respuestas del departamento de Ingeniería o Construcción aprobadas para la construcción. El RFI se genera cada vez que el contratista necesite consultar información técnica adicional para completar el alcance del trabajo de construcción del proyecto.

- Trabajo adicional: son prestaciones adicionales aquellas entregas de obras que no estaban originalmente contempladas en el contrato inicial o en la propuesta presentada. Estas prestaciones pueden darse por diversas causas durante la ejecución contractual. Las prestaciones adicionales se aprueban únicamente si son indispensables para alcanzar la finalidad del contrato.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, tipo y nivel de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

El método que se utilizó para el presente proyecto de investigación fue el método científico, el cual se tomó como referencia de estudio un proyecto construido en la Minera Chinalco S.A., para ello se tuvo toda la información necesaria para la obtención de resultados requeridos, los cuales fueron fundamentales para el análisis de los mismos y obtención de resultados, y de esta manera nos permitió determinar los tres principales factores más incidentes que afectaron al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto en estudio.

3.1.2. Tipo de la investigación

La investigación en estudio presenta un tipo de investigación aplicada, ya que la información fue contrastada con los diferentes casos reales suscitados (información existente) en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado y construido dicho proyecto durante el periodo 2018.

3.1.3. Nivel de la investigación

El nivel de investigación es descriptivo, ya que su interés se centró en describir de qué manera la variable independiente (factores internos y externos al proyecto) afecta en la variable dependiente (línea base de costo).

3.2. Diseño de la investigación

En el estudio de investigación se puede observar que existe una relación de variable dependiente en relación de la variable independiente, en este estudio no se puede manipular la variable independiente, por tal motivo el estudio fue un diseño no experimental.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Para el caso del desarrollo de la presente investigación se tuvo como población todos los proyectos construidos en el período 2018 en la Unidad Minera Chinalco S.A.

3.3.2. Muestra

En el caso de nuestro proyecto en estudio se tuvo como muestra la construcción del proyecto minero MPD003 Tailing Pipeline Relocation, el cual se analizó a detalle y con minuciosidad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó en el presente trabajo de investigación fue las técnicas lógicas (inducción, deducción, análisis, síntesis) y técnicas estadísticas

(descriptivas o inferenciales) que fueron empleados para el estudio y análisis de datos, contenidos e informaciones obtenidos antes, durante y después de la ejecución del proyecto de construcción MPD003 Tailing Pipeline Relocation. El instrumento fue el cotejo de la información y datos (base) obtenidos luego de su finalización del proyecto de construcción en estudio. La aplicación de esta técnica e instrumento se fundamentó en analizar tres factores más incidentes que influyen en el cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la investigación

a) Presentación de información del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation:

- Aspectos generales:

El nombre del proyecto es MPD003 Tailing Pipeline Relocation (en español “Reubicación de Tuberías de Relave”); dicha tubería fue de 34” de diámetro y el tipo de material fue de acero al carbono (carbon steel). Fue construido para la Minera Chinalco Perú S.A. en el período 2018; dicho proyecto fue necesario construirlo ya que la tubería necesitaba ser reubicada, debido a que era una interferencia para la construcción de la Etapa 3B. La opción más conveniente fue la reubicación de la tubería de relaves al oeste de la cantera de la presa. Los lineamientos de ingeniería del proyecto fueron conformados en líneas generales por (según contrato):

- Montaje de tuberías provisionales en el tie-in 001.
- Ejecución de tie-ins con spools temporales.
- Montaje de nuevas tuberías, venteos y componentes de la estación disipadora.
- Instalación de componentes definitivos en zonas de tie-ins.
- Instalación de soportes de tubería.

- Ejecución de movimientos de tierra para cruces de caminos, caminos nuevos proyectados, canaletas de drenaje, pozas de contención, estación disipadora y ampliación de caminos existentes.
- Ejecución de obras de concreto para canaletas de drenaje, bloques de anclaje y soportes.
- Ejecución de obras de concreto para estación disipadora.
- Ejecución de nuevas plataformas y soportes especiales metálicos.

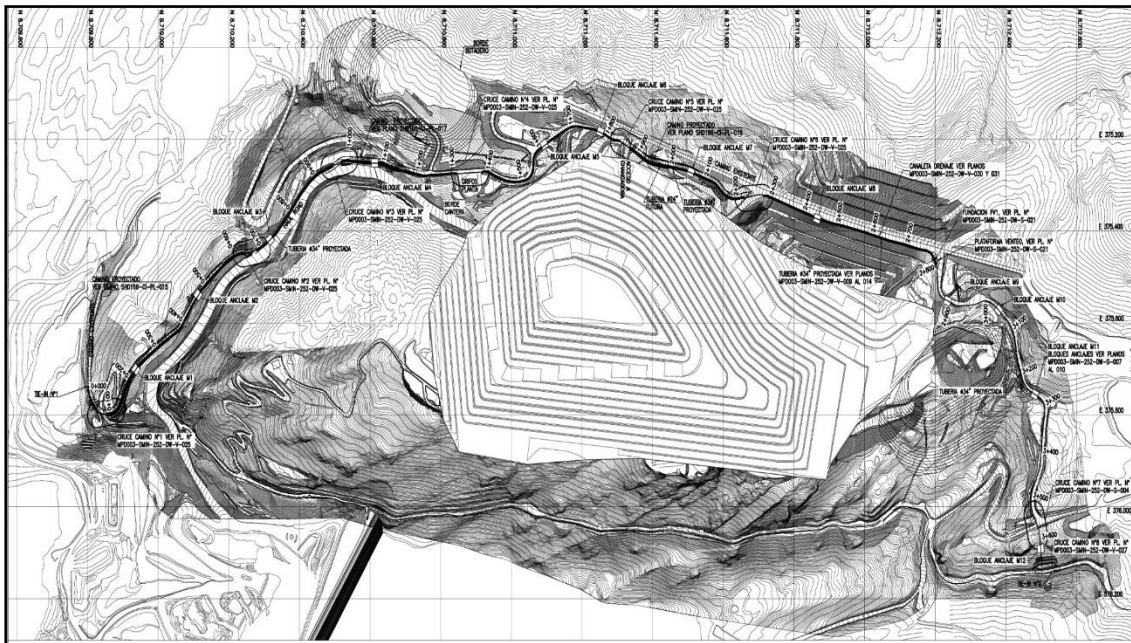


Figura 46. Plano de disposición general de obras del proyecto MPD003 - vista en planta.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

En el plano anterior muestra la disposición general de obras del proyecto en estudio (vista en planta), el cual comprendió la reubicación del recorrido de la tubería de 34 pulgadas de tipo API 5L X52, PLS2, SMLS de acero al carbono, la construcción de bloques de anclaje, ejecución de movimientos de tierras de cruces de camino, caminos proyectados, estación disipadora, plataforma de venteo, canaletas de drenaje, etc. Estos trabajos formaron parte del alcance inicial del proyecto.

- Plazo de ejecución del proyecto:

El plazo de ejecución del proyecto ofertado fue de 99 días calendario. El inicio del proyecto fue con la adjudicación del contrato, el cual fue realizado el día martes 09 de enero del 2018, y como finalización del proyecto fue proyectada para el día martes 17 de abril del 2018. Estas fechas descritas anteriormente fueron consideradas como fechas base del proyecto, como tal se encontraban descritas en el contrato suscrito entre las partes (el cliente y la empresa contratista). Por otro lado, el inicio del proyecto como construcción empezó el 28 de enero del 2018 (tal como fue previsto contractualmente) y finalizó el 12 de junio del 2018.

- Modalidad de contratación

Siendo el proyecto en estudio como una obra privada, la modalidad de contratación establecida para el mismo según contrato fue a precios unitarios, tanto para la ejecución de obras civiles, como también para los trabajos de tendido de tuberías de 34 pulgadas de acero al carbono, la instalación de tie-ins temporales y definitivos y la construcción de la estación disipadora.

- Presupuesto del proyecto:

El presupuesto base del proyecto al momento de la adjudicación del contrato fue ofertado por S/ 27 045 339.90. Es importante mencionar que la línea base de costo del proyecto se consideró sin incluir el IGV del presupuesto del proyecto, por ende, dicha línea base de costo del proyecto fue de S/ 22 919 779.58. A partir de éste último se midió los incrementos o disminuciones de costos ocasionados por los tres factores que se describen más adelante. A continuación, se muestra el resumen del presupuesto del proyecto. El detalle del presupuesto se expone complementariamente en los anexos.

ITEM	DESCRIPCION	IMPORTE TOTAL EN S/.
1.0	TRABAJOS PRELIMINARES Y FINALES	945,661.96
1.1	Movilización	199,210.00
1.2	Desmovilización	199,210.00
1.3	Instalaciones provisionales para la obra	246,340.46
1.4	Trazo y replanteo durante la obra	219,473.70
1.5	Agua para la construcción	13,085.14
1.6	Energía eléctrica para la construcción	68,342.66
2.0	TUBERÍAS	7,974,509.58
2.1	Montaje de tubería provisional	177,253.00
2.2	Ejecución de Tie - Ins - Spools temporales	89,232.22
2.3	Montaje de tubería y nuevos componentes	7,375,774.02
2.4	Instalación de componentes definitivos en zonas de Tie - Ins	175,150.34
2.5	Soportes de tuberías	157,100.00
3.0	OBRAS CIVILES	8,408,186.91
3.1	Cruces de caminos	1,182,188.75
3.2	Caminos nuevos proyectados	2,486,344.00
3.3	Canaleta de drenaje	1,172,591.95
3.4	Estación disipadora	949,531.48
3.5	Ampliación de caminos existentes	1,098,982.50
3.6	Muro de contención en estación disipadora	757,565.23
3.7	Plataformas y soportes especiales	474,357.20
3.8	Pozas de contención	286,625.80
4.0	SUB-TOTAL COSTO DIRECTO CONSTRUCCIÓN	16,382,696.49
5.0	TOTAL COSTO DIRECTO (1 + 4)	17,328,358.45
	Gastos generales	4,260,440.34
	Utilidad	1,330,980.79
6.0	TOTAL COSTO INDIRECTO (GASTOS GENERALES Y UTILIDAD)	5,591,421.13
7.0	TOTAL DE COSTO (5 + 6)	22,919,779.58
	IGV (18%)	4,125,560.32
8.0	TOTAL DE PRESUPUESTO	27,045,339.90

Figura 47. Resumen del presupuesto del proyecto.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

- Resumen del alcance del proyecto:

Para tener mayores facilidades en el desarrollo del proyecto se ha dividido convenientemente en cuatro frentes de trabajo, a continuación, se describen las actividades contractuales de cada uno de dichos frentes.

- Frente 1 (estación disipadora y puntos descarga): se incluyeron trabajos de movimiento de tierras y de fundaciones (excavación masivo y eliminación, relleno estructural y carguío y transporte de material excedente), obras civiles y mecánicas (encofrado y desencofrado, suministro y colocación de aceros de refuerzo, colocación de concreto, suministro y colocación de insertos para pasada de tubería, suministro y montaje de pernos de anclaje, juntas de dilatación en radier, colocación de pintura bituminosa en estructuras de concreto en contacto con el terreno, suministro y colocación de barbacanas de drenaje en muros de contención, montaje de estructura metálica en estación disipadora, venteo y puntos de descarga y colocación de grout de nivelación.
- Frente 2 (movimiento de tierras de caminos): se incluyó trabajos de movimiento de tierras y de fundaciones (excavación masiva en roca y material común, eliminación, relleno estructural y carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero.
- Frente 3 (cruce de caminos N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y pozas de contención y geomembranas): se realizaron trabajo de movimiento de tierras (excavación en zanja para tubería - material rocoso, relleno de cama de apoyo y con material seleccionado y con material común, carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero), Instalación de tuberías de acero 12" STD, suministro y colocación de geomembranas 1.5 mm, suministro e instalación de tubería de 24" HDPE, excavación para tendido de tubería HDPE.
- Frente 4 (canaleta de drenaje, bloques de anclaje y tubería): se consideró trabajos de movimiento de tierras (excavación de zanja para canaleta, excavación estructural, excavación localizada en roca, eliminación, relleno estructural con material de préstamo y carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero), obras civiles (encofrado y desencofrado, suministro y colocación de aceros de refuerzo, colocación de concreto, suministro y colocación de

camisas de anclaje de tuberías en bloques de anclaje y colocación de inserto de HDPE de 12" SDR 26 para drenaje en bloques de anclaje) y obras mecánicas (montaje de tubería 34" API 5L 52 m, PLS2, SMLS, esp.= 0.75" (incluye montaje de bridas y empaquetaduras en el tie-in 001), ejecución de tie-ins - spools temporales, montaje de tubería y nuevos componentes, instalación de componentes definitivos en zonas de tie-ins, soportes de tuberías

- Hitos del proyecto:

Los hitos de un proyecto son aquellas actividades que tienen como tiempo de duración igual a cero, pero son muy importantes en un proyecto porque son puntos de quiebre inamovibles que representan a un logro obtenido. En el caso del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation se tuvieron como hitos contractuales los siguientes:

Tabla 07. *Actividades definidas como hitos contractuales.*

Ítem	Descripción	Fecha
7.a	Adjudicación de contrato.	09-Ene-2018
7.b	Entrega de terreno.	10-Ene-2018
7.c	Inicio de obra.	28-Ene-2018
7.d	Parada de planta para tie-ins temporales.	28-Feb-2018
7.e	Tie-in definitivo.	17-Abr-2018
7.f	Fin de obra.	17-Abr-2018

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Por otro lado, la procura fue una responsabilidad que tuvieron tanto el cliente como la empresa contratista, ya que para el cliente la procura comprendió el suministro de materiales estratégicos y la entrega o liberación de áreas de trabajo, en éste último se menciona como ejemplo: la Entrega de área 1+400 a 1+800 (para construcción de cruce camino N° 05, bloques de anclaje y montaje de tuberías), la entrega de cantera de arena (para construcción de cruces de camino) y la autorización para intervenir la fundación W1. En tanto, para la empresa contratista la procura fue solamente el suministro de materiales.

A continuación, la tabla 08 muestra un listado detallado con sus respectivas fechas contractuales de la procura, bajo la responsabilidad por parte del cliente y la empresa contratista.

Tabla 08. *Procuras del cliente y la empresa contratista.*

Ítem	Descripción	Fecha
Procura del cliente		
8.a	Suministro de tubería de 34" API 5L de 0.75" y 0.625" Steel Pipe en obra.	23-Ene-2018
8.b	Suministro de tuberías CS 12" en obra.	31-Ene-2018
8.c	Suministro de válvula cuchillo en obra.	15-Feb-2018
8.d	Suministro de bridas ciegas en obra.	20-Feb-2018
8.e	Suministro de spools y accesorios para tie-ins temporales.	22-Feb-2018
8.f	Suministro de venteos en obra.	28-Feb-2018
8.g	Suministro de accesorios para Poza de Disipación en obra.	14-Mar-2018
8.h	Suministro de Disipadores en obra.	23-Mar-2018
8.i	Suministro de spools y accesorios para tie-ins definitivos.	24-Mar-2018
8.j	Entrega de área 1+400 a 1+800.	10-Feb-2018
8.k	Entrega de cantera de arena.	28-Feb-2018
8.l	Autorización para intervenir la fundación W1.	18-Mar-2018
Procura del contratista		
8.m	Suministro de geomembrana.	07-Feb-2018
8.n	Suministros de estructuras metálicas.	22-Feb-2018

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Los hitos definidos en las tablas 07 y 08 fueron parte de los compromisos contractuales aceptados por ambas partes, tanto por la empresa contratista y el cliente para ser cumplidos en las fechas establecidas para no afectar en el cronograma de línea base del proyecto, y como tal evitar impactos negativos que estos puedan generar en el cumplimiento del plazo de ejecución y el presupuesto del proyecto.

b) Factores influyentes en el cumplimiento de la línea base de costo:

Se analizaron los factores más influyentes en el cumplimiento de la línea base de costo en el proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation los cuales son: el alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos. A continuación, se detallan y se muestran los resultados en cada uno de ellos.

- Alcance de proyecto:
 - Variaciones de mayores y/o menores metrados de partidas contractuales:

De acuerdo a las actividades definidas y distribuidas en cada frente de trabajo del proyecto, se ha cuantificado la cantidad de HH (Horas Hombre) programadas y/o contractuales a partir de los metrados base ofertados en la licitación, y considerando los rendimientos de los APUs (Análisis de Precios Unitarios). De la misma forma se ha cuantificado las HH O.C. Final (Horas Hombre de Orden de Cambio Final) a partir de los metrados aprobados en dicha Orden de Cambio Final. Es necesario mencionar que la variación de mayores y menores metrados se ha realizado únicamente de acuerdo a las partidas contractuales. El resultado del análisis se detalla a continuación en la tabla 09.

Tabla 09. *Variación entre HH contractuales y HH de Orden de Cambio Final por frentes de trabajo del proyecto.*

Ítem	Frente Trabajo	Descripción	HH Contractuales	HH O.C. Final	Variación en %
10.a	Frente 1	Estación Disipadora y Puntos Descarga.	23 293.89	31 413.80	34.9 %
10.b	Frente 2	Movimiento de Tierras de Caminos.	17 212.12	12 031.21	-30.1 %
10.c	Frente 3	Cruce de Caminos y Pozas.	22 421.90	24 210.70	8.0 %
10.d	Frente 4	Bloques de Anclaje y Tuberías.	152 909.95	162 347.14	6.2 %
Totales			215 837.86	230 002.84	6.6 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

De la tabla 09 se resume que:

- Al finalizar el proyecto se obtuvo como resultado una totalidad de 230 002.84 HH utilizados, comparando esta cifra con las HH programadas (215 837.86 HH) existe un incremento del 6.6 %. Este porcentaje refleja mayores volúmenes de trabajo con una cantidad de 14 164.98 HH adicionales a lo previsto. Todos estos

resultados indican que el proyecto ha sido más complejo de lo previsto en la línea base ofertada de la licitación, y para ser cubierto la diferencia de demanda se utilizó mayores recursos de horas hombre.

- En el frente de trabajo 2, la utilización de horas hombre (HH) se disminuyeron en 30.1 % respecto a las HH programadas contractuales, siendo el único frente de trabajo que se utilizaron menos recursos (Horas Hombre) respecto a lo programado en la oferta del proyecto.
- En conclusión, hubo tres frentes de trabajo respecto de un total de cuatro frentes, donde se obtuvieron mayores metrados en las partidas contractuales ofertados inicialmente, y por consiguiente mayor utilización de recursos, todo ello se observa en la mayor cantidad de HH (Horas Hombre) utilizados en los frentes de trabajo 1, 3 y 4.

Por otro lado, se procedió a calcular las HH contractuales y HH O.C. Final por cada especialidad del proyecto, puesto que se han tenido dos especialidades más relevantes y predominantes en el desarrollo del proyecto, los cuales son: la especialidad de tuberías (parte mecánica) y la especialidad de obras civiles (parte civil). Los resultados se elaboraron para identificar la especialidad con mayor variación e incidencia debido a mayores o menores metrados de partidas contractuales. El resultado del análisis se detalla a continuación en la tabla 10.

Tabla 10. *HH contractuales y HH de orden de cambio final por especialidad del proyecto.*

Ítem	Especialidad	HH Contractuales	HH O.C. Final	Variación en %
11.a	Tuberías	127 431.58	122 825.25	-3.6%
11.b	Obras civiles	88 406.27	107 177.59	21.2%
Totales		215 837.86	230 002.84	6.6%

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

De la tabla 10 se resume que:

- La especialidad más afectada por los cambios de metrados contractuales fue la especialidad de obras civiles con un incremento del 21.2 % respecto al alcance inicial. Todo ello refleja que hubo mayor requerimiento de materiales, equipos y definitivamente horas hombre en la ejecución del proyecto, a excepción de las partidas de “excavación masiva” y “carguío y transporte de material excedente”, los cuales presentaron menores metrados respecto a lo previsto en el alcance contractual.
- La especialidad que tuvo poca variación del metrado contractual es la especialidad de tuberías (Parte mecánica del proyecto) con una disminución del 3.6 % respecto al alcance inicial. Esta variación nos permite afirmar que en la especialidad de tuberías existió mayor exactitud en sus metrados contractuales, además de ser en su mayoría metrados definidos en unidades y de forma global. Es por ello la poca variación que se observa en la tabla 10 en la especialidad de tuberías (parte mecánica del proyecto).

En los resultados de los dos cuadros anteriores se pudieron mostrar las variaciones HH programadas y/o contractuales de los frentes de trabajo establecidos para la ejecución del proyecto (04 frentes de trabajo) y de las especialidades del proyecto (02 especialidades). Se pudo definir que existen mayores metrados y también en algunos casos menores metrados contractuales, a partir de ello se realizó la tabla 11. Para identificar las incidencias y variaciones en las cantidades y volúmenes de metrados por partidas generales del proyecto. A continuación, se detalla la tabla 11.

Tabla 11. *Variación de volúmenes entre el alcance contractual y alcance de orden de cambio final por partidas generales del proyecto.*

Ítem	Descripción de Partida General	Unidad	Alcance Contractual	Alcance O.C. Final	Variación en %
12.a	Trabajos preliminares y finales	glb	1.00	1.10	10 %

12.b	Rellenos localizados	m ³	14.760.00	30 737.79	108.3 %
12.c	Instalación de componentes en estación disipadora	glb	1.00	1.00	0 %
12.d	Instalación de tie-Ins y venteo	und	29.00	29.00	0 %
12.e	Piping de acero	m	6 302.00	5 352.44	-15.1 %
12.f	Suministro y colocación de accesorios de tubería	kg	18 000.00	52 843.82	193.6 %
12.g	Suministro y colocación de acero de refuerzo fy = 4200 k/cm ²	kg	89 200.00	116 441.89	30.5 %
12.h	Montaje de estructuras	kg	33 600.00	37 280.78	11 %
12.i	Colocación de concreto	m ³	1 251.00	1 525.39	21.9 %
12.j	Colocación de grout	l	200.00	833.40	316.7 %
12.k	Colocación de geomembrana	m ²	4 000.00	4 063.32	1.6 %
12.l	Carguío y transporte de material excedente	m ³	390 370.00	286 197.48	-26.7 %
12.m	Excavación localizada	m ³	10 120.00	10 415.08	2.9 %
12.n	Excavación masiva	m ³	73 200.00	53 517.28	-26.9 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

De la tabla 11 se resume que:

- La partida general con mayor variación de cantidades de metrados fue el de colocación de grout, el cual presentó un incremento de 316.7 % respecto de la cantidad contractual del proyecto ofertado en la licitación.
- El suministro y colocación de accesorios de tubería presentó un incremento de 193.6 % respecto de la cantidad contractual del proyecto, convirtiéndose en la segunda partida general con mayor incremento de volumen de obra, por tanto, se requirió un incremento equivalente a 34 843.82 kg de accesorios de tubería, siendo una variación abismal. Estos resultados permiten aseverar que hubo mayores detalles en el suministro y su respectiva colocación de accesorios del piping. Todo ello generó el empleo de mayor mano de obra especializada y además de otros recursos.

- Los rellenos localizados se convirtieron en la tercera partida general con mayor incremento de volumen de obra, dicho incremento fue de 108.3 % respecto al alcance inicial del proyecto. Este porcentaje equivale a un incremento de 15 977.79 m³ de relleno localizado, es decir se utilizó un poco más del doble de cantidad de m³ calculados en el alcance contractual. De forma similar hubo un incremento de volumen en la partida excavación localizada.
- Contrariamente ocurrió en las partidas generales de carguío y transporte de material excedente y excavación masiva, donde hubo una disminución del 26.7 % y 26.9 % respecto a la cantidad inicial o contractual respectivamente. Estas variaciones de metrado son debido a que hubo algunas deficiencias en los cálculos de movimiento de tierras (alcance inicial del proyecto).
- Las partidas generales de instalación de componentes en estación disipadora e instalación de tie-ins y venteo presentaron una variación de cantidades de volúmenes de obra igual a 0 % en ambas partidas, es decir que no existió cambios de los metrados iniciales (alcance inicial del proyecto).

Por último, se procedió a calcular los montos o costos contractuales y los costos finales por cada partida contractual del proyecto, puesto que se agrupó en 14 partidas contractuales principales. Para calcular los costos contractuales, se consideró los metrados de cada partida contractual de acuerdo al alcance inicial ofertado en la licitación del proyecto, y los Análisis de Precios Unitarios (APUs) de cada una de ellas. De la misma forma se ha calculado los costos finales, a partir de los metrados aprobados en la Orden de Cambio Final y los análisis de precios unitarios contractuales (APUs), todo ello fue cobrado al cliente mediante estados de pago mensuales hasta finalizar la construcción del proyecto. Es necesario mencionar que la variación de mayores y menores metrados se ha realizado únicamente de acuerdo a las partidas contractuales.

Dichos costos que a continuación se muestra en la tabla 12, sólo presenta los costos directos de las partidas contractuales. Dichos costos directos, los gastos generales y la utilidad se detallan en los anexos.

Tabla 12. *Variación de costos entre el alcance contractual y el orden de cambio final por partidas contractuales.*

Ítem partida contractual	Descripción de Partida Contractual	Costo Contractual	Costo Final	Variación en %
1.0	Trabajos preliminares y finales	S/ 945 661.96	S/ 1 040 228.16	10 %
2.1	Montaje de tubería provisional	S/ 177 253.00	S/ 177 253.00	0 %
2.2	Ejecución de tie-ins - spools temporales	S/ 89 232.22	S/ 89 232.22	0 %
2.3	Montaje de tubería y nuevos componentes	S/ 7 375 774.02	S/ 6 557 043.51	-11.1 %
2.4	Instalación de componentes definitivos en zonas de tie - ins	S/ 175 150.34	S/ 175 150.34	0 %
2.5	Soportes de tuberías	S/ 157 100.00	S/ 511 055.10	225.3 %
3.1	Cruces de camino	S/ 1 182 188.75	S/ 1 114 666.19	-5.7 %
3.2	Caminos nuevos proyectados	S/ 2 486 344.00	S/ 2 565 856.91	3.2 %
3.3	Canaleta de drenaje	S/ 1 172 591.95	S/ 1 912 310.57	63.1 %
3.4	Estación disipadora	S/ 949 531.48	S/ 1 138 965.14	20 %
3.5	Ampliación de caminos existentes	S/ 1 098 982.50	S/ 37 888.35	-96.6 %
3.6	Muro de contención en estación disipadora	S/ 757 565.23	S/ 564 287.83	-25.5 %
3.7	Plataformas y soportes especiales	S/ 474 357.20	S/ 651 447.14	37.3 %
3.8	Pozas de contención	S/ 286 625.80	S/ 596 995.17	108.3 %
Totales		S/ 17 328 358.45	S/ 17 132 379.63	-1.13 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

De la tabla 12 se resume que:

- En la mayoría de las partidas contractuales hubo variación del costo final con respecto al costo contractual, debido a la variación

de metrados. Todo ello nos permite afirmar que no hubo exactitud en la cuantificación de metrados iniciales del alcance del proyecto, pero en forma global hubo una mínima disminución del costo final respecto a lo contractual de 1.13 %.

- Trabajos adicionales:

Los trabajos adicionales son aquellos trabajos que no fueron contemplados originalmente en el contrato inicial del proyecto, varios de ellos fueron originados por la modificación y/o presentación de nuevos planos de ingeniería por el cliente, falta de mayor detalle y minuciosidad en el estudio de suelos en la elaboración del expediente técnico (se realizó el mejoramiento a nivel rasante y de suelos arcillosos saturados no identificados en el respectivo estudio, por otro lado la necesidad de realizar excavaciones adicionales a lo previsto y los rellenos respectivos), interferencias con infraestructura existentes, retrabajos por entregables dañados, cambios de especificación, entre otros. Dichos trabajos adicionales fueron validados por solicitudes de supervisión del cliente a través de emails corporativos, por RFIs o propuestas al cliente por documentación interna. Es importante mencionar que todos estos trabajos adicionales impactaron en el costo final del proyecto, incrementándolo por defecto en la parte económica. Como se ha de esperar, se utilizó mayores recursos para la ejecución de todos los trabajos adicionales que se detallan en la tabla siguiente, con sus respectivos montos calculados y sus incidencias de cada uno de ellos. Los montos calculados es la suma de costo directo y costo indirecto (utilidad), no se consideró los gastos generales ya que estos fueron reconocidos como gastos generales por extensión de plazo MPD 003.

Tabla 13. *Monto calculado e incidencias de trabajos adicionales.*

Ítem	Descripción	Monto	Incidencia
14.a	Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02	S/ 1 419 942.15	46.68 %
14.b	Plan de Contingencia MPD 003	S/ 396 978.64	13.05 %

14.c	Mejoramiento de caminos en progresivas 0+130 a 0+580 y 1+015 a 1+030	S/	351 371.99	11.55 %
14.d	Excavación en roca para zanja de cruces de camino N° 03, 05 y 06	S/	138 616.49	4.56 %
14.e	Descarga de camiones con materiales 003	S/	114 270.86	3.76 %
14.f	Mejoramiento de suelo en nuevo trazo por recrecimiento de cantera en progresiva 1+410 a 1+600	S/	86 780.96	2.85 %
14.g	Relleno para terraplén con material seleccionado en Progresiva 1+400 a 1+600	S/	82 084.76	2.70 %
14.h	Adicionales en estación disipadora	S/	68 804.43	2.26 %
14.i	Reubicación de líneas de combustible	S/	55 727.73	1.83 %
14.j	Fabricación e instalación de tubería 34" para alcantarilla en progresiva 1+400 a 1+500	S/	45 912.07	1.51 %
14.k	Retrabajos tubería 34" tramo 1+400 al 1+600 por cambio de ruta	S/	44 454.55	1.46 %
14.l	Soldadura de camisa a tubería 34" en los bloques de anclaje	S/	40 604.54	1.33 %
14.m	Pintura bituminosa para Bloques de Anclaje, Canaletas, puntos de descarga, fundación de estación disipadora y Plataformas de Venteo	S/	36 732.40	1.21 %
14.n	Mejoramiento de plataforma de camino existente en progresiva 1+600 a 1+610	S/	32 986.92	1.08 %
14.o	Corrección del desalineamiento de 02 válvulas tipo cuchilla en línea de 34" en tie-In 02	S/	31 033.37	1.02 %
14.p	Corte de barras longitudes requeridas, estación disipadora y tie-in 03, 04, 05, 06 y 08	S/	17 363.77	0.57 %
14.q	Excavación estructural y relleno con material común en puntos de descarga W0, W1 y W2	S/	17 039.39	0.56 %
14.r	Retiro y reinstalación de 02 postes en grifo cruce de camino N°04	S/	16 988.38	0.56 %
14.s	Demolición y reubicación de pedestales estación disipadora plataforma planta 2	S/	15 148.73	0.5 %
14.t	Cambio de anillo disipador 34" por niple de 34" en tie-In 05	S/	13 214.35	0.43 %
14.u	Modificación de pasatubo en muro de estación disipadora	S/	10 330.53	0.34 %
14.v	Montaje y desmontaje de la Pieza Especial N °013	S/	4 732.32	0.16 %
14.x	Excavación adicional para acondicionamiento de tramo de tubería entre bloque de anclaje M-12 y Pieza Especial N°01	S/	740.14	0.02 %
Total			S/ 3 041 859.48	100 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

De la tabla 13 se resume que:

- El trabajo adicional del ítem 14.a “Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02”, fue el de mayor incidencia con un

46.68% del total de los trabajos adicionales, siendo esta cantidad en soles S/ 1 419 942.15. Como se observa, este trabajo representó casi el 50 % de los trabajos adicionales que fueron originados por la modificación y/o presentación de nuevos planos de ingeniería por el cliente.

- Los demás trabajos adicionales que representaron un poco más del 50 % del total de trabajos adicionales, fueron originados por el cambio de condiciones iniciales de suelos, interferencias con infraestructura existente, cambios de especificación, entre otros.

Por último, se realizó las incidencias en costos según el origen o los causales que generaron la obligatoriedad de ser ejecutados los trabajos adicionales. A continuación, se detalla en la tabla 14.

Tabla 14. *Incidencias en costos según el origen de trabajos adicionales.*

Ítem	Origen de trabajos adicionales	Monto	Incidencia
15.a	Modificación y/o nuevos planos de ingeniería	S/ 1 460 546.70	48.01 %
15.b	Cambio de condiciones iniciales de suelos	S/ 777 684.94	25.57 %
15.c	Interferencias con infraestructura existente	S/ 163 082.72	5.36 %
15.d	Retrabajos por entregables dañados	S/ 78 608.72	2.58 %
15.e	Cambios de especificación	S/ 49 946.75	1.64 %
15.f	Otros	S/ 511 989.65	16.83 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Del resultado, se observa que 48.01 % de los trabajos adicionales, fueron por la modificación y/o nuevos planos de ingeniería, 25.57 % por cambio de condiciones iniciales de suelos, 5.36 % por interferencias con infraestructura existente, 2.58 % por retrabajos por entregables dañados, 1.64 % por cambios de especificación y 16.83 % por otros motivos. Todo ello evidenció una vez más la deficiencia del alcance inicial del proyecto (expediente técnico).

A continuación, se procedió a mostrar el procedimiento de cálculo del monto del trabajo adicional más representativo del proyecto en estudio, para ello se eligió al trabajo adicional del ítem 14.a de la tabla 13, el cual es “Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02”.

→ Procedimiento de cálculo del trabajo adicional “Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02”:

El trabajo adicional “Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02” es el adicional con mayor monto o costo, el cual ascendió a una suma total de S/ 1 419 942.15, este último representó el 46.68 % del total de los trabajos adicionales, es por ello que se eligió como el trabajo adicional más representativo del proyecto para realizar el procedimiento del cálculo del monto o costo total. Los adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02 comprenden trabajos que están fuera del alcance contractual del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation, los cuales son: Excavación masiva en roca, instalación de geotextil, desbroce de topsoil, construcción de cajas colectoras, instalación de tuberías de conducción, trabajos de mampostería, construcción de canal de ingreso y canal de salida, todos estos trabajos se ejecutaron para ambas pozas de contingencia.



Figura 48. Excavación masiva en roca de la poza de contingencia N° 01.

Fuente: propia.

En la figura 48 se muestra la excavación masiva en roca de la poza de contingencia N° 01, en la figura 49 la instalación de geotextil en poza de contingencia N° 01 y en la figura 50 la instalación de geotextil y geomembrana en poza de contingencia N° 02.



Figura 49. Instalación de geotextil en poza de contingencia N° 01.

Fuente: propia.



Figura 50. Instalación de geotextil y geomembrana en poza de contingencia N° 02.

Fuente: propia.

**Planos de ingeniería de la poza de contingencia N° 01:*

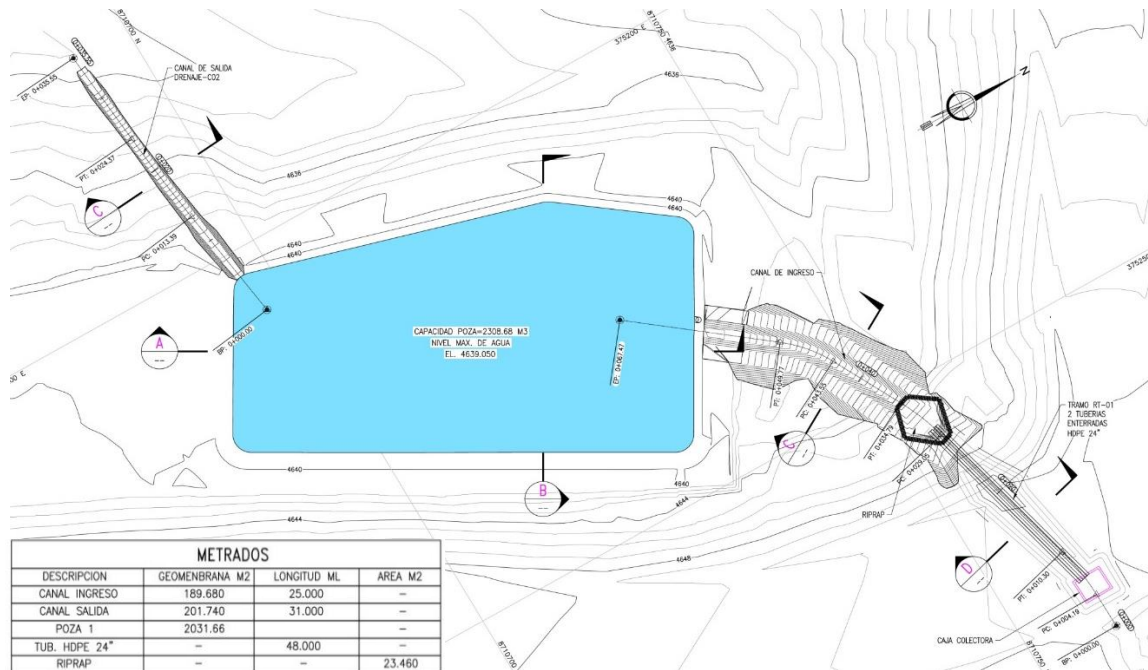
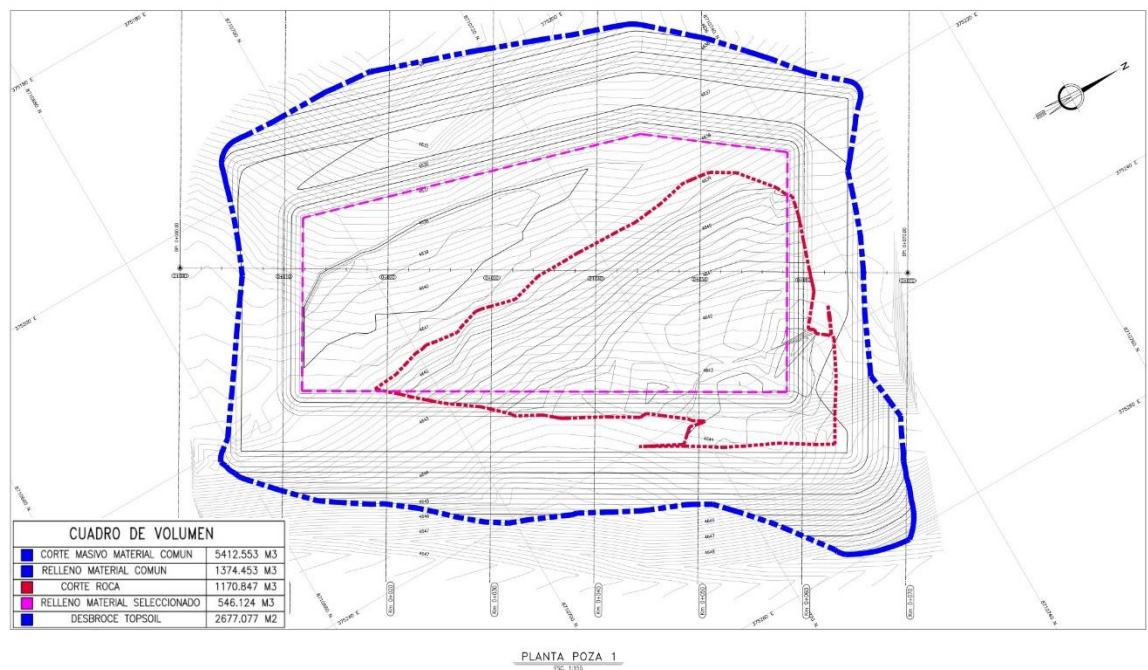


Figura 51. Vista general en planta de la poza de contingencia N° 01 y elementos que lo integran - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-028.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).



PLANTA POZA 1
ESC 1:100

Figura 52. Movimiento de tierras de la poza de contingencia N° 01 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-024.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

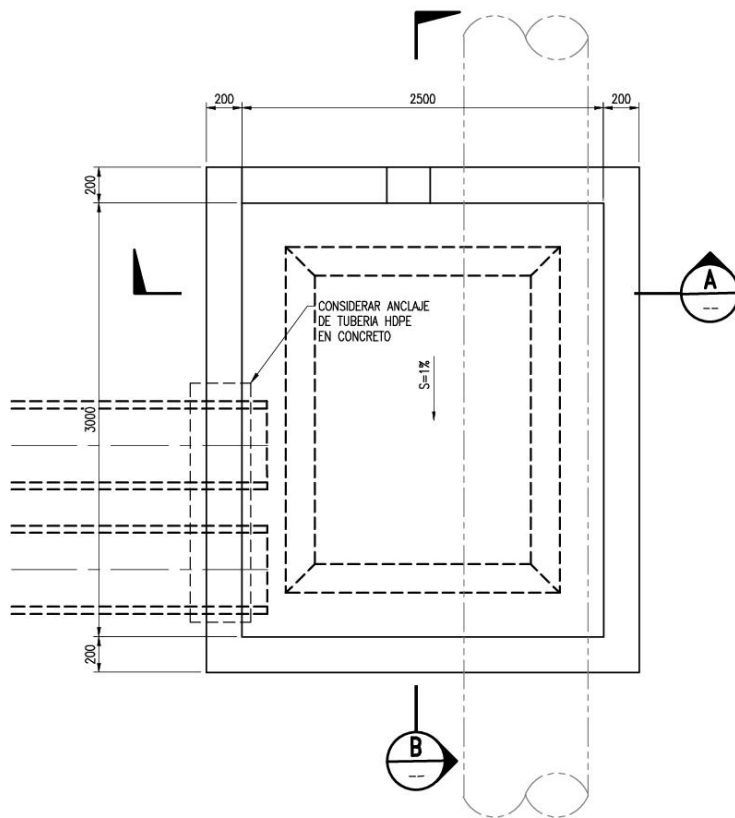


Figura 53. Caja colectora de la poza N° 01 - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

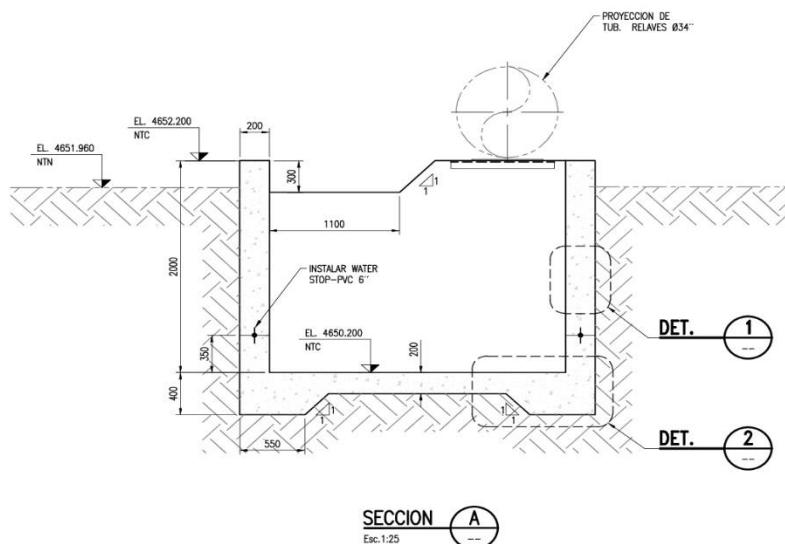


Figura 54. Sección "A" caja colectora de la poza N° 01 - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

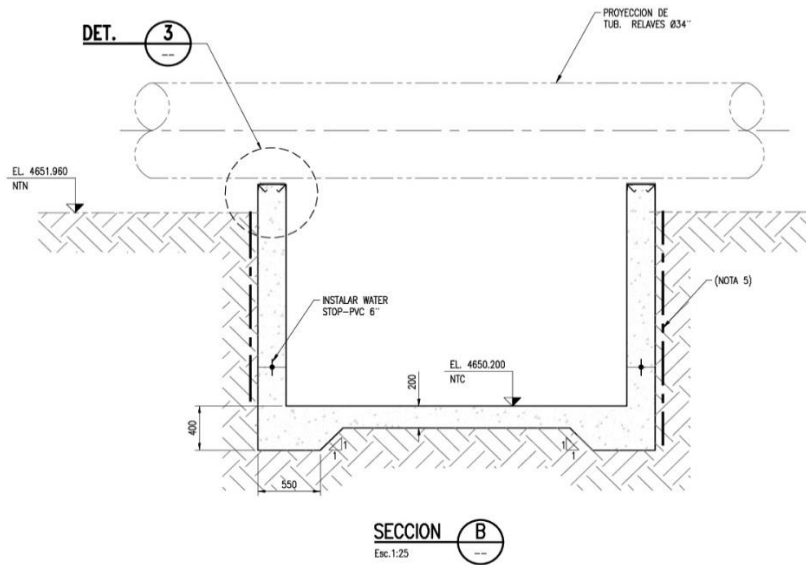


Figura 55. Sección "B" caja colectora de la poza N° 01 - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

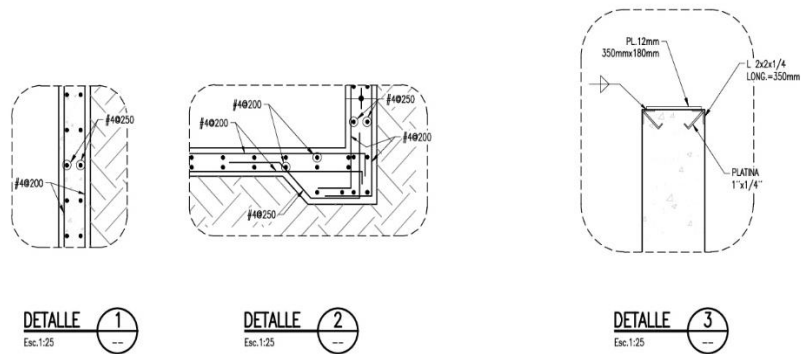


Figura 56. Distribución de acero de caja colectora - Plano referencia MCP-PT-252-DW-C-001.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

La caja colectora para las pozas N° 01 y 02 son las mismas dimensiones y secciones como se muestran en las figuras 53, 54, 55 y 56.

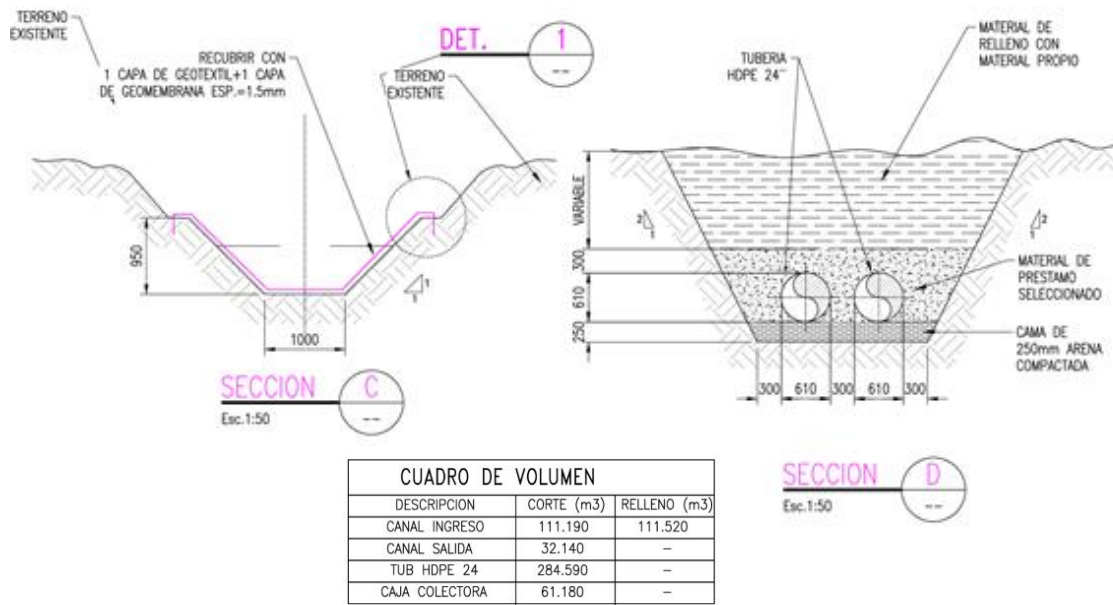


Figura 57. Cuadro de volumen poza N° 01 - sección "C" (sección de canal de ingreso y salida) y sección "D" (sección de tuberías de conducción) - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-028.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

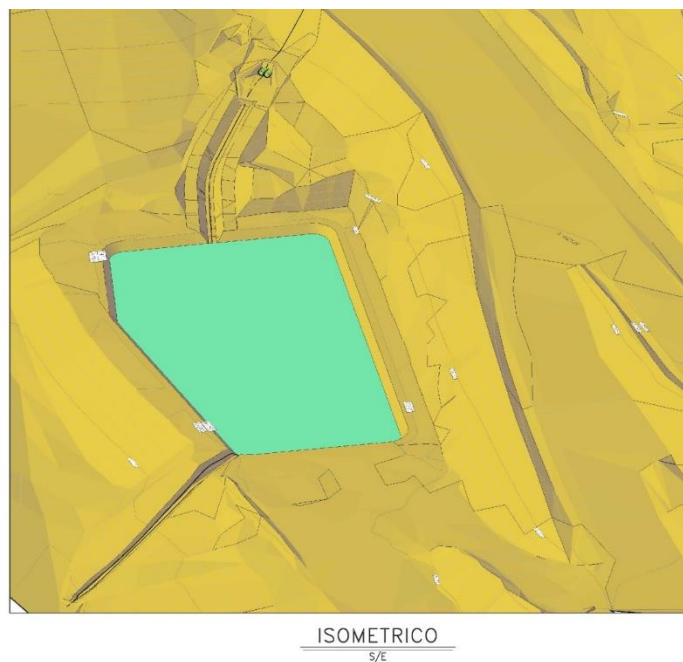


Figura 58. Isométrico de la poza de contingencia N° 01 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-028.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

- Metrados de la poza de contingencia N° 01:

Los metrados de las partidas de los trabajos adicionales de la poza de contingencia N° 01, se calcularon de acuerdo a los planos de referencia que se indican por cada partida adicional, a continuación, se detallan cada uno de ellas:

Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1				
1.02	Excavación masiva en roca			1170.85	MPD003-SSK-252-SK-V-024
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1				
1.03	Relleno con material común			1374.45	MPD003-SSK-252-SK-V-024
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1				
1.04	Relleno con material seleccionado			546.12	MPD003-SSK-252-SK-V-024
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1				
1.06	Instalación de Geotextil	2031.66			MPD003-SSK-252-SK-V-028
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1				
1.08	Desbroce de Topsoil con equipo pesado	2677.08			MPD003-SSK-252-SK-V-024
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1				
1.09	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 30%)	2677.08	0.15	522.03	MPD003-SSK-252-SK-V-024
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3Km)	Plano referencia
	POZA 1				
1.10	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			1258.09	MPD003-SSK-252-SK-V-024
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CAJA COLECTORA				
1.12	Excavaciones Estructurales			61.18	MPD003-SSK-252-SK-V-028
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CAJA COLECTORA				
1.13	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 25%)			76.48	MPD003-SSK-252-SK-V-028
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3Km)	Plano referencia
	POZA 1 - CAJA COLECTORA				
1.14	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			184.30	MPD003-SSK-252-SK-V-028
Ítem	Descripción	Área (m2)	Ancho (m)	Longitud (m)	Plano referencia
	POZA 1 - CAJA COLECTORA				
1.16	Suministro e instalación de Water Stop	3.40	2.90	12.60	MCP-PT-252-DW-C-001
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CAJA COLECTORA				
1.17	Colocado de concreto en muros (Área 1)	16.32	0.20	3.26	MCP-PT-252-DW-C-001
1.17	Colocado de concreto en muros (Área 2)	13.92	0.20	2.78	MCP-PT-252-DW-C-001
1.17	Colocación de Concreto fc=30MPa - Losa sobre terreno (Área 3)	9.86	0.40	3.94	MCP-PT-252-DW-C-001
	TOTAL (m3)			9.99	

Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CAJA COLECTORA				
1.19	Relleno estructural con material de préstamo			37.52	MCP-PT-252-DW-C-001
	POZA 1 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
1.21	Habilitación de tuberías de HDPE de 24"			48.00	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
1.22	Excavación en terreno estructural para instalación de tuberías de HDPE de 24"			284.59	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
1.23	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 25%)			355.74	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
1.24	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			857.33	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
1.25	Relleno para cama de apoyo	50.88	0.25	12.72	MCP-PT-252-DW-V-091
	POZA 1 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
1.26	Instalación de tuberías de HDPE de 24"			48.00	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
1.27	Relleno estructural con material de préstamo			343.02	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - MAMPOSTERIA				
1.29	Conformado de Rip-Rap	23.46			MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - CANAL DE INGRESO				
1.31	Excavaciones de zanja para canaleta			111.19	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - CANAL DE INGRESO				
1.32	Excavaciones local para anclaje de geomembrana			16.25	MCP-PT-252-DW-V-091
	POZA 1 - CANAL DE INGRESO				
1.33	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 25%)			159.30	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - CANAL DE INGRESO				
1.34	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			383.91	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - CANAL DE INGRESO				
1.35	Relleno estructural con material de préstamo			111.52	MPD003-SSK-252-SK-V-028
	POZA 1 - CANAL DE INGRESO				
1.36	Instalación de geotextil	189.68			MPD003-SSK-252-SK-V-028

Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V(m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CANAL DE INGRESO				
1.37	Instalación de geomembrana	189.68			MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V(m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CANAL DE SALIDA				
1.39	Excavaciones de zanja para canaleta			32.14	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V(m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CANAL DE SALIDA				
1.40	Excavaciones local para anclaje de geomembrana			20.15	MCP-PT-252-DW-V-091
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V(m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CANAL DE SALIDA				
1.41	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 25%)			65.36	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V(m3Km)	Plano referencia
	POZA 1 - CANAL DE SALIDA				
1.42	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			157.52	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CANAL DE SALIDA				
1.43	Instalación de geotextil	201.74		379.63	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 1 - CANAL DE SALIDA				
1.44	Instalación de geomembrana	201.74			MPD003-SSK-252-SK-V-029

Figura 59. Cuadro de los metrados de la poza de contingencia N° 01.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

**Planos de ingeniería de poza de contingencia N° 02:*

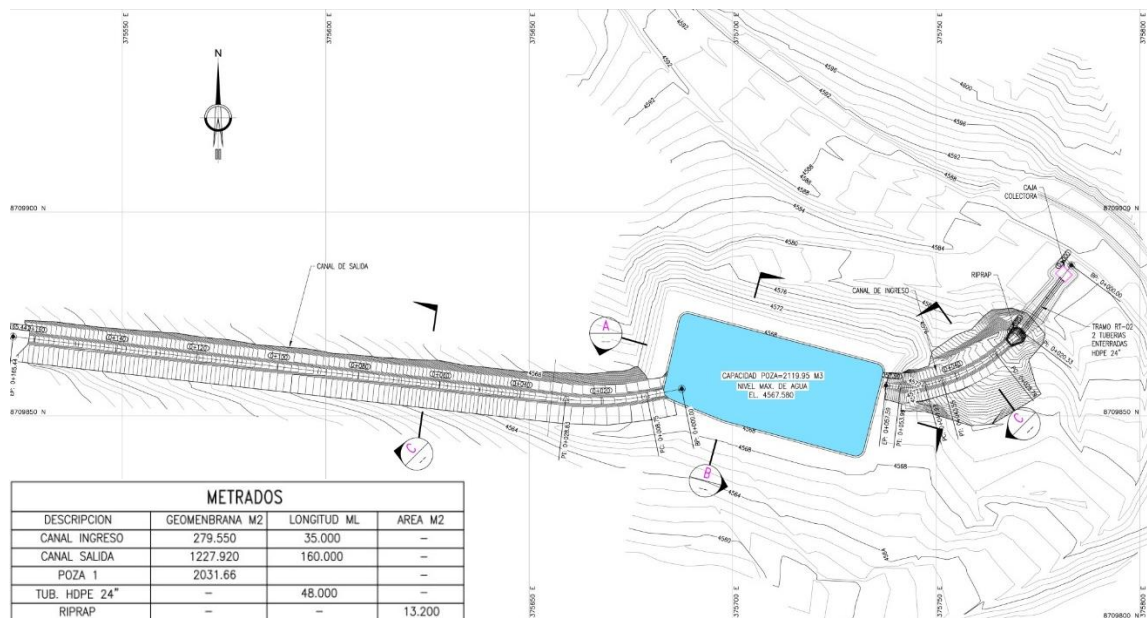


Figura 60. Vista general en planta de la poza de contingencia N° 02 y elementos que lo integran - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-029.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

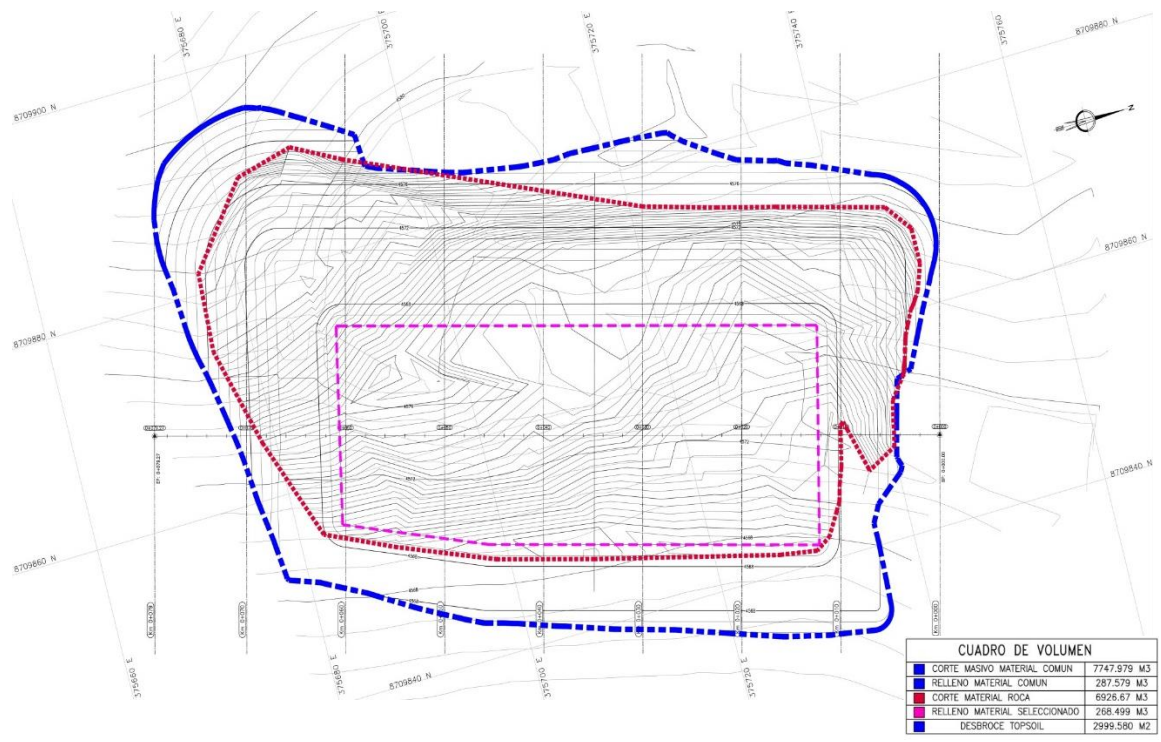


Figura 61. Movimiento de tierras de la poza de contingencia N° 02 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-026.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

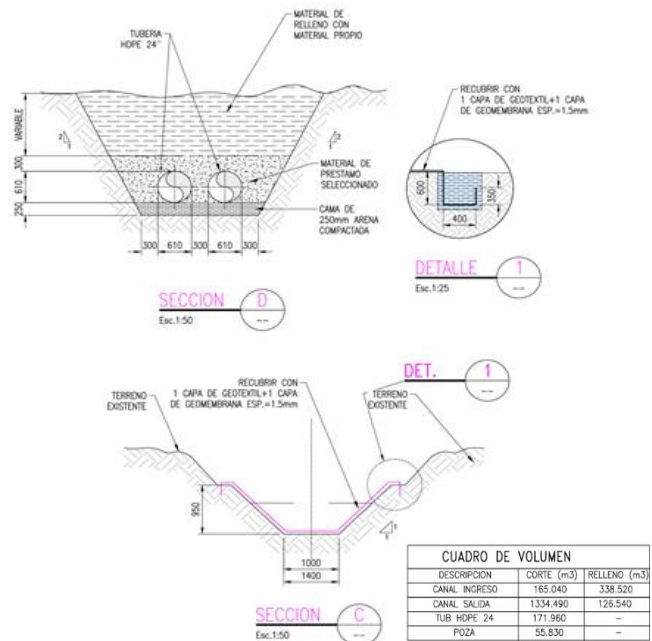


Figura 62. Cuadro de volumen poza N° 02 - sección "C" (sección de canal de ingreso y salida) y sección "D" (sección de tuberías de conducción) - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-029.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).



Figura 63. Isométrico de la poza de contingencia N° 02 - Plano referencia MPD003-SSK-252-SK-V-029.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

o Metrados de la poza de contingencia N° 02:

Los metrados de las partidas de los trabajos adicionales de la poza de contingencia N° 02, se calcularon de acuerdo a los planos de referencia que se indican por cada partida adicional; a continuación, se detallan cada uno de ellas.

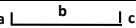
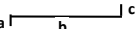
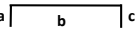
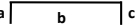
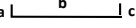
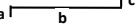
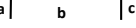
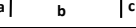
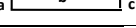
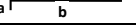
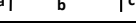
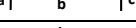
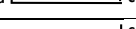
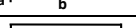
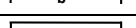
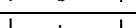
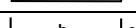
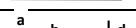
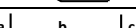
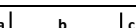
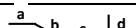

Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2				
2.02	Excavación masiva en roca			6926.67	MPD003-SSK-252-SK-V-026
	POZA 2				
2.03	Relleno con material común			287.58	MPD003-SSK-252-SK-V-026
	POZA 2				
2.04	Relleno con material seleccionado			268.50	MPD003-SSK-252-SK-V-026
	POZA 2				
2.06	Instalación de Geotextil	2031.66			MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2				
2.08	Desbroce de Topsoil con equipo pesado	2999.58			MPD003-SSK-252-SK-V-026
	POZA 2				
2.09	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 30%)	2999.58	0.15	584.92	MPD003-SSK-252-SK-V-026

Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3Km)	Plano referencia
	POZA 2				
2.10	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			1526.64	MPD003-SSK-252-SK-V-026
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - CAJA COLECTORA				
2.12	Excavaciones Estructurales			55.83	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - CAJA COLECTORA				
2.13	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 40%)			78.16	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3Km)	Plano referencia
	POZA 2 - CAJA COLECTORA				
2.14	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			204.00	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	Ancho (m)	Longitud (m)	Plano referencia
	POZA 2 - CAJA COLECTORA				
2.16	Suministro e instalación de Water Stop	3.40	2.90	12.60	MCP-PT-252-DW-C-001
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - CAJA COLECTORA				
2.17	Colocado de concreto en muros (Área 1)	16.32	0.20	3.26	MCP-PT-252-DW-C-001
2.17	Colocado de concreto en muros (Área 2)	13.92	0.20	2.78	MCP-PT-252-DW-C-001
2.17	Colocación de Concreto fc=30MPa - Losa sobre terreno (Área 3)	9.86	0.40	3.94	MCP-PT-252-DW-C-001
	TOTAL (m3)			9.99	
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - CAJA COLECTORA				
2.19	Relleno estructural con material de préstamo			32.17	MCP-PT-252-DW-C-001
Ítem	Descripción	Área (m2)	Ancho (m)	Longitud (m)	Plano referencia
	POZA 2 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
2.21	Habilitación de tuberías de HDPE de 24"			48.00	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
2.22	Excavación en roca			171.96	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
2.23	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 40%)			240.74	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3Km)	Plano referencia
	POZA 2 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
2.24	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			628.34	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
2.25	Relleno para cama de apoyo	50.88	0.25	12.72	MCP-PT-252-DW-C-092
Ítem	Descripción	Área (m2)	Ancho (m)	Longitud (m)	Plano referencia
	POZA 2 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
2.26	Instalación de tuberías de HDPE de 24"			48.00	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - TUBERIAS DE CONDUCCION				
2.27	Relleno Estructural			228.02	MPD003-SSK-252-SK-V-029
Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - MAMPOSTERIA				
2.29	Conformado de Rip-Rap	13.20			MPD003-SSK-252-SK-V-029

Ítem	Descripción	Área (m2)	h (m)	V (m3)	Plano referencia
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.31	Excavaciones de zanja para canaleta			165.04	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.32	Excavaciones local para anclaje de geomembrana			22.75	MCP-PT-252-DW-V-092
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.33	Carguo y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 25%)			234.74	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.34	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			612.66	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.35	Relleno estructural con material de préstamo			338.52	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.36	Instalación de geotextil	279.55			MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.37	Instalación de geomembrana	279.55			MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE SALIDA				
2.39	Excavaciones de zanja para canaleta			1334.49	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE SALIDA				
2.40	Excavaciones local para anclaje de geomembrana			104.00	MCP-PT-252-DW-V-092
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.41	Carguo y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km (Esponjamiento 25%)			1798.11	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE INGRESO				
2.42	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km			4693.07	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE SALIDA				
2.43	Relleno estructural con material de préstamo			126.54	MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE SALIDA				
2.44	Instalación de geotextil	1227.92			MPD003-SSK-252-SK-V-029
	POZA 2 - CANAL DE SALIDA				
2.45	Instalación de geomembrana	1227.92			MPD003-SSK-252-SK-V-029

Figura 64. Cuadro de los metrados de la poza de contingencia N° 02.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

ITEM	PLANO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	ESP. (@)	PIEZA	DIMENSIONES (m)				ACERO COMERCIAL			LONGITUDES (m), CANTIDADES Y PESOS				PESOS TOTALES EN Kg.		920.59		
						a	b	c	d	Φ ACERO	PESO Φ Kg / ml.	# VECES	LONG. / PIEZA	LONGITUD TOTAL (m)	103.00	920.59	CANT. BARRAS	SUB-TOTAL kg.		920.59	0.00
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical ext en X	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	15	2.85	42.75	4.8	42.5	42.49	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical int en X	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	14	2.85	39.90	4.4	39.7	39.66	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal ext en X	0.25	a  c	0.18	2.80	0.18		1/2	0.994	11	3.16	34.78	3.9	34.6	34.57	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal int en X	0.25	a  c	0.18	2.60	0.18		1/2	0.994	11	2.96	32.58	3.6	32.4	32.39	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical ext en X	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	15	2.85	42.75	4.8	42.5	42.49	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical int en X	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	14	2.85	39.90	4.4	39.7	39.66	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal ext en X	0.25	a  c	0.18	2.80	0.18		1/2	0.994	11	3.16	34.78	3.9	34.6	34.57	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal int en X	0.25	a  c	0.18	2.60	0.18		1/2	0.994	11	2.96	32.58	3.6	32.4	32.39	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical ext en Y	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	18	2.85	51.30	5.7	51.0	50.99	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical int en Y	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	17	2.85	48.45	5.4	48.2	48.16	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal ext en Y	0.25	a  c	0.18	3.30	0.18		1/2	0.994	11	3.66	40.28	4.5	40.0	40.04	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal int en Y	0.25	a  c	0.18	3.10	0.18		1/2	0.994	11	3.46	38.08	4.2	37.9	37.85	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical ext en Y	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	18	2.85	51.30	5.7	51.0	50.99	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Vertical int en Y	0.2	a  c	0.10	2.30	0.45		1/2	0.994	17	2.85	48.45	5.4	48.2	48.16	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal ext en Y	0.25	a  c	0.18	3.30	0.18		1/2	0.994	11	3.66	40.28	4.5	40.0	40.04	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Horizontal int en Y	0.25	a  c	0.18	3.10	0.18		1/2	0.994	11	3.46	38.08	4.2	37.9	37.85	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Malla sup en X	0.2	a  c	0.18	2.80	0.18		1/2	0.994	18	3.16	56.92	6.3	56.6	56.57	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Malla inf en X	0.2	a  c	0.18	2.80	0.18		1/2	0.994	18	3.16	56.92	6.3	56.6	56.57	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Ref malla en X	0.2	a  d	0.25	0.25	0.45	0.45	1/2	0.994	18	1.40	25.20	2.8	25.0	25.05	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Malla sup en Y	0.2	a  c	0.18	3.30	0.18		1/2	0.994	15	3.66	54.93	6.1	54.6	54.60	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Malla inf en Y	0.2	a  c	0.18	3.30	0.18		1/2	0.994	15	3.66	54.93	6.1	54.6	54.60	0.00			
1.15 ; 2.15	MCP-PT-252-DW-C-001	POZA DE CONCRETO	Ref malla en Y	0.2	a  d	0.25	0.25	0.45	0.45	1/2	0.994	15	1.40	21.00	2.3	20.9	20.87	0.00			

ITEM	PLANO	REV.	TAG - EQUIPO	ESTRUCTURA	ELEMENTO	DIMENSIONES				ACERO COMERCIAL			8.03
						a	b	c	L	Densidad Acero Kg / m3	PESO Kg / ml.	# VECES	SUB-TOTAL kg.
1.18 ; 2.18	MCP-PT-252-DW-C-001	0	POZAS DE CONTINGENCIA	POZA DE CONCRETO	Platina 1" x 1/4"	1	1/4		0.35		1.28	2	0.45
1.18 ; 2.18	MCP-PT-252-DW-C-001	0	POZAS DE CONTINGENCIA	POZA DE CONCRETO	Perfil 2" x 2" x 1/4"	2	2	1/4	0.35		4.7	2	1.65
1.18 ; 2.18	MCP-PT-252-DW-C-001	0	POZAS DE CONTINGENCIA	POZA DE CONCRETO	Plancha 12 x 180 x 350 mm	0.01	0.18		0.35	7850		2	5.93

Figura 65. Cuadro que muestra el metrado de inserto para pasada de tubería para caja colectora de poza 01 y 02.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

- Análisis de precios unitarios:

El resumen de los análisis de precios unitarios de las partidas del trabajo adicional “Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02”, se detallan a continuación cada uno de ellas.

RESUMEN DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ITEM	CÓDIGO CONTRACTUAL DE APU	DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO EN S/.
1	3.5.1	Excavación masiva en roca	m3	70.33
2	3.1.4	Relleno con material común	m3	80.80
3	3.1.3	Relleno con material seleccionado	m3	121.30
4	N.P.U.	Instalación de geotextil	m2	14.60
5	N.P.U.	Desbroce de topsoil con equipo pesado	m2	5.90
6	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero D>1Km	m3km	1.98
7	3.8.4	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero D<=1Km	m3	6.16
8	3.3.2	Excavaciones estructurales	m3	71.30
9	3.3.12	Suministro y colocación de acero de refuerzo Fy=4200 kg/cm2	kg	5.24
10	N.P.U.	Suministro e instalación de water stop	m	29.90
11	3.3.8	Colocación de concreto Fc=30 Mpa - canaleta de cruce de camino (Incluye encofrado y desencofrado)	m3	534.80
12	3.6.7	Suministro y colocación de inserto para pasada de tubería	kg	20.85
13	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	m3	120.06
14	N.P.U.	Habilitación de tuberías de HDPE de 24"	m	150.95
15	3.1.2	Relleno para cama de apoyo	m3	79.69
16	N.P.U.	Instalación de tuberías de HDPE de 24"	m	36.56
17	N.P.U.	Conformado de rip rap	m2	232.15
18	3.3.1	Excavaciones de zanja para canaleta	m3	29.72
19	3.8.2	Excavaciones local para anclaje de geomembrana	m3	136.48
20	N.P.U.	Instalación de geomembrana	m2	19.83
21	3.6.1	Excavación en roca	m3	92.26

Figura 66. Cuadro de resumen de análisis de precios unitarios.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Del cuadro de resumen anterior, se observa el resumen de las unidades y precios unitarios de las partidas del trabajo adicional, los cuales podrá encontrar con mayor detalle el análisis de precios unitarios en los anexos del presente trabajo de investigación.

○ Resumen de cálculo:

El resumen de cálculo se muestra a continuación en cuadro siguiente, al igual que el presente trabajo adicional se calculó los demás trabajos adicionales de la tabla 13.

ITEM	CÓDIGO CONTRACTUAL DE APUs	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	PARCIAL
1.00		POZA DE CONTINGENCIA N° 01				450,596.54
1.01		POZA DE CONTINGENCIA N° 01				259,646.31
1.02	3.5.1	Excavación masiva en roca	M3	1,170.85	70.33	82,345.67
1.03	3.1.4	Relleno con material común	M3	1,374.45	80.80	111,055.80
1.04	3.1.3	Relleno con material seleccionado	M3	546.12	121.30	66,244.84
1.05		INSTALACION DE GEOTEXTIL				29,662.24
1.06	N.P.U.	Instalación de Geotextil	M2	2,031.66	14.60	29,662.24
1.07		DESBROCE EN POZA 1				21,501.48
1.08	N.P.U.	Desbroce de Topsoil con equipo pesado	M2	2,677.08	5.90	15,794.75
1.09	3.8.4	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	522.03	6.16	3,215.70
1.10	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	1,258.09	1.98	2,491.02
1.11		CAJA COLECTORA				20,414.05
1.12	3.3.2	Excavaciones Estructurales	M3	61.18	71.30	4,362.13
1.13	3.8.4	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	76.48	6.16	471.09
1.14	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	184.30	1.98	364.92
1.15	3.3.12	Suministro y colocación de acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	920.59	5.24	4,823.90
1.16	N.P.U.	Suministro e instalación de Water Stop	ML	12.60	29.90	376.74
1.17	3.3.8	Colocación de Concreto fc=30MPa - caja colectora (Incluye encofrado y desencofrado)	M3	9.99	534.80	5,343.72
1.18	3.6.7	Suministro y colocación de inserto para pasada de tubería	KG	8.03	20.85	167.38
1.19	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	M3	37.52	120.06	4,504.17
1.20		TUBERIAS DE CONDUCCION				75,376.94
1.21	N.P.U.	Habilitación de tuberías de HDPE de 24"	ML	48.00	150.95	7,245.60
1.22	3.3.2	Excavaciones Estructurales	M3	284.59	71.30	20,291.27
1.23	3.8.4	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	355.74	6.16	2,191.34
1.24	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	857.33	1.98	1,697.51
1.25	3.1.2	Relleno para cama de apoyo	M3	12.72	79.69	1,013.66
1.26	N.P.U.	Instalación de tuberías de HDPE de 24"	ML	48.00	36.56	1,754.88
1.27	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	M3	343.02	120.06	41,182.68
1.28		TRABAJOS DE MAMPOSTERIA				5,446.24
1.29	N.P.U.	Conformado de Rip-Rap	M2	23.46	232.15	5,446.24

ITEM	CÓDIGO CONTRACTUAL DE APUs	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	PARCIAL
1.30		CANAL DE INGRESO				27,183.58
1.31	3.3.1	Excavaciones de zanja para canaleta	M3	111.19	29.72	3,304.57
1.32	3.8.2	Excavaciones local para anclaje de geomembrana	M3	16.25	136.48	2,217.80
1.33	3.8.4	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	159.30	6.16	981.29
1.34	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	383.91	1.98	760.15
1.35	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	M3	111.52	120.06	13,389.09
1.36	N.P.U.	Instalación de geotextil	M2	189.68	14.60	2,769.33
1.37	N.P.U.	Instalación de geomembrana	M2	189.68	19.83	3,761.35
1.38		CANAL DE SALIDA				11,365.71
1.39	3.3.1	Excavaciones de zanja para canaleta	M3	32.14	29.72	955.20
1.40	3.8.2	Excavaciones local para anclaje de geomembrana	M3	20.15	136.48	2,750.07
1.41	3.8.4	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	65.36	6.16	402.63
1.42	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	157.52	1.98	311.90
1.43	N.P.U.	Instalación de geotextil	M2	201.74	14.60	2,945.40
1.44	N.P.U.	Instalación de geomembrana	M2	201.74	19.83	4,000.50
2.00		POZA DE CONTINGENCIA N° 02				868,060.37
2.01		POZA DE CONTINGENCIA N° 02				542,958.01
2.02	3.5.1	Excavación masiva en roca	M3	6,926.67	70.33	487,152.70
2.03	3.1.4	Relleno con material común	M3	287.58	80.80	23,236.38
2.04	3.1.3	Relleno con material seleccionado	M3	268.50	121.30	32,568.93
2.05		INSTALACION DE GEOTEXTIL				29,662.24
2.06	N.P.U.	Instalación de Geotextil	M2	2,031.66	14.60	29,662.24
2.07		DESBROCE EN POZA 2				24,323.36
2.08	N.P.U.	Desbroce de Topsoil con equipo pesado	M2	2,999.58	5.90	17,697.52
2.09	3.8.4	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	584.92	6.16	3,603.10
2.10	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	1,526.64	1.98	3,022.74
2.11		CAJA COLECTORA				19,439.67
2.12	3.3.2	Excavaciones Estructurales	M3	55.83	71.30	3,980.68
2.13	3.8.4	Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	78.16	6.16	481.48
2.14	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	204.00	1.98	403.93
2.15	3.3.12	Suministro y colocación de acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	KG	920.59	5.24	4,823.90
2.16	N.P.U.	Suministro e instalación de Water Stop	ML	12.60	29.90	376.74
2.17	3.3.8	Colocación de Concreto fc=30MPa - caja colectora (Incluye encofrado y desencofrado)	M3	9.99	534.80	5,343.72
2.18	3.6.7	Suministro y colocación de inserto para pasada de tubería	KG	8.03	20.85	167.38
2.19	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	M3	32.17	120.06	3,861.85

ITEM	CÓDIGO CONTRACTUAL DE APUS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	PARCIAL
2.20		TUBERIAS DE CONDUCCION				55,982.83
2.21	N.P.U.	Habilitación de tuberías de HDPE de 24"	ML	48.00	150.95	7,245.60
2.22	3.6.1	Excavación en roca	M3	171.96	92.26	15,865.03
2.23	3.8.4	Carguo y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	240.74	6.16	1,482.98
2.24	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	628.34	1.98	1,244.12
2.25	3.1.2	Relleno para cama de apoyo	M3	12.72	79.69	1,013.66
2.26	N.P.U.	Instalación de tuberías de HDPE de 24"	ML	48.00	36.56	1,754.88
2.27	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	M3	228.02	120.06	27,376.56
2.28		TRABAJOS DE MAMPOSTERIA				3,064.38
2.29	N.P.U.	Conformado de Rip-Rap	M2	13.20	232.15	3,064.38
2.30		CANAL DE INGRESO				60,936.59
2.31	3.3.1	Excavaciones de zanja para canaleta	M3	165.04	29.72	4,904.99
2.32	3.8.2	Excavaciones local para anclaje de geomembrana	M3	22.75	136.48	3,104.92
2.33	3.8.4	Carguo y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	234.74	6.16	1,445.98
2.34	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	612.66	1.98	1,213.08
2.35	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	M3	338.52	120.06	40,642.71
2.36	N.P.U.	Instalación de geotextil	M2	279.55	14.60	4,081.43
2.37	N.P.U.	Instalación de geomembrana	M2	279.55	19.83	5,543.48
2.38		CANAL DE SALIDA				131,693.30
2.39	3.3.1	Excavaciones de zanja para canaleta	M3	1,334.49	29.72	39,661.04
2.40	3.8.2	Excavaciones local para anclaje de geomembrana	M3	104.00	136.48	14,193.92
2.41	3.8.4	Carguo y transporte de material excedente o inadecuado a botadero d<=1km	M3	1,798.11	6.16	11,076.37
2.42	3.8.5	Transporte de material excedente o inadecuado a botadero d>1km	M3KM	4,693.07	1.98	9,292.29
2.43	3.3.4	Relleno estructural con material de préstamo	M3	126.54	120.06	15,192.39
2.44	N.P.U.	Instalación de geotextil	M2	1,227.92	14.60	17,927.63
2.45	N.P.U.	Instalación de geomembrana	M2	1,227.92	19.83	24,349.65
3.00		COSTOS INDIRECTOS				101,285.24
3.01		COSTO INDIRECTO		24.59%	0.00	0.00
3.02		UTILIDAD		7.68%	1,318,656.91	101,285.24
		TOTAL (S/.)				1,419,942.15

NOTAS

- MODALIDAD DE PAGO :

* **PU (Precios unitarios)**

- Los precios no incluyen IGV

- El ítem 1.09, 2.09 "Carguo y transporte de material excedente", considera un 30% esponjamiento. (Desbroce poza de contingencia)

- El ítem 1.13, 1.23, 1.33, 1.41, 2.33, 2.41 "Carguo y transporte de material excedente", considera un 25% esponjamiento. (Material estructural)

- El ítem 2.13, 2.23 "Carguo y transporte de material excedente", considera un 40% esponjamiento. (Excavación en Roca)

- Distancia de Poza 1 a botadero = 3.41 Km desde progresiva(1+450)

- Distancia de Poza 2 a botadero = 3,61Km desde progresiva(0+50)

- Los costos indirectos no fueron reconocidos individualmente por cada trabajo adicional, debido que ya estaban siendo pagados contractualmente.

Figura 67. Cuadro de resumen de cálculo de "Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02".

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

- Mayores costos por trabajos de aceleración:

En el desarrollo y ejecución contractual del proyecto, no estuvieron contemplados los trabajos de aceleración. La necesidad de avanzar la ejecución de la obra, y por solicitud del cliente de realizar trabajos de aceleración, se optó por realizarse dicha aceleración. La aceleración pudo optarse de dos formas, la primera es aumentando cuadrillas de trabajo para cada frente de labor, y la segunda forma es de aumentar turno noche de trabajo. La medida que se optó fue el de aumentar un turno de trabajo, específicamente de noche. La aceleración de trabajo se realizó para disminuir el impacto en tiempo del proyecto, sin embargo, generó mayores costos de mano de obra por un mayor pago de las horas hombre directa en turno noche. A pesar de todos los esfuerzos de evitar impactos en el tiempo, se concluyó la ejecución de la obra en 136 días calendarios contabilizados a partir del 28 de enero del 2018 como fecha de inicio base, y como fecha de término real de la obra el 12 de junio del 2018. Hubo 56 días de retraso en la culminación del proyecto, ya que según línea base se debió de culminar el proyecto en 80 días calendarios. En las siguientes figuras se muestran los trabajos de aceleración que se realizaron durante turno noche.



Figura 68. Corte y carguío en by pass cantera.

Fuente: propia.



Figura 69. Perfilado y corte de material en plataforma de estación disipadora.

Fuente: propia.

Como se observa en la figura 68 se estuvieron realizando trabajos de corte y carguío en *by pass* cantera, y en la figura 69 se realizó trabajos de perfilado y corte de material en plataforma de estación disipadora. Estos trabajos se realizaron durante turno noche. El resultado de los montos calculados e incidencias de trabajos de aceleración se detallan a continuación en la tabla 15.

Tabla 15. *Incidencias y montos de mayores costos por trabajos de aceleración.*

Ítem	Descripción	Monto	Incidencia
22.a	Mayor costo de mano de obra directa por trabajos en turno noche y horario extendido.	S/ 536 672.30	100 %
	Total	S/ 536 672.30	100 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

De la tabla anterior se resume que:

- La aceleración de trabajo se realizó para disminuir el impacto en tiempo del proyecto; este último generó mayores costos de mano de obra por un mayor pago de las horas hombre directa en turno noche, el cual ascendió a un costo total de S/ 536 672.30.

- Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por el alcance del proyecto:

Después de lo detallado en relación a las variaciones de mayores y/o menores metrados de partidas contractuales, trabajos adicionales y por último los mayores costos por trabajos de aceleración respectivamente, se agrupó para definir las incidencias que resultaron en los sobrecostos del proyecto. En la tabla siguiente se incluyó el costo inicial del proyecto el cual se tomó como la totalidad (100 %) y en base a ello se calculó las incidencias en porcentaje de los costos adicionales que se detallan. El resultado de los montos calculados e incidencias del resumen general de sobrecostos en el proyecto se detallan a continuación.

Tabla 16. *Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por el alcance del proyecto.*

Ítem	Descripción	Monto	Incidencia
23.a	Línea base de costo del proyecto.	S/ 22 919 779.58	100 %
23.b	Variación de mayores y/o menores metrados de partidas contractuales.	S/ -259 216.19	-1.13 %
23.c	Trabajos adicionales.	S/ 3 041 859.48	13.27 %
23.d	Mayores costos por trabajos de aceleración.	S/ 536 672.30	2.34 %
	Total	S/ 26 239 095.16	114.48 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

De la tabla 16 se resume que:

- o El alcance del proyecto ofertado en la licitación fue deficiente e incompleta respecto al trabajo final, este último fue demostrado por el total de sobrecostos originados por la variación de metrados contractuales, trabajos adicionales no contemplados en el alcance inicial y los mayores costos por trabajos de aceleración no previstos inicialmente en el proyecto, todos ellos originaron un incremento como sobrecosto total de 14.48 % del presupuesto inicial ofertado, este porcentaje fue equivalente en soles en S/ 3 319 315.58.

Finalmente se muestra el resumen del análisis de sobrecostos en el proyecto, generados por impactos externos al contratista. A continuación, se detalla en la figura 70.

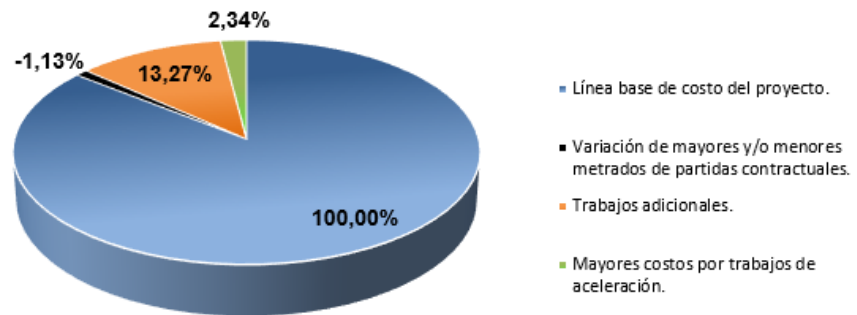


Figura 70. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por el alcance del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

Del resultado del análisis del alcance del proyecto, se observa en la figura 70 que hubo un incremento global del costo línea base del proyecto de 14.48 % como sobrecostos, originados por la variación de metrados, trabajos adicionales no contemplados en el alcance inicial del proyecto y mayores costos por trabajos de aceleración, todo ello evidenció el deficiente alcance inicial del proyecto. Los trabajos adicionales representaron un incremento de 13.27 % como sobrecostos a la línea base del costo del proyecto y en su mayoría es debido a la modificación y/o nuevos planos de ingeniería, cambio de condiciones iniciales de suelos, interferencias con infraestructura existente, retrabajos por entregables dañados, cambios de especificación, entre otros. De la misma forma sucedió por mayores costos por trabajos de aceleración que representó un incremento de 2.34 % como sobrecosto. Por último, la variación de metrados en partidas contractuales tuvieron en algunas un menor volumen de metrado y en otras un mayor volumen de metrado respecto a las cantidades contractuales, dicha variación representó una disminución en costo de 1.13 % a la línea base de costo.

- Procura del cliente:

Para cumplir el plazo de ejecución del proyecto, se dispuso como base el de cumplir con las fechas programadas de llegada a obra de la procura de materiales, este último hace referencia a la adquisición de los materiales necesarios para la realización y culminación del proyecto bajo fechas programadas y establecidas. La gestión de procura en proyectos describe los procesos requeridos para adquirir bienes y servicios (productos) desde fuera de la organización ejecutante del proyecto. La procura también hace referencia a la administración de las obligaciones contractuales que corresponden al equipo del proyecto en virtud del contrato, ya sea por parte del cliente y/o empresa contratista. Para el presente estudio se analizaron el suministro y/o procura de materiales bajo la responsabilidad por parte del cliente y del contratista, y la entrega y liberación de áreas por parte del cliente. A continuación, se presenta el análisis de la influencia de la procura en la base costo de la construcción del proyecto.

- Suministro tardío de materiales estratégicos por parte del cliente:

El total del suministro de los materiales estratégicos por parte del cliente fueron entregados con varios días de retraso y puesto que no se cumplió de acuerdo a lo programado en el cronograma línea base 0, estos incumplimientos de entrega de materiales impactaron negativamente en el plazo del proyecto. Es importante mencionar que todos los impactos y retrasos de días tuvieron efectos significativos en cuanto al tiempo de ejecución de obra, impactando en el costo del proyecto e incrementándolo por defecto en la parte económica. Para realizar un mejor análisis del impacto en tiempo del suministro tardío de materiales por parte del cliente, se realizó por frente de trabajo del proyecto. A continuación, se muestra en la siguiente figura el cronograma As Planned vs As Built del frente N° 1: Estación disipadora y puntos de descarga.

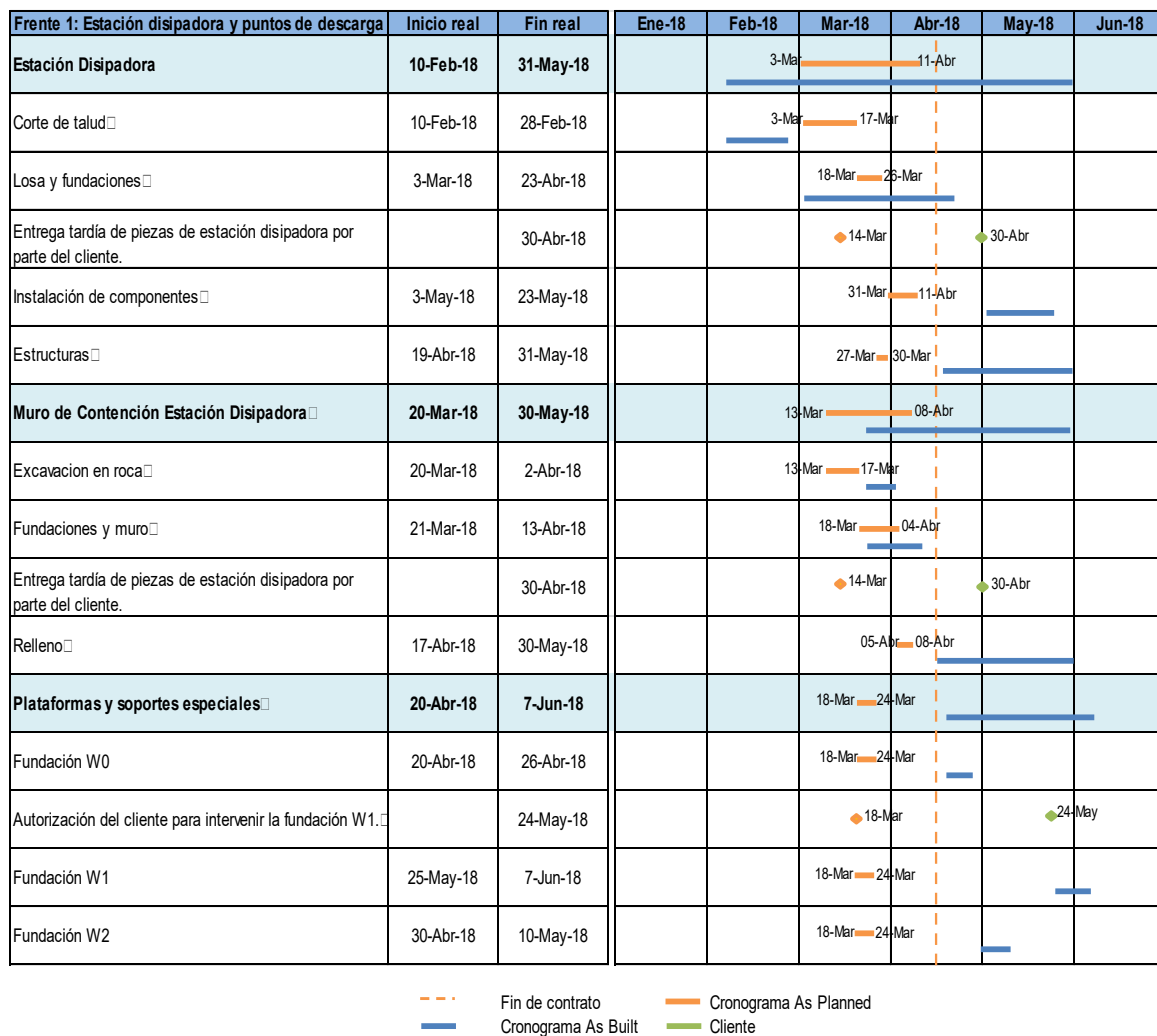


Figura 71. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 1: Estación disipadora y puntos de descarga.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

En el cronograma de actividades del frente N° 1: Estación disipadora y puntos de descarga mostrada en la figura 71, se observa que se dividió en tres grupos: la construcción de la estación disipadora, el muro de contención de la estación disipadora y la instalación de plataformas y soportes especiales. Cada uno de ellos presentaron sub actividades de construcción planificados en fechas establecidas en el cronograma línea base 0 (Cronograma As Planned). Dichas fechas planificadas no se cumplieron debido que el inicio de construcción estuvo con un retraso de 2 días, el suministro tardío de materiales por parte del cliente afectando a actividades contractuales y sumado a ello la deficiencia en operatividad de equipos por parte del contratista y los

mayores metrados registrados en las partidas de acuerdo a la Tabla 12. Variación de volúmenes entre el “Alcance contractual” y “Alcance de orden de cambio final” por partidas generales. Para cuantificar la responsabilidad de días de retraso por parte del cliente y por el contratista, se procedió a realizar el cronograma “Collapsed As Built”, el cual consiste en retirar las deficiencias y responsabilidades del cliente, quedando sólo impactos bajo la responsabilidad del contratista. A continuación, se muestra en la siguiente figura el cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 1: Estación disipadora y puntos de descarga.

CRONOGRAMA	REAL			COLLAPSED AS BUILT		
	Descripción	Duración	Inicio	Fin	Duración Final	Inicio
Frente 1: Estación Disipadora y Puntos Descarga	118	10-feb	07-jun	86	10-feb	06-may
Estación Disipadora	111	10-feb	31-may	80	10-feb	30-abr
Corte de talud	19	10-feb	28-feb	19	10-feb	28-feb
Losa y fundaciones	52	03-mar	23-abr	52	03-mar	23-abr
Instalación de componentes	21	03-may	23-may	10	13-abr	22-abr
Estructuras	43	19-abr	31-may	12	19-abr	30-abr
Muro de Contención Estación Disipadora	72	20-mar	30-may	28	20-mar	16-abr
Excavación en roca	14	20-mar	02-abr	14	20-mar	02-abr
Fundaciones y muro	24	21-mar	13-abr	24	21-mar	13-abr
Relleno	44	17-abr	30-may	4	13-abr	16-abr
Plataformas y soportes especiales	49	20-abr	07-jun	17	20-abr	06-may
W0	7	20-abr	26-abr	7	20-abr	26-abr
W1	12	25-may	05-jun	11	26-abr	06-may
W2	11	30-abr	10-may	4	30-abr	03-may

Figura 72. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 1: Estación disipadora y puntos de descarga.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Como conclusión del análisis de las figuras 71 y 72, se comenta lo siguiente:

- En la figura 71 de la construcción de la “estación disipadora” se observa que la entrega y/o procura de las piezas de estación disipadora (accesorios de piezas 01, 02, 03, 04, 05, 06, 10, 11, 12 y 13) fueron comprometidos ser suministrados por el cliente el 14 de marzo del 2018 según el programa de trabajo línea base, de

acuerdo a la figura 71. se puede ver que los impactos generados debido a la entrega tardía de las piezas de estación disipadora terminaron de afectar a las actividades contractuales de “Instalación de componentes” y “Estructuras”, aplazando las fechas de término al 23 y 31 de mayo del 2018 respectivamente, y como se puede observar en la figura 72, el cronograma Collapsed As Built, retirando las deficiencias y responsabilidades del cliente, dichas actividades afectadas hubieran concluido a más tardar el 22 y 30 de abril del 2018 respectivamente. Justificando el atraso de 31 días como atrasos excusables y compensables, con reconocimiento de costos generados por mayor plazo.

- La entrega tardía de piezas de estación disipadora no sólo terminó afectando a la construcción de la “estación disipadora”, sino también a la construcción de “Muro de contención de estación disipadora”. Como se puede observar en la figura 71, la actividad contractual impactada es el “Relleno”, ya que esta actividad debió ejecutarse según cronograma línea base del 05 al 08 de abril del 2018, y debido a la falta de llegada de las piezas de estación disipadora dicha actividad terminó ejecutándose del 17 de abril al 30 de mayo del 2018. A todo ello retirando la deficiencia del suministro tardío por parte del cliente, dicha actividad se hubiera concluido el 16 de abril del 2018 de acuerdo a la figura 72. Justificando el atraso de 44 días, con reconocimiento de costos generados por mayor plazo.
- La autorización tardía del cliente para intervenir en la “Fundación W1” de las plataformas y soportes especiales fue el 24 de mayo del 2018, esta fecha terminó de aplazar el inicio y su posterior culminación de la actividad contractual de “Fundación W1”, generando un cambio de ruta crítica dentro del programa de trabajo línea base. Como se puede observar en la figura 65 el inicio retrasado de la “Fundación W1” fue un día después de la autorización tardía del cliente, considerado a partir de dicha fecha (25/12/2018), siendo 12 días como atraso excusable y compensable con reconocimiento en costos generados por mayor plazo.

- Trabajos de replanteo topográfico por parte del cliente:

De la misma forma se procedió a realizar el cronograma As Planned vs el cronograma As Built del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos. Cada uno de las actividades presentan las fechas del programa de trabajo línea base (Cronograma As Planned) y las fechas reales en el que se construyeron (Cronograma As Built). A continuación, se muestra en la siguiente figura el cronograma As Planned vs As Built del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos.

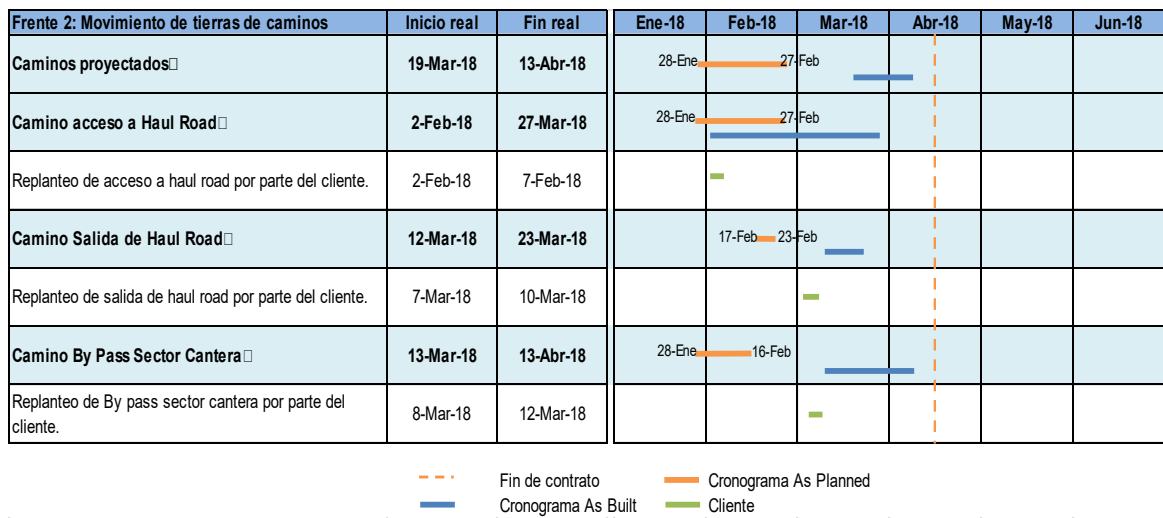


Figura 73. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Como en el frente anterior, se analizaron los resultados e impactos con el cronograma “Collapsed As Built” del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos, para tener mayor claridad en dichos resultados. A continuación, se muestra en la siguiente figura el cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos.

CRONOGRAMA	REAL			COLLAPSED AS BUILT		
	Duración	Inicio	Fin	Duración Final	Inicio	Fin
Frente 2: Movimiento de Tierras de Caminos	71	02-feb	13-abr	71	02-feb	13-abr
Caminos proyectados	26	19-mar	13-abr	26	19-mar	13-abr
Camino acceso a Haul Road	54	02-feb	27-mar	48	02-feb	21-mar
Replanteo de acceso a Haul Road por el cliente	6	02-feb	07-feb			
Camino Salida de Haul Road	12	12-mar	23-mar	8	07-mar	14-mar
Replanteo de salida de Haul Road por el cliente	4	07-mar	10-mar			
Camino By Pass Sector Cantera	32	13-mar	13-abr	27	08-mar	03-abr
Replanteo de By Pass Cantera por el cliente	5	08-mar	12-mar			

Figura 74. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

En el cronograma de actividades del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos mostrada en la figura 73, se observa que se dividió en cuatro grupos: caminos proyectados, camino acceso a Haul road, camino salida de Haul road y caminos *by pass* sector cantera. Como conclusión del análisis de las figuras 73 y 74, se comenta lo siguiente:

- De acuerdo al programa de trabajo línea base se debió de empezar las excavaciones del “camino de acceso a Haul Road” el 28 de enero del 2018, el cual no fue así, ya que empezó 04 días de retraso debido al replanteo de dicho acceso por parte del cliente. Añadido a ello se suma las deficiencias que evidenció el contratista con el inicio de equipos inoperativos e improductividad en las actividades de excavación, es por ello que se acabó de realizar dicha actividad en 54 días cuando debió de acabar en 31 días de acuerdo a lo programado. El retraso mostrado no impactó en el tiempo, ya que dicha actividad no formó parte de la ruta crítica.
- En las actividades de “camino salida de Haul Road” y “camino *by pass* sector cantera” también fue retrasado en el inicio de dichas actividades por el replanteo por parte del cliente, y como estas actividades también no formaron parte de la ruta crítica no impactaron en el tiempo de ejecución del proyecto.

- De acuerdo a la figura 74 se observa que el frente N°2 tuvo su inicio real el 02 de febrero del 2018 y como fecha de término real el 13 de abril. A pesar que los trabajos de replanteo por parte del cliente limitaban su inicio de dichas actividades, esto no impactó en tiempo, ya que de igual forma el contratista lo hubiera acabado en las mismas fechas como se puede evidenciar de acuerdo al cronograma Collapsed As Built. Por otro lado, y de acuerdo a lo programado, se debió de terminar el 27 de febrero del 2018, pero debido a la ejecución simultánea de trabajos adicionales, la improductividad en las actividades de excavación y no evidenciar avances de acuerdo a lo planeado se terminó el 13 de abril, terminándose dicha actividad dentro de la fecha final del proyecto (17 de abril del 2018), siendo por ello un total de 45 días de retraso como excusables y no compensables.
- Atraso en la entrega de áreas de trabajo por parte del cliente:

De acuerdo a los hitos contractuales se indicó el compromiso y la responsabilidad que tenía el cliente en la entrega de áreas de trabajo para fechas que fueron necesarios intervenir de acuerdo al programa de trabajo línea base, siendo dos de entrega de área, tales como se describe a continuación:

- Entrega de cantera de arena por el cliente para construcción de cruces de camino (según LB: 28/02/2018).
- Entrega de área 1+400 a 1+800 por el cliente para construcción de cruce camino N° 05, machones (Bloques de anclaje) y montaje de tuberías. (según LB: 10/02/2018).

Con los compromisos asumidos por el cliente en la entrega de áreas mencionadas en líneas arriba para fechas programadas de acuerdo al programa de trabajo línea base, se tuvo como hitos principales e importantes para dar el inicio de actividades y trabajos en áreas específicas, no formando parte como ruta crítica, pero siendo necesario para el normal avance y continuidad de trabajos y

actividades programados en la planificación maestra. El incumplimiento de la entrega y/o liberaciones de las áreas de trabajo en mención, impactaron en la planificación de actividades propuestos inicialmente y generaron el cambio de ruta crítica de actividades, haciéndolo prioridad la ejecución de los trabajos impactados por el atraso en la liberación de áreas. Para un mejor análisis de los impactos generados por la entrega de áreas fuera del tiempo programado por parte del cliente, se agrupó en los dos siguientes frentes de trabajo del proyecto los cuales son:

- Frente N°03 “Cruce de caminos”: Atraso del cliente en la entrega de cantera de arena para construcción de cruces de caminos y atraso en la entrega de área 1+400 a 1+800 para construcción de cruce camino N° 05.
- Frente N°04 “Bloques de anclaje y tuberías”: Atraso en la entrega de área 1+400 a 1+800 para construcción de machones (Bloques de anclaje) y montaje de tuberías.

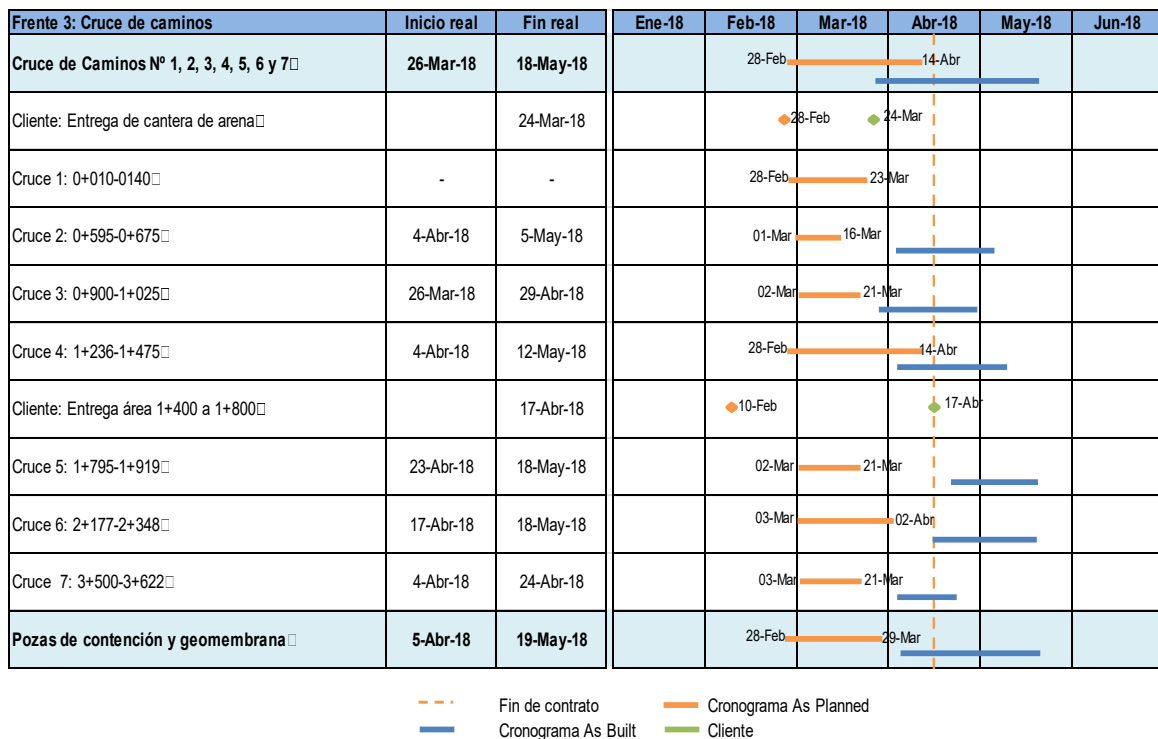


Figura 75. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 3: Cruce de caminos.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Se muestra en la figura anterior el cronograma As Planned vs As Built del frente N° 3: Cruce de caminos. Cada uno de las actividades presentan las fechas del programa de trabajo línea base (Cronograma As Planned) y las fechas reales en el que se construyeron (Cronograma As Built). En el cronograma de actividades del frente N° 3: Cruce de caminos mostrada en la figura 75, se observa que se dividió en dos grupos: “Cruce de caminos N° 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7”, y “Pozas de contención y geomembrana”. Se analizó los resultados e impactos en tiempo con el cronograma “Collapsed As Built” del frente N° 3: Cruce de caminos, para tener mayor claridad en dichos resultados. En el cronograma “Collapsed As Built” del frente N° 3 se retiró las deficiencias e incumplimientos del cliente, esto nos permitió cuantificar las responsabilidades que tuvieron las partes involucradas en el retraso de la culminación del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation. A continuación, se muestra en la siguiente figura el cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 3: Cruce de caminos.

CRONOGRAMA	REAL			COLLAPSED AS BUILT		
	Descripción	Duración	Inicio	Fin	Duración Final	Inicio
Frente 3: Cruce de Caminos	55	26-mar	19-may	58	17-mar	13-may
Cruce de Caminos N° 1, 2, 3, 4, 5 y 6 , 7	54	26-mar	18-may	54	17-mar	09-may
Contratista: Operatividad de curvadora			15-mar			15-mar
Cliente: Entrega de cantera de arena			24-mar			24-mar
Cruce N° 1: Km 0+010 a 0140						
Cruce N° 2: Km 0+595 a 0+675	32	04-abr	05-may	32	26-mar	26-abr
Cruce N° 3: Km 0+900 a 1+025	35	26-mar	29-abr	35	17-mar	20-abr
Cruce N° 4: Km 1+236 a 1+475	39	04-abr	12-may	39	26-mar	03-may
Cliente: Entrega área Km 1+400 a 1+600			17-abr			17-abr
Cruce N° 5: Km 1+795 a 1+919	26	23-abr	18-may	26	14-abr	09-may
Cruce N° 6: Km 2+177 a 2+348	32	17-abr	18-may	32	08-abr	09-may
Cruce N° 7: Km 3+500 a 3+622	21	04-abr	24-abr	21	26-mar	15-abr
Pozas de contención y geomembrana	45	05-abr	19-may	45	30-mar	13-may

Figura 76. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 3: Cruce de caminos.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Como conclusión del análisis de las figuras 75 y 76, se comenta lo siguiente:

- El inicio de la construcción de los cruces de caminos N° 2, 3, 4, 5, 6 y 7 estuvo sujeto a la culminación del frente N° 2: Movimiento de tierras de caminos, a la entrega de cantera de arena por parte del cliente, dicha entrega y/o autorización de ingreso a la cantera de arena fue necesaria para la extracción de arena para posteriormente ser utilizado como material de relleno. De acuerdo a la figura 75, la entrega de cantera de arena debió ser el 28 de febrero del 2018, pero en la realidad fue el 24 de marzo del 2018 con un retraso de 24 días. Es importante mencionar que de acuerdo a la figura 76 se observa que existieron pocos días de diferencia entre las fechas realmente construidos y las fechas considerando que la entrega de la cantera se hubiera cumplido de acuerdo a lo programado. La diferencia es simplemente 9 días de retraso en todos los cruces.
- En la construcción del cruce N° 5 su inicio dependió de la entrega de cantera de arena y la liberación del área 1+400 a 1+800, siendo las fechas de acuerdo a la línea base el 28 de febrero y el 10 de febrero del 2018 respectivamente. El cliente entregó la cantera de arena con 24 días de retraso y el área 1+400 a 1+800 con 66 días de retraso. De acuerdo a la figura 76 se observa que, retirando estas deficiencias en la entrega de áreas por parte del cliente, la diferencia de fechas de fin del cronograma real y Collapsed As Built es de 9 días de retraso.
- De acuerdo a la figura 76, el frente N° 3 terminó como fecha real de su construcción el 19 de mayo del 2018, y la fecha bajo la responsabilidad del contratista en la culminación fue el 13 de mayo del 2018, la diferencia entre ambos es de 6 días, los cuales son considerados como retrasos excusables y compensables por parte del cliente. Los retrasos generados a partir de la fecha fin programado del proyecto (17 de abril del 2018) al 13 de mayo del 2018 son retrasos ocasionados bajo la responsabilidad del contratista siendo un total de 26 días de retraso, considerados estos últimos como retrasos excusables y no compensables.

A continuación, en la figura 77, se muestra el detalle del cronograma As Planned vs As Built del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías. Cada uno de las actividades presentan las fechas del programa de trabajo línea base (Cronograma As Planned) y las fechas reales en el que se construyeron (Cronograma As Built).

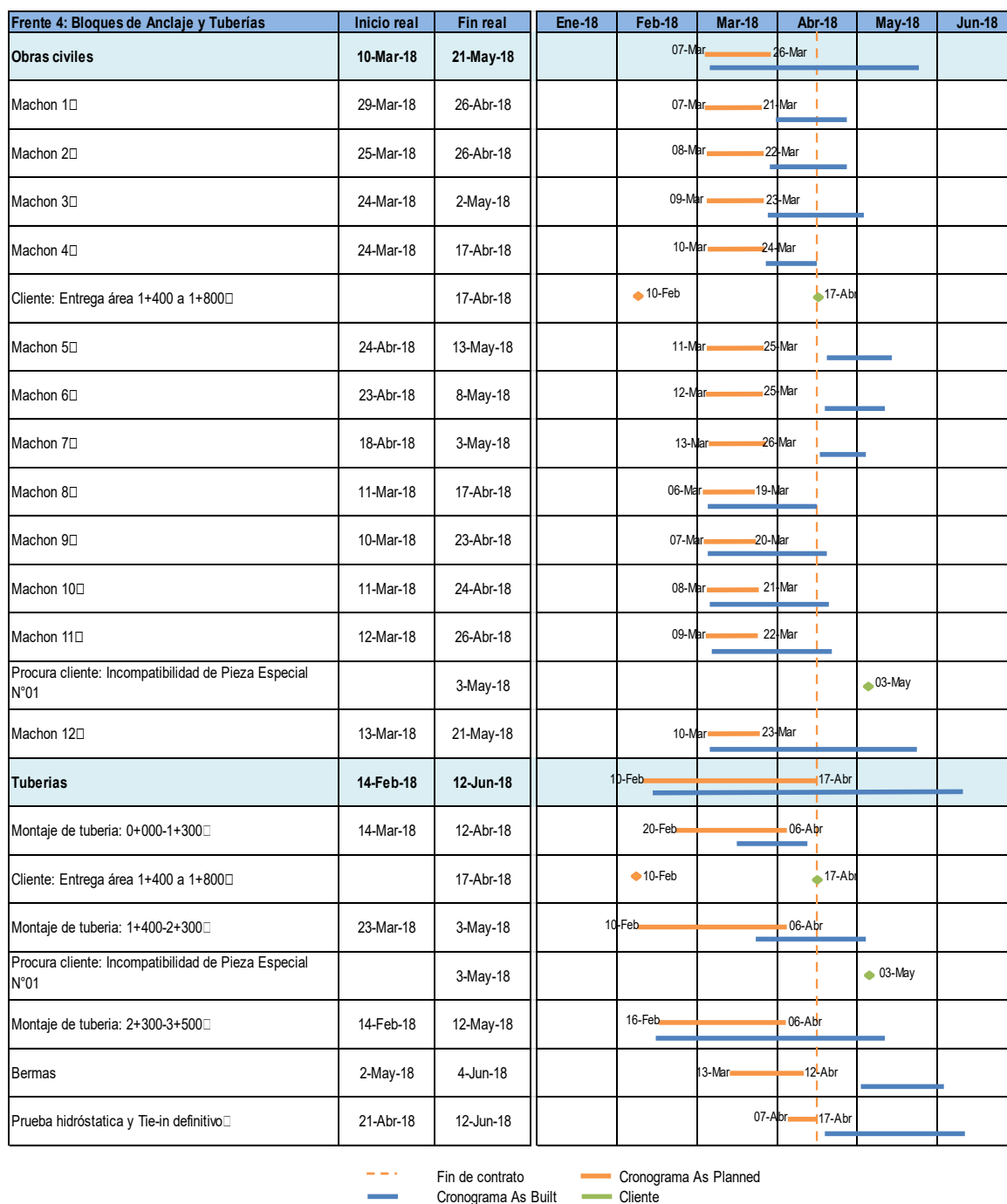


Figura 77. Cronograma As Planned vs As Built del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

En el cronograma de actividades del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías mostrada en la figura 77, se observa que se dividió en dos grupos: “Obras civiles” y “Tuberías”. Se analizaron los resultados e impactos en tiempo con los cronogramas “As Built” (figura 77), “As Planned” (figura 77) y “Collapsed As Built” (figura 78) del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías.

CRONOGRAMA	REAL			COLLAPSED AS BUILT		
	Duración	Inicio	Fin	Duración Final	Inicio	Fin
Frente 4: Bloques de Anclaje y Tuberías	119	14-feb	12-jun	89	14-feb	13-may
Obras civiles	73	10-mar	21-may	48	10-mar	26-abr
Machon 1	29	29-mar	26-abr	29	23-mar	20-abr
Machon 2	33	25-mar	26-abr	33	19-mar	20-abr
Machon 3	40	24-mar	02-may	40	18-mar	26-abr
Machon 4	25	24-mar	17-abr	25	20-mar	13-abr
Cliente: Entrega de área Km 1+400 a 1+600			17-abr			17-abr
Machon 5	20	24-abr	13-may	20	06-abr	25-abr
Machon 6	16	23-abr	08-may	16	07-abr	22-abr
Machon 7	16	18-abr	03-may	16	08-abr	23-abr
Machon 8	38	11-mar	17-abr	38	11-mar	17-abr
Machon 9	45	10-mar	23-abr	45	10-mar	23-abr
Machon 10	45	11-mar	24-abr	45	11-mar	24-abr
Machon 11	46	12-mar	26-abr	46	12-mar	26-abr
Procura cliente: Incompatibilidad de Pieza Especial N°01			03-may			
Machon 12	70	13-mar	21-may	42	13-mar	23-abr
Tuberías	119	14-feb	12-jun	89	14-feb	13-may
Montaje de tubería: Km 0+000 a 1+300	30	14-mar	12-abr	30	08-mar	06-abr
Cliente: Entrega de área Km 1+400 a 1+800			17-abr			
Montaje de tubería: Km 1+400 a 2+300	42	23-mar	03-may	20	06-abr	25-abr
Procura cliente: Incompatibilidad de Pieza Especial N°01			03-may			
Montaje de tubería: Km 2+300 a 3+500	88	14-feb	12-may	70	14-feb	24-abr
2+300 a 3+660				66	14-feb	20-abr
3+660 a 3+700				5	20-abr	24-abr
Bermas	34	02-may	04-jun	20	24-abr	13-may
Tie-in definitivo	53	21-abr	12-jun	1	26-abr	26-abr

Figura 78. Cronograma As Built vs Collapsed As Built del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

El cronograma anterior muestra el As Built vs Collapsed As Built del frente N° 4: Bloques de anclaje y tuberías; en el cronograma "Collapsed As Built" del frente N° 4 se retiraron las deficiencias e incumplimientos del cliente, permitiendo cuantificar las responsabilidades que tuvieron las partes involucradas en el retraso de la culminación del proyecto en estudio. Como conclusión del análisis de la figura 77 y 78 se comenta lo siguiente:

- La entrega de área 1+400 a 1+800 fue a responsabilidad del cliente, el cual tuvo un retraso de entrega de 66 días. Este retraso de entrega impactó en la fecha de culminación de los machones 5, 6 y 7, estos últimos debieron acabar el 25 de abril del 2018 (De acuerdo al cronograma Collapsed As Built), pero acabaron el 13 de mayo del 2018, generando 18 días de retraso. De igual forma impactó en la fecha de culminación del montaje de tuberías de las progresivas 1+400 a 2+300, retrasándose en 8 días como se puede observar en la figura 78. Debido que en el frente N° 3 se continuó construyendo hasta el 13 de mayo bajo la responsabilidad del contratista, es por ello que estos días de retraso fueron considerados retrasos excusables y no compensables por el cliente.
- La procura de la pieza especial N° 01 fue parte de la responsabilidad del cliente, dicha pieza especial llegó con incompatibilidades en sus medidas, este último impactó negativamente en la culminación de las actividades de montaje de tubería de las progresivas de 2+300 a 3+500, construcción de bermas y la ejecución del tie-in definitivo, de los cuales el retraso más crítico fue en la ejecución del tie-in definitivo, ya que tuvo un retraso de 47 días. De acuerdo al cronograma Collapsed As Built la fecha bajo la responsabilidad del contratista fue el 13 de mayo del 2018, considerando a partir de ello el retraso de 47 días se redujo a 30 días como retrasos por responsabilidad del cliente, siendo retrasos excusables y compensables por el mismo.

- Cuantificación de días de retraso respecto a línea base 0:

Se cuantificaron los días retrasados por responsabilidades, ya sea por parte del contratista y por parte del cliente.

En la tabla 17 se muestra las fechas de entregables por cada frente de trabajo, los cuales detallan la fecha exacta que se debió de terminar de acuerdo a la línea base 0 (LB0), las fechas bajo impactos asumidos por el contratista (Impacto Contratista) y por último las fechas que realmente terminaron cada frente de trabajo (Impacto Cliente). La diferencia de fechas entre “Impacto contratista” y “LB0” nos permitió obtener los retrasos excusables no compensables, y la diferencia de fechas entre “Impacto Cliente” e “Impacto Contratista” los retrasos excusables compensables.

Tabla 17. *Fechas de entrega por frente de trabajo.*

ENTREGABLE	LINEA BASE 0	IMPACTO CONTRATISTA	IMPACTO CLIENTE
Frente 1	11-abr	06-may	07-jun
Frente 2	27-feb	13-abr	13-abr
Frente 3	14-abr	13-may	19-may
Frente 4	17-abr	13-may	12-jun
General LB Impacted	17-abr	13-may	12-jun

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de días retrasados por cada frente de trabajo, habiendo por cada uno de ellos retrasos excusables no compensables (ENC) y retrasos excusables compensables (EC).

Tabla 18. *Retrasos excusables no compensables (ENC) y retrasos excusables compensables (EC).*

ENTREGABLE	ENC (En días)	EC (En días)
Frente 1	25	32
Frente 2	45	0
Frente 3	29	6
Frente 4	26	30
General LB Impacted	26	30

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Como conclusión del análisis de las tablas 17 y 18 se comenta lo siguiente:

- El proyecto en estudio MPD003 Tailing Pipeline Relocation tuvo como fecha fin programado el 17 de abril del 2018 (de acuerdo al programa de trabajo línea base 0), y debido a los impactos asumidos por el contratista como las deficiencias que evidenció el contratista con el inicio de equipos inoperativos, improductividad en las actividades de excavación y la ejecución de los trabajos adicionales que se ejecutaron paralelamente a las actividades contractuales. Este último aumentó la complejidad de ejecución del proyecto. Es por ello que bajo la responsabilidad del contratista se generó 26 días de retraso como se muestra en la tabla 29, estos días fueron considerados como retrasos excusables no compensables, ni reconocidos como costos indirectos por ampliación de plazo.
 - Las causas de retraso bajo la responsabilidad del cliente fueron debido a la entrega tardía de cantera de arena, así mismo en la demora de entrega de área 1+400 a 1+800 por el cliente, a la falta de llegada de las piezas de estación disipadora (Procura del cliente), la autorización tardía del cliente para intervenir la fundación W1 y la incompatibilidad de pieza especial N°01. Todo ello retrasó 30 días en la culminación final del proyecto, y fue bajo la responsabilidad del cliente. Los 30 días de retraso fueron considerados como retrasos excusables compensables y reconocidos como costos indirectos por ampliación de plazo. El costo total indirecto por ampliación de plazo reconocido por el cliente por los 30 días de retraso excusables compensables ascendió a S/ 1 380 348.27.
- Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por la procura del cliente:

Anteriormente, se agruparon las incidencias que resultaron en los sobrecostos del proyecto. En la tabla 19 se incluyó el costo inicial del

proyecto, el cual se tomó como la totalidad (100 %) y en base a ello se calculó la incidencia en porcentaje del sobrecosto originados por la procura.

Tabla 19. *Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por la procura.*

Descripción	Monto	Incidencia
Línea base de costo del proyecto.	S/ 22 919 779.58	100 %
Procura del cliente	S/ 1 380 348.27	6.02 %
Total	S/ 24 300 127.85	106.02 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

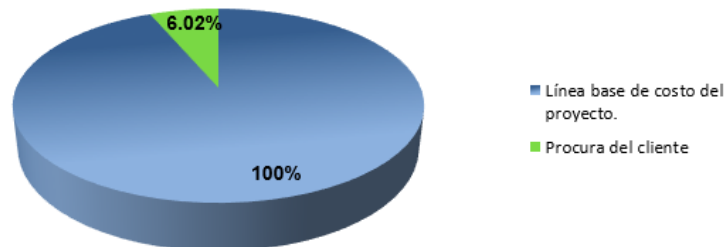


Figura 79. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por la procura del cliente.

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Como conclusión del análisis de la tabla 19 y la figura 79 se comenta lo siguiente:

- Hubo un incremento del 6.02 % como sobrecostos originados por el incumplimiento en la procura del cliente, estos últimos generaron mayores costos de gastos generales por extensión de plazo reconocidos por un costo indirecto total (monto total) de S/ 1 380 348.27 como se observa en la tabla 19.
- Factores climáticos:

Los factores climáticos paralizaron en muchas ocasiones las actividades de construcción del proyecto en estudio, en algunos casos fueron debido

al cumplimiento de la política de seguridad de Unidad Minera Chinalco Perú S.A. (lugar en el que se construyó el proyecto en estudio MPD003 Tailing Pipeline Relocation), y en otros casos debido a la dificultad que generaron en el desarrollo de las actividades de construcción. En el primer caso se debía de paralizar las labores en “alerta roja”, este tipo de alerta fue debido a la caída de rayo dentro del radio de 0 a 8 kilómetros del punto de operación y/o construcción, y en el segundo caso fueron debido a las nevadas, lluvia intensa y neblina densa los cuales dificultaban el normal desarrollo de las actividades de construcción y por ello se debía de paralizar las labores en ciertas ocasiones. Todas estas causas generaron paralizaciones de las labores en diferentes días contractuales y por ende el *stand by* de trabajadores en turno como capataz, operario, oficial y ayudantes.



Figura 80. Presencia de condiciones climáticas severas en los procesos constructivos de la obra.

Fuente: propia.

En la figura 80 se muestra la presencia de condiciones climáticas severas en los procesos constructivos de la obra. Para el presente estudio se calculó la cantidad de HH (Horas hombre) en *stand by* y el costo equivalente de dichas horas hombre. A continuación, se presenta el análisis de la influencia de los factores climáticos en la base costo de la construcción del proyecto.

- Tormenta eléctrica:

Las alertas de tormenta eléctrica se dividieron en tres tipos de alertas: alerta amarilla (preventiva), alerta naranja (advertencia) y alerta roja (refugiarse). En la alerta amarilla y naranja no se paralizaban los trabajos, mientras que en la alerta roja si se paralizaban los trabajos debido al nivel de peligro de los rayos. En comparación a la lluvia intensa, nevada y neblina densa, la tormenta eléctrica con alerta roja fue un factor climático que generó la mayor cantidad de paralizaciones de labores en la ejecución del proyecto. En la siguiente figura se muestra un acercamiento de una tormenta eléctrica en obra.



Figura 81. Acercamiento de una tormenta eléctrica en obra.

Fuente: propia.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de fechas afectadas por tormenta eléctrica en las paralizaciones de labores, hubo un total de 40 días en los que se paralizaron las labores que variaron de 30 minutos hasta 3 horas como máximo por día. En cada día hubo mano de obra directa trabajando como capataces, operarios, oficiales y ayudantes, cada vez que el centro de control de alertas de tormenta eléctrica comunicaba mediante radio “alerta roja”, absolutamente todos los trabajadores que se encontraban laborando en los frentes de trabajo debían de evacuar y refugiarse en los puntos de refugio más

cercano, paralizando así las labores en los frentes de trabajo, puesto que dichos frentes estuvieron a la intemperie. Hubo un total de 7 043 HH en *stand by* a causa de la tormenta eléctrica en alerta roja, equivalente en costo de S/ 362 661.77.

Tabla 20. Resumen de fechas afectadas por tormenta eléctrica en las paralizaciones de labores.

Fecha afectada	Turno	Factor Climático	Color de Alerta	Cantidad de horas afectadas/día	Capataz	Operario	Oficial	Ayudante	Cantidad Hombres	HH en stand by	Costo stand by (S/)
2-Feb-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	2	8	6	2	18	18.0	918.99
7-Feb-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	2.00	2	6	3	3	14	28.0	1 423.59
8-Feb-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	2.00	2	7	3	2	14	28.0	1 444.85
10-Feb-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.50	3	15	4	3	25	37.5	1 955.52
13-Feb-18	Noche	Tormenta eléctrica	Roja	2.00	1	8	7	0	16	32.0	1 645.01
17-Feb-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	2.00	2	27	6	2	37	74.0	3 896.55
18-Feb-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	2.00	1	16	5	0	22	44.0	2 321.91
22-Feb-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.67	3	40	26	5	74	49.3	2 526.23
1-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	5	74	34	20	133	133.0	6 777.85
5-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.50	7	68	28	18	121	181.5	9 291.98
8-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	8	64	35	20	127	127.0	6 454.18
12-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.50	6	63	29	17	115	172.5	8 806.27
14-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	2.50	10	115	45	26	196	490.0	25 166.62
15-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	10	120	43	27	200	200.0	10 286.13
17-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	8	108	41	20	177	177.0	9 122.58
18-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.50	9	90	30	20	149	74.5	3 841.10
19-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	2.50	8	100	41	16	165	412.5	21 287.53
22-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	2.00	8	100	41	16	165	330.0	17 030.02
23-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.50	11	136	51	15	213	106.5	5 533.47
24-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	11	136	51	15	213	213.0	11 066.93
24-Mar-18	Noche	Tormenta eléctrica	Roja	2.50	3	28	10	1	42	105.0	5 514.08
26-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.50	12	134	56	18	220	110.0	5 691.71
28-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	16	114	63	29	222	222.0	11 338.67
29-Mar-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	14	117	51	29	211	211.0	10 817.87
1-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	10	119	33	16	178	178.0	9 278.29

3-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.50	14	145	54	27	240	360.0	18 585.03
4-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	11	122	47	20	200	200.0	10 336.38
6-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	13	128	50	21	212	212.0	10 961.08
10-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.50	10	139	47	24	220	330.0	17 061.95
10-Abr-18	Noche	Tormenta eléctrica	Roja	3.00	1	21	12	5	39	117.0	5 945.43
11-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.50	11	141	61	29	242	363.0	18 633.14
12-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.25	15	153	72	26	266	66.5	3 422.78
13-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	11	132	51	25	219	219.0	11 285.70
19-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.17	11	112	48	16	187	31.2	1 611.32
22-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.50	8	124	46	20	198	99.0	5 113.34
26-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.50	13	147	64	23	247	123.5	6 370.99
30-Abr-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	0.50	11	142	58	25	236	118.0	6 079.84
4-May-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.50	13	153	59	10	235	352.5	18 395.39
6-May-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	8	118	44	26	196	196.0	10 067.98
7-May-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	12	69	83	27	191	191.0	9 535.68
12-May-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	10	89	48	29	176	176.0	8 931.19
13-May-18	Día	Tormenta eléctrica	Roja	1.00	7	78	33	16	134	134.0	6 886.62
Total										7 043	362 661.77

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

- Nevada:

La nevada también fue un factor climático que paralizó las labores de los frentes de trabajo. Hubo un total de 233 HH en *stand by* a causa de la nevada, equivalente en costo de S/ 12 155.86.

Tabla 21. Resumen de fechas afectadas por la nevada en las paralizaciones de labores.

Fecha afectada	Turno	Factor Climático	Color de Alerta	Cantidad de horas afectadas/día	Capataz	Operario	Oficial	Ayudante	Cantidad Hombres	HH en <i>stand by</i>	Costo <i>stand by</i> (S/)
14-Feb-18	Día	Nevada	-	8.00	1	11	5	0	17	136.0	7 120.74
22-Abr-18	Noche	Nevada	Roja	2.00	2	26	11	1	40	80.0	4 175.78
24-Abr-18	Noche	Nevada	Roja	1.00	1	7	8	1	17	17.0	859.35
Total										233.0	12 155.86

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Como se muestra a continuación, la nevada como factor climático impactó negativamente en la ejecución de la obra, generando paralización de labores o frentes de trabajo.



Figura 82. Paralización de labores en obra por causa de la nevada.

Fuente: propia.

- Neblina densa:

La neblina densa fue un factor climático que generó una menor cantidad de paralizaciones de labores en la ejecución del proyecto. El resumen de fechas afectadas por la neblina densa en las paralizaciones de labores, abarca a un total de 01 día en lo que se paralizó las labores con una cantidad de 4 horas. Hubo un total de 64 HH en *stand by* a causa de la neblina densa, equivalente en costo de S/. 3.290.03.

Tabla 22. Resumen de fechas afectadas por neblina densa en las paralizaciones de labores.

Fecha afectada	Turno	Factor Climático	Color de Alerta	Cantidad de horas afectadas/día	Capataz	Operario	Oficial	Ayudante	Cantidad Hombres	HH en <i>stand by</i>	Costo <i>stand by</i> (S/)
13-Feb-18	Noche	Neblina densa	-	4.00	1	8	7	0	16	64.0	3 290.03
Total										64.0	3 290.03

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

- Lluvia intensa:

La lluvia intensa fue también un factor climático que generó una menor cantidad de paralizaciones de labores en la ejecución del proyecto. A continuación, se presenta el resumen de las fechas afectadas por lluvia intensa en las paralizaciones de labores, hubo un total de 01 día en lo que se paralizó las labores con una cantidad de 4 horas. Hubo un total de 64 HH en *stand by* a causa de la lluvia intensa, equivalente en costo de S/. 3 290.03.

Tabla 23. Resumen de fechas afectadas por la lluvia intensa en las paralizaciones de labores.

Fecha afectada	Turno	Factor Climático	Color de Alerta	Cantidad de horas afectadas/día	Capataz	Operario	Oficial	Ayudante	Cantidad Hombres	HH en stand by	Costo stand by (S/)
13-Feb-18	Noche	Lluvia Intensa	-	4.00	1	8	7	0	16	64.0	3 290.03
Total										64.0	3 290.03

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

Como se muestra a continuación, la lluvia intensa como factor climático también impactó negativamente en la ejecución de la obra, generando paralización de labores o frentes de trabajo.



Figura 83. Paralización de labores en obra por causa de la lluvia intensa.

Fuente: propia.

- Incidencia en costo de factores climáticos por la paralización de labores:

Tabla 24. *Incidencia en costo de factores climáticos por la paralización de labores.*

Factor Climático	HH en <i>stand by</i>	Costo <i>stand by</i> (S/)	Incidencia
Tormenta eléctrica	7 043	362 661.77	95.09 %
Nevada	233	12 155.86	3.19 %
Neblina densa	64	3 290.03	0.86 %
Lluvia Intensa	64	3 290.03	0.86 %
Total	7 404	381 397.68	100 %

Fuente: recopilación propia (Minera Chinalco Perú S.A.).

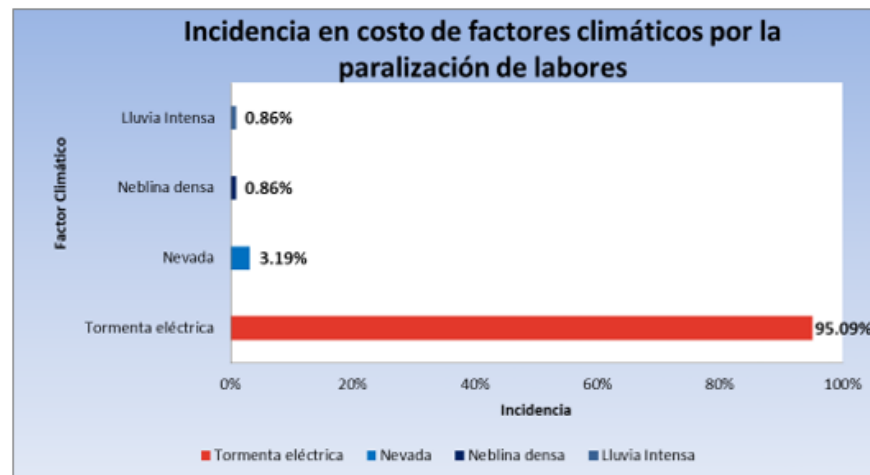


Figura 84. Incidencia en costo de factores climáticos por la paralización de labores.

Fuente: elaboración propia.

Como conclusión del análisis de la tabla 24 y la figura 84, se comenta lo siguiente:

- El factor climático que generó mayor cantidad de HH paralizados fue la tormenta eléctrica con alerta roja con un total de 7 043 HH paralizados, equivalente en costo de S/ 362 661.77 con una incidencia de 95.09 % del total. El costo total por *stand by* de HH por factores climáticos ascendió a S/. 381 397.68.

- Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por factores climáticos:

Se agruparon previamente las incidencias que resultaron en los sobrecostos del proyecto. En la tabla 25 se incluyó el costo inicial del proyecto el cual se tomó como la totalidad (100 %) y en base a ello se calculó la incidencia en porcentaje del sobrecosto originados por factores climáticos.

Tabla 25. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por factores climáticos.

Descripción	Monto	Incidencia
Línea base de costo del proyecto.	S/ 22 919 779.58	100 %
Factores climáticos	S/ 381 397.68	1.66 %
Total	S/ 23 301 177.26	101.66 %

Fuente: elaboración propia.

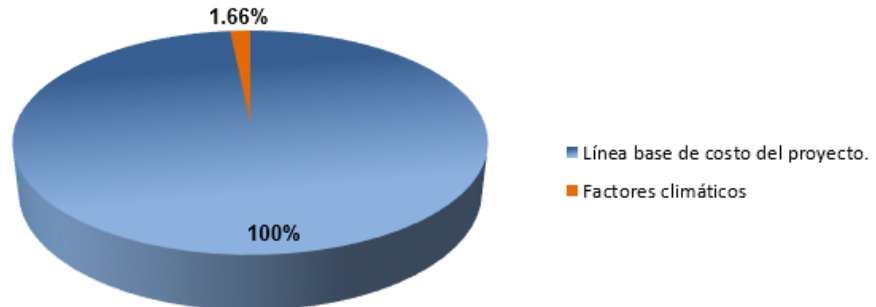


Figura 85. Resumen general de incidencias de sobrecostos originados por factores climáticos.

Fuente: elaboración propia.

Como conclusión del análisis de la tabla 25 y la figura 85 se comenta lo siguiente:

- o Hubo un incremento del 1.66 % como sobrecostos originados por las paralizaciones de frentes de trabajo debido a las tormentas eléctricas con alerta roja, nevada, neblina densa y lluvia intensa durante la ejecución del proyecto.

c) Aplicación del proceso de gestión de riesgos según el PMBOK:

La guía de Project Management Body Of Knowledge (PMBOK Guide), en su sexta edición, recomienda que todo tipo de proyecto de construcción debe de realizar el análisis y gestión de riesgos de forma integral y completa antes de su ejecución. La falta de gestión de riesgos negativos en los proyectos, les hace totalmente vulnerables a los impactos que ocasionarían, como retrasos, sobrecostos, mala reputación, etc. En la figura 86 se muestra la integración de la gestión de riesgos que todo proyecto debe aplicar antes de su materialización, para reducir o mitigar los impactos de sobrecostos y retrasos. Por todo lo mencionado en líneas precedentes, se aplicó esta metodología recomendada al proyecto en estudio del presente trabajo de investigación, y de tal manera se obtuvo un plan de respuesta ante los riesgos que generaron sobrecostos en el proyecto.

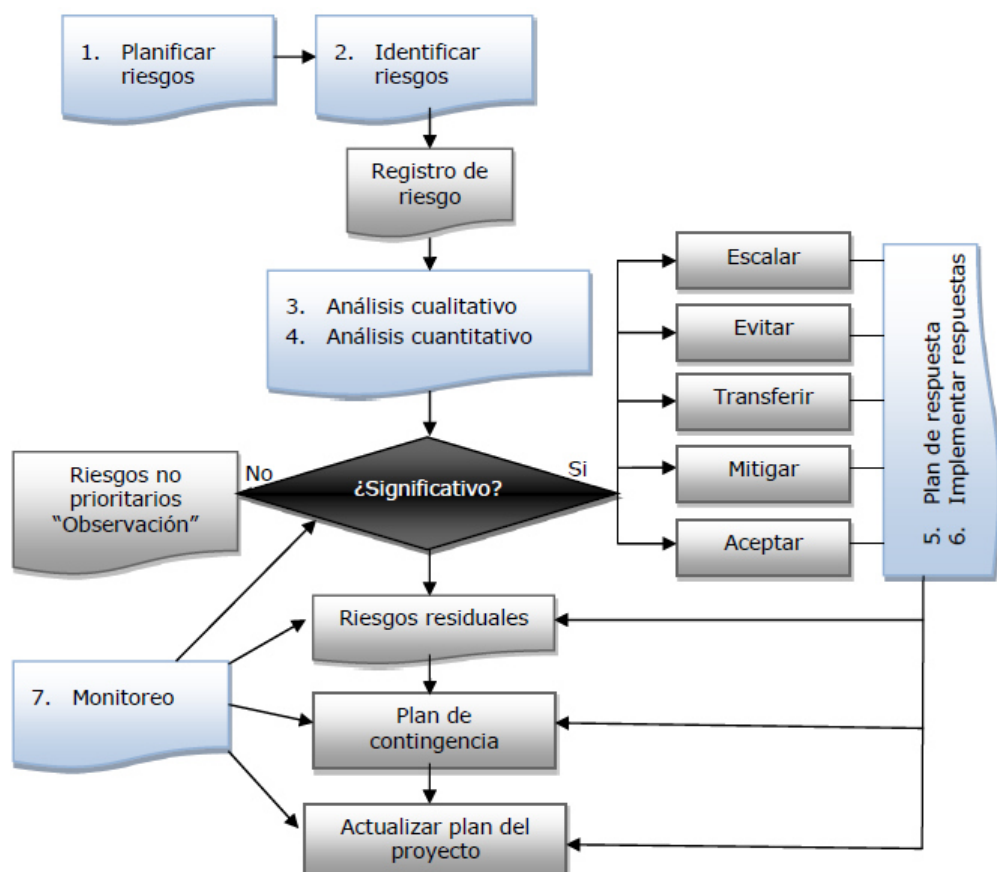


Figura 86. Integración de la gestión de riesgos.

Fuente: Lledó (PMBOK) (24).

A continuación, se muestra el detalle de los siete procesos que recomienda la integración de la gestión de riesgos mostrados en la figura 86, los cuales se aplicaron al proyecto en estudio.

- Planificar la gestión de riesgos:

En este proceso de gestión de riesgos, se procedió a definir la metodología, probabilidad, impacto, matriz de riesgo y la definición de estrategias que se utilizaron.

- Metodología: se emplean los estándares globales de gestión de los riesgos recomendada por el PMI® cuyos procesos se explicitan en la Guía del PMBOK®. Para la identificación de riesgos se acordó realizar talleres de trabajo integrando equipos multidisciplinarios de distintas áreas internas y externas del proyecto. Se emplean puntajes de riesgo cualitativo multiplicando la probabilidad y el impacto de cada riesgo identificado. El análisis cuantitativo se emplea únicamente para aquellos riesgos que estén identificados con nivel de prioridad alta o media.
- Definición de probabilidad: la probabilidad de ocurrencia de los riesgos se definió de la siguiente forma: 1 (muy baja), 2 (baja), 3 (moderada), 4 (alta) y 5 (muy alta).
- Definición de impacto: el impacto fue clasificado en función al impacto generado en costo y de acuerdo a ello agrupados en 5, los cuales son: 1 (muy bajo), 2 (bajo), 3 (moderado), 5 (alto) y 10 (muy alto). A continuación, se muestra la definición del impacto.

Tabla 26. *Definición de impacto.*

IMPACTO	Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 5	Muy alto 10
COSTO Millones de S/	< 0.05	0.05 - 0.1	0.1 - 1	1 - 5	> 5

Fuente: Lledó (PMBOK) (24).

En la tabla 26 se muestra la definición de impacto en costo que se utilizó para calificar a los riesgos del proyecto; dichos costos van desde la escala más baja (menores a S/ 50 000) y los que se encuentran en la más alta (mayores a 5 millones de soles).

- o Matriz de riesgo - Probabilidad de impacto:

La matriz de riesgo se obtuvo mediante la multiplicación entre la escala de probabilidad y el de impacto, tal como se muestra en la siguiente figura.

		Impacto				
		Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 5	Muy alto 10
Probabilidad	Muy baja 1	1	2	3	5	10
	Baja 2	2	4	6	10	20
	Moderada 3	3	6	9	15	30
	Alta 4	4	8	12	20	40
	Muy Alta 5	5	10	15	25	50

Figura 87. Matriz de riesgo - Probabilidad de impacto.

Fuente: Lledó (PMBOK) (24).

De acuerdo a la figura 87, los riesgos que se encuentren con puntaje entre 0 - 9 son de "baja prioridad", los que se encuentren entre 10 - 19 significan de "prioridad media" y aquellos que superen el puntaje 19 son de "alta prioridad".

- o Definición de estrategias:

Tabla 27. Definición de las estrategias.

Puntaje	Prioridad	Estrategia	Significado de cada estrategia
0 - 9	Baja	Aceptación	No hacer nada o dejar por escrito que se hará cuando ocurra ese riesgo.
10 - 19	Media	Transferir o mitigar	Trasladar el riesgo a un tercero o realizar acciones para disminuir la probabilidad o impacto.
> 19	Alta	Evitar	No avanzar con el proyecto hasta no disminuir el puntaje.

Fuente: Lledó (PMBOK) (24).

En la tabla 27 se muestra la definición de las estrategias a utilizar de acuerdo al puntaje y el nivel de prioridad de los riesgos identificados.

- Identificar los riesgos:

Luego de realizar el plan de gestión de riesgos, se identificaron los riesgos negativos que afectarían el cumplimiento de la línea base de costo del proyecto en estudio. Todos los riesgos listados e identificados se detallan en la tabla 28.

Tabla 28. *Listado de riesgos identificados.*

Objetivo	N°	Riesgo	Check
Cumplimiento de línea base de costo	1	Variaciones de mayores y/o menores metrados de partidas contractuales.	✓
	2	Modificación y/o nuevos planos de ingeniería.	✓
	3	Cambio de condiciones iniciales de suelos.	✓
	4	Interferencias con infraestructura existente.	✓
	5	Cambios de especificación.	✓
	6	Trabajos de aceleración.	✓
	7	Suministro tardío de materiales estratégicos por parte del cliente.	✓
	8	Atraso en la entrega de áreas de trabajo por parte del cliente.	✓
	9	Tormenta eléctrica.	✓
	10	Nevada.	✓
	11	Neblina densa.	✓
	12	Lluvia intensa.	✓
	13	Demora de respuesta a consultas de ingeniería.	✓
	14	Demora en respuesta a RFI por supervisión.	✓
	15	Demora en aprobación de protocolos y permisos por supervisión.	✓
	16	Personal no calificado para la tarea ejecutada.	✓
	17	Actos subestándar por parte de los trabajadores.	✓
	18	Falta o déficit de equipos.	✓
	19	Equipo inoperativo o con problemas mecánicos.	✓
	20	Secuencia constructiva inadecuada.	✓
	21	Actividades previas no concluidas.	✓

Fuente: elaboración propia.

La tabla 28 muestra los riesgos que fueron identificados en reuniones contractuales del proyecto. En dichas reuniones estuvo presentes alternadamente el gerente de proyectos de la empresa contratista, equipo de oficina técnica, planeamiento y representantes del cliente.

- Análisis cualitativo de riesgos:

El análisis cualitativo en la gestión de riesgos consiste en evaluar cuál es el impacto y la probabilidad de cada uno de los riesgos identificados, para ello se categorizó y agrupó a los riesgos por causas comunes. En la tabla 29 se muestra la categorización de riesgos ordenados de acuerdo a su importancia relativa sobre el objetivo del proyecto, cumplimiento de la línea base de costo.

Tabla 29. *Categorización de riesgos.*

Categorización de riesgo	Riesgo
Alcance del proyecto	Variaciones de mayores y/o menores metrados de partidas contractuales.
	Modificación y/o nuevos planos de ingeniería.
	Cambio de condiciones iniciales de suelos.
	Interferencias con infraestructura existente.
	Cambios de especificación.
	Trabajos de aceleración.
Procura del cliente	Suministro tardío de materiales estratégicos por parte del cliente.
	Atraso en la entrega de áreas de trabajo por parte del cliente.
Factores climáticos	Tormenta eléctrica.
	Nevada.
	Neblina densa.
	Lluvia intensa.
Documentos	Demora de respuesta a consultas de ingeniería.
	Demora en respuesta a RFI por supervisión.
	Demora en aprobación de protocolos y permisos por supervisión.
Humana	Personal no calificado para la tarea ejecutada.
	Actos subestándar por parte de los trabajadores.
Equipos	Falta o déficit de equipos.
	Equipo inoperativo o con problemas mecánicos.
Programación de actividades	Secuencia constructiva inadecuada.
	Actividades previas no concluidas.

Fuente: elaboración propia.

Si bien los puntajes cualitativos que se le asignan a la probabilidad e impacto de los riesgos suelen ser subjetivos, sin embargo, logran su objetivo de ordenar y priorizar los riesgos identificados.

Tabla 30. *Evaluación cualitativa de riesgos.*

Objetivo - Meta	Riesgo categorizado	Evaluación cualitativa del riesgo			
		Calificación		Nivel de prioridad	
		Impacto	Probabilidad	Calificación	Nivel
Cumplimiento de línea base de costo	Alcance del proyecto	5	5	25	Alta
	Procura del cliente	5	3	15	Media
	Factores climáticos	3	5	15	Media
	Documentos	2	3	6	Baja
	Humana	2	3	6	Baja
	Equipos	2	2	4	Baja
	Programación de actividades	1	3	3	Baja

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 30 se observan siete riesgos categorizados, los que a su vez fueron calificados de acuerdo al impacto y probabilidad. De cada uno de los riesgos se obtuvo una calificación total, y a través de ello se ordenó numéricamente de forma descendente, para luego identificar el nivel de prioridad de cada uno. De todo ello se obtuvo tres riesgos con calificaciones altas, a los que se le asignó un nivel de prioridad de media a alta. En el presente trabajo de investigación se dio mayor análisis y estudio a los riesgos con prioridad de media a alta, debido al gran impacto en costo que generaron en el proyecto.

- Análisis cuantitativo de riesgos:

En el análisis cuantitativo de riesgos se cuantifica la probabilidad de ocurrencia (%) y el impacto en soles (S/) para priorizarlos según su importancia relativa. Para el presente caso, se realizó el análisis cuantitativo para aquellos riesgos con prioridad media a alta, definido previamente en el análisis cualitativo.

Dichos riesgos son: el alcance del proyecto, procura del cliente y los factores climáticos. La evaluación cuantitativa de los tres riesgos se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 31. *Evaluación cuantitativa de riesgos.*

Objetivo - Meta	Riesgo categorizado	Evaluación cuantitativo del riesgo		
		Impacto	Probabilidad	Valor esperado
Cumplimiento de línea base de costo	Alcance del proyecto	S/ 3 319 315.58	90 %	S/ 2 987 384.02
	Procura del cliente	S/ 1 380 348.27	60 %	S/ 828 208.96
	Factores climáticos	S/ 381 397.68	90 %	S/ 343 257.91

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 31 se realizó la evaluación a los tres riesgos con mayor nivel de prioridad. Cada uno de ellos registra un impacto equivalente en sobrecostos generados al finalizar la ejecución del proyecto, y en cuanto a la probabilidad de ocurrencia, se obtuvo las incidencias de acuerdo a datos basados de la empresa contratista y al equipo de proyecto.

- Planificar la respuesta a los riesgos:

Durante la planificación de la respuesta al riesgo se definen planes y acciones para mejorar las oportunidades o disminuir las amenazas. Es por ello que este es el proceso más importante en la gestión de riesgos. Para planificar la respuesta a los riesgos, es necesario tener una matriz de estrategias de respuesta al riesgo, como se observa en la tabla 32, para ello se extrajo dicha matriz del libro Director de Proyectos (24).

Tabla 32. *Matriz de estrategias de respuesta al riesgo.*

		Impacto				
		Muy bajo 1	Bajo 2	Moderado 3	Alto 5	Muy alto 10
probabilidad	Muy baja 1	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar
	Baja 2	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar	Evitar
	Moderada 3	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar	Evitar
	Alta 4	Aceptar	Aceptar	Transferir o Mitigar	Evitar	Evitar
	Muy Alta 5	Aceptar	Transferir o Mitigar	Transferir o Mitigar	Evitar	Evitar

Fuente: Lledó (PMBOK) (24).

Para el proyecto en estudio se definió el plan de mitigación de riesgos, el cual se muestra en la tabla 33.

Tabla 33. *Plan de mitigación de riesgos.*

Objetivo	Riesgo categorizado	Riesgo	Estrategia	Plan de acción requerida
Cumplimiento de línea base de costo	Alcance del proyecto	Variaciones de mayores y/o menores metrados de partidas contractuales.	Evitar	Verificación y cálculo de metrados de partidas contractuales por especialistas en la etapa de licitación del proyecto.
		Modificación y/o nuevos planos de ingeniería.	Evitar	Inicio de construcción con planos de ingeniería del proyecto elaborados por especialistas, y que dichos planos se encuentren en revisión 0 - "Emitido Para construcción".
		Cambio de condiciones iniciales de suelos.	Evitar	Asignación del presupuesto suficiente y adecuado al estudio de suelos, para su estudio a detalle y de manera minuciosa.
		Interferencias con infraestructura existente.	Evitar	Elaboración de planos de ingeniería del proyecto considerando los planos As Built de infraestructuras existentes.
		Cambios de especificación.	Evitar	Elaboración de las especificaciones técnicas del proyecto por especialistas acreditados.
		Trabajos de aceleración.	Evitar	De ser necesario, contemplar planes y costos de trabajos de aceleración en el alcance inicial del proyecto.
	Procura del cliente	Suministro tardío de materiales estratégicos por parte del cliente.	Transferir o mitigar	Contrato de suministro de materiales con penas de multa por incumplimiento.
		Atraso en la entrega de áreas de trabajo por parte del cliente.	Transferir o mitigar	Seguimiento continuo en el proceso de entrega de áreas de trabajo por el cliente y comunicación fluida entre las partes involucradas.
	Factores climáticos	Tormenta eléctrica.	Transferir o mitigar	Crear una reserva para contingencias de costos originados por tormenta eléctrica.
		Nevada.	Transferir o mitigar	Crear una reserva para contingencias de costos originados por nevada.
		Neblina densa.	Transferir o mitigar	Crear una reserva para contingencias de costos originados por neblina densa.
		Lluvia intensa.	Transferir o mitigar	Crear una reserva para contingencias de costos originados por lluvia intensa.

Fuente: elaboración propia.

La propuesta del plan de mitigación de riesgos que muestra la tabla 33, serán válidos para las futuras construcciones de proyectos mineros que se ejecuten bajo condiciones de climas fríos, temperaturas bajas, altitudes superiores a los 4000 m.s.n.m. e inferiores a los 5000 m.s.n.m. y bajo una modalidad de contratación a precios unitarios.

- Implementar las respuestas a los riesgos:

La implementación de respuesta a los riesgos se realiza en el proceso de construcción del proyecto, debido que es la acción y la puesta en marcha del plan de mitigación de los riesgos.

- Monitorear los riesgos:

Proceso mediante el cual se reporta el avance en la ejecución o conclusión del plan de acción. Este seguimiento brinda información actualizada acerca del estado de cada riesgo y permite identificar riesgos nuevos, vigilar el estado de los riesgos residuales y secundarios, y supervisar los cambios en el perfil de riesgos debido a factores exógenos o endógenos.

4.1.1. Prueba de hipótesis

Para el presente estudio se optó por realizar la prueba de hipótesis mediante una gráfica de pastel, el cual contiene las incidencias de sobrecostos originados por los tres factores principales de estudio: El alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos. Cada uno de dichos factores de estudio muestra en la figura 88 los porcentajes equivalentes que generaron un incremento en la línea base de costo del proyecto, impactando negativamente como costo global que terminó valiendo el proyecto. A continuación, se muestra la gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por factores principales de estudio para la prueba de hipótesis.

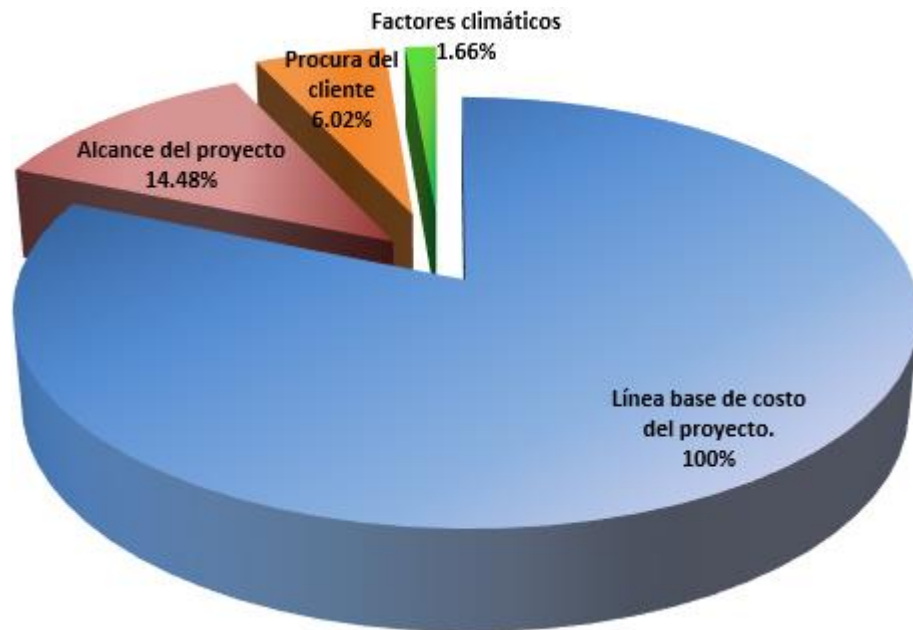


Figura 88. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por factores principales de estudio para la prueba de hipótesis.

Fuente: elaboración propia.

- Prueba de la hipótesis general:

A partir de los resultados de la gráfica de pastel de la figura 88, aceptamos la hipótesis general que establece que el alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos son factores que influyen significativamente al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A., con un costo total utilizado en la ejecución de la obra de 122.17 %, esta cifra asevera que hubo un incremento del 22.17 % como sobrecostos.

- Pruebas de hipótesis específicas:

El alcance del proyecto presenta deficiencias en su definición inicial, originando trabajos adicionales, variación de mayores y menores metrados de partidas contractuales y mayores costos por trabajos de aceleración, todo ello incrementó el volumen del costo del proyecto en 14.48 % como sobrecostos, lo cual influyó considerablemente en el

costo final de la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018, por tanto, se acepta la hipótesis específica N° 01. A continuación, se muestran la tabla 34 y la figura 89, las cuales evidencian los sobrecostos originados por el alcance del proyecto.

Tabla 34. *Sobrecostos originados por el alcance del proyecto.*

Ítem	Descripción	Monto	Incidencia
1	Línea base de costo del proyecto.	S/ 22 919 779.58	100 %
2	Sobrecostos originados por el alcance del proyecto.	S/ 3 319 315.58	14.48 %
	Total	S/ 26 239 095.16	114.48 %

Fuente: elaboración propia.

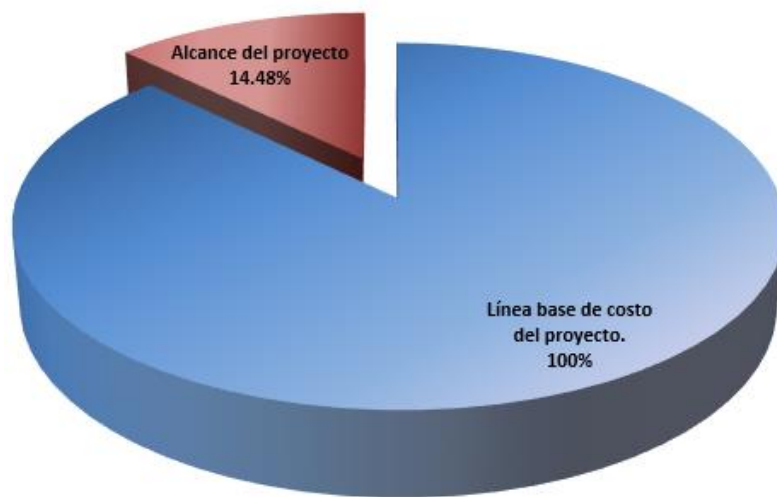


Figura 89. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por el alcance del proyecto para la prueba de hipótesis específica N° 01.

Fuente: elaboración propia.

La procura del cliente es incumplida, ello engloba el suministro tardío de materiales estratégicos y atrasos en la entrega de áreas de trabajo por parte del cliente, generando retrasos en la culminación de la obra e impactando negativamente al cumplimiento de la línea base de costo, a causa de ello se ha evidenciado 6.02 % como un incremento en los costos en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018, por lo que

se acepta la hipótesis específica N° 02. A continuación, se muestran la tabla 35 y la figura 90, las cuales evidencian los sobrecostos originados por la procura del cliente.

Tabla 35. *Sobrecostos originados por la procura del cliente.*

Ítem	Descripción	Monto	Incidencia
1	Línea base de costo del proyecto.	S/ 22 919 779.58	100 %
2	Sobrecostos originados por la procura del cliente.	S/ 1 380 348.27	6.02 %
Total		S/ 24 300 127.85	106.02 %

Fuente: elaboración propia.

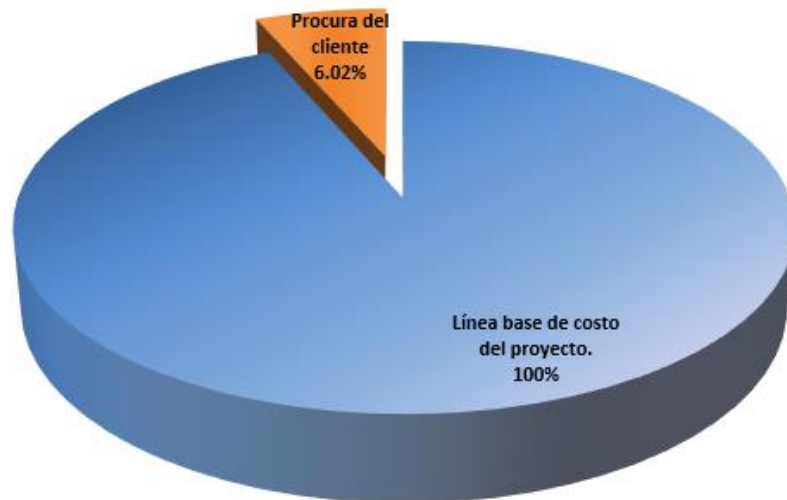


Figura 90. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por la procura del cliente para la prueba de hipótesis específica N° 02.

Fuente: elaboración propia.

Los factores climáticos originan paralizaciones de frentes de trabajo, ocasionando el incremento del volumen del costo en 1.66 % como sobrecostos, lo cual repercute significativamente en el cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en Minera Chinalco Perú S.A. - 2018, por tanto, se acepta la hipótesis específica N° 03. A continuación, se muestran la tabla 36 y la figura 91, las cuales evidencian los sobrecostos originados por los factores climáticos.

Tabla 36. *Sobrecostos originados por los factores climáticos.*

Ítem	Descripción	Monto	Incidencia
1	Línea base de costo del proyecto.	S/. 22 919 779.58	100 %
2	Sobrecostos originados por factores climáticos.	S/. 381 397.68	1.66 %
Total		S/. 23 301 177.26	101.66 %

Fuente: elaboración propia.

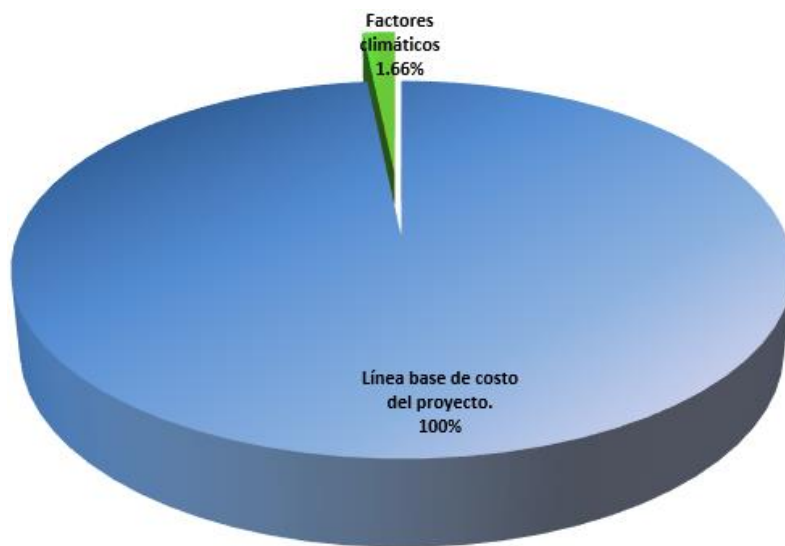


Figura 91. Gráfica de pastel de incidencias de sobrecostos originados por los factores climáticos para la prueba de hipótesis específica N° 03.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Discusión de resultados

A partir de los resultados encontrados, aceptamos la hipótesis general que establece que el alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos son factores que influyen significativamente al cumplimiento de la línea base de costo en la construcción del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation ejecutado en minera Chinalco Perú S.A - 2018. Se validaron los resultados del presente estudio de investigación, debido a que el alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos generaron desviaciones respecto al costo base de 14.48 %, 6.02 % y 1.66 % respectivamente. Estas desviaciones de costo terminaron siendo reconocidas como pagos por el cliente. Por otro lado, debido que hubo

mayores costos no reconocidos por la entidad, y asumidos bajo la responsabilidad de la empresa contratista, los porcentajes de desviaciones detallados en líneas arriba no consideran dichos sobre costos originados por el contratista.

Los resultados indican que el alcance del proyecto presenta deficiencias en su definición inicial (diseño de ingeniería, especificaciones técnicas, metrados de partidas, condiciones iniciales de suelos), originando trabajos adicionales y por defecto el incremento de volumen del costo final del proyecto. Los resultados guardan relación con lo que sostienen Charmin y Parada (1), Vargas y Díaz (2), Muya, Kaliba y Shakantu (4), Olawale y Sun (6) y Castillo (7), quienes sostienen que las principales causas que generan mayores costos en proyectos de construcción son: La ingeniería de detalle deficiente o incompleto, cambios en las especificaciones técnicas, características de suelo distintas a las informadas en las bases de licitación y cambios de diseño. Estos resultados pueden generalizarse para los proyectos de construcción que se construyen bajo contextos como: la entidad o el cliente debe ser de tipo privado y una modalidad de contrato de precios unitarios.

Los resultados también indican que la procura del cliente es incumplida (suministro tardío de materiales estratégicos, atrasos en la entrega de áreas de trabajo y servicios de replanteo topográfico ejecutados fuera del plazo contractual), generando 30 días de retrasos excusables compensables, siendo reconocidos por el cliente como costos indirectos por ampliación de plazo, y por defecto originó el incremento del costo final del proyecto en estudio. Los resultados guardan relación con lo que sostienen Charmin y Parada (1), Castillo (7) y Bocchio (8), quienes sostienen que los sobre costos en proyectos de construcción son debido a: Atrasos en la entrega de terreno y de suministros de materiales de construcción estratégicos y deficiencias en la gestión de adquisiciones. Los resultados de estos autores atribuyen al cliente, propietario o entidad como el único responsable en las entregas tardías de áreas de trabajo, mientras que la entrega tardía de materiales estratégicos es atribuible tanto a la empresa contratista y al propietario. En el caso del presente estudio se analizó a detalle el impacto que causó el suministro tardío de materiales y entregas tardías de áreas de trabajo por parte del cliente en el costo final del proyecto. Los resultados pueden generalizarse para los proyectos de construcción industriales que se construyen en unidades mineras.

De igual manera, los resultados indican que los factores climáticos originan paralizaciones temporales de frentes de trabajo, ocasionando incremento del volumen del costo final del proyecto e impactando negativamente en el cumplimiento de la línea base del costo. Los resultados guardan relación con lo que sostienen Vargas y Díaz (2) y Acevedo (3), quienes sostienen que los factores más influyentes de los sobrecostos en proyectos de construcción son eventos naturales inesperados y cambios climáticos. Los resultados del presente estudio de investigación corresponden a las condiciones climáticas características del lugar en los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio, meses en los que el proyecto se construyó. Es por ello que no podría generalizarse para proyectos que se construyan en los meses que comprenden entre julio y enero, debido a que son distintas las condiciones climáticas en dicha temporada.

Debido a que el presente estudio de investigación se enfoca en un proyecto de construcción ejecutado para un cliente de tipo privado, ello nos permite dejar carta libre para los próximos estudios de investigación, que sean objeto de estudio los proyectos de construcción en el que el cliente fuese de tipo público, es decir para el estado del Perú o de otro país.

CONCLUSIONES

- Como se ha visto en el análisis del proyecto MPD003 Tailing Pipeline Relocation, el alcance del proyecto, la procura del cliente y los factores climáticos, terminaron por generar grandes desviaciones en costo, respecto a la línea base de costo ofertado para el proyecto en estudio, habiéndose obtenido brechas del 22.17 % equivalentes en sobrecostos a S/ 5 081 millones, tal como se detallan en las tablas 16, 19 y 25.
- Del análisis del alcance del proyecto del presente estudio, se concluyó que presenta deficiencias en su definición inicial (diseño de ingeniería, especificaciones técnicas, metrados de partidas, condiciones iniciales de suelos), originando la aparición de trabajos adicionales, y por defecto el incremento del volumen del costo final del proyecto en 14.48 % equivalente como sobrecostos en S/ 3 319 315.58, tal como se detalla en la tabla 16. Este monto fue reconocido por el cliente al finalizar el proyecto, siendo un ejemplo claro de la realidad existente en la coyuntura actual de proyectos de construcción en empresas mineras ejecutadas en el Perú, evidenciando bajos niveles de detalle del alcance del proyecto en la etapa de la licitación, respecto del producto final.
- La procura del cliente, así como los demás factores analizadas, fue un factor que impactó negativamente a la línea base de costo del proyecto MPD003 Tailing pipeline Relocation, siendo el factor responsable del incremento del volumen del costo del proyecto en 6.02 %, equivalente este porcentaje en soles a S/ 1 380 348.27, tal como se muestra en la tabla 19. Estos sobrecostos se dieron debido que la procura del cliente fue incumplida, como es el caso en el suministro tardío de materiales estratégicos, atrasos en la entrega de áreas de trabajo y servicios de replanteo topográfico ejecutados fuera del plazo contractual, generando 30 días de retrasos excusables compensables, siendo reconocidos por el cliente como costos indirectos por ampliación de plazo. Todo ello ha evidenciado deficiencias en la gestión de adquisiciones o procura por parte del cliente.
- En comparación con respecto a los demás factores analizados, las paralizaciones temporales de frentes de trabajo debido a los factores climáticos, tuvo un impacto menor en la línea base de costo del proyecto analizado, puesto que no fue la excepción en impactar negativamente en la línea base de costo del proyecto, ya que generó un incremento del costo final del 1.66 %, equivalente en soles a S/ 381 397.68, tal como se muestra en la tabla 25.

- Debido a que el análisis realizado en el presente estudio se enfocó esencialmente a impactos generados por eventos imprevistos y trabajos definidos fuera del alcance contractual, y como tal reconocidos por el cliente, también hubo mayores costos no reconocidos por la entidad, debido a causas variadas por deficiencias en su propia gestión del contratista, como demora en la adquisición de materiales, equipos inoperativos, improductividad en actividades de excavación, mayores costos por transporte de personal, rendimientos bajos de mano de obra y equipos, algunos trabajos adicionales sin el sustento requerido, entre otros, se consideraron bajo la responsabilidad de la empresa contratista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHARMIN, M. y PARADA, E. *Ingeniería Contractual en Construcción Industrial en el Sector Minero*. Expomin 2018 - Construcción Minera & Energía. Chile: Universidad de Chile - División de Ingeniería Contratual & Claims, 2018. Disponible en: https://issuu.com/construccionminera/docs/cm_28
2. VARGAS, S. y DÍAZ, Z. *Factores de los sobrecostos en proyectos de construcción*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2017.
3. ACEVEDO, R. *Pérdida de productividad laboral por cambios en los proyectos en obras de construcción*. Chile: Universidad de Chile, 2015. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/142099/perdida-de-productividad-laboral-por-cambios-en-los-proyectos-en-obras-de-construccion%20.pdf;jsessionid=0A053E693890AA8DBC46463DB2CF324?sequence=1>
4. MUYA, M., KALIBA, Ch. y SHAKANTU, W. (2013) *Cost Escalation, Schedule Overruns and Quality Shortfalls on Construction Projects: The Case of Zambia*, International Journal of Construction Management, 13:1, 53-68, DOI: 10.1080/15623599.2013.10773205.
5. KAMING, P., OLOMOLAIYE, P., HOLT, G. y HARRIS, F. (1997) Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia, Construction Management and Economics, 15:1, 83-94, DOI: 10.1080/014461997373132.
6. OLAWALE, Y. y SUN, M. (2010) Cost and time control of construction projects: inhibiting factors and mitigating measures in practice, Construction Management and Economics, 28:5, 509-526, DOI: 10.1080/01446191003674519
7. CASTILLO, J. *Control de costo, tiempo y calidad para el análisis de desempeño en obras civiles de proyectos electromecánicos e infraestructura*. Ulloa, Félix (Ases.). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5960>
8. BOCCHIO, G. *Propuesta de mejora en la gestión de alcance, tiempo y costos de proyectos de construcción, Arequipa 2016*. Montoya, Luis (Ases.). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017.

9. HINOSTROZA, J. *Evaluación de la gestión de costos y tiempos usados en proyectos de construcción en las grandes ciudades del Perú*. Ríos, Juan (Ases.). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5377>
10. BLAS, J. y GUZMÁN, J. *Análisis de los factores que inciden en la productividad de la industria de la construcción y la elaboración de un modelo de gestión que permita optimizarla, en el distrito de Trujillo, 2015*. Vargas, Carlos (Ases.). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.
11. DIAZ, A. *Análisis de los sobrecostos producidos debido a deficiencias en los rendimientos, generados por efectos externos a la obra, mediante la metodología: disruption-measured mile*. Chang, Luis (Ases.). Piura: Universidad de Piura, 2014.
12. SOLMINIHAC, H. y THENOUX, G. *Procesos y técnicas de construcción*. Galilea, Francisca (Diseño). Quinta edición. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2011. 546 p. ISBN: 978-956-14-0827-2. Disponible en: <https://supervisiondeobrasumayor.files.wordpress.com/2017/07/procesos-y-tc3a9cnicas-de-construccic3b3n.pdf>
13. GONZALES, G. *Diferencia Obra Pública y Obra Privada*. Perú: Scrip - Full Descripton. Disponible en: <https://www.scribd.com/document/292560775/Diferencia-Obra-Publica-y-Obra-Privada>
14. MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS. *Reglamento de la ley N° 30225, ley de contrataciones con el estado*. Perú: Decreto Supremo N° 344-2018-EF. Disponible en: https://portal.osce.gob.pe/osce/sites/default/files/Documentos/legislacion/ley/2018_DL1444/DS%20344-2018_EF%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20N%C2%B0%2030225.pdf
15. PALACIOS, C. *Tipos de contratos de obra*. [en línea]. Sinergia e Innovación. 2015 [consulta 13-05-2020]. Disponible en: <https://blogs.upc.edu.pe/sinergia-e-innovacion/conceptos/tipos-de-contratos-de-obra>
16. INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE. *Sobre estrategia y gestión de contratos. Proyectos de inversión*. Comisión de gestión de contratos de proyectos de inversión. Chile: Instituto de ingenieros de Chile, 2014. 96 p.

17. SANCHEZ, R. *Campaña para lograr proyectos exitosos*. Ingeniería y Servicios Tecnológicos SAC (Editor). Primera edición. Lima, Perú: Crea Ediciones Gráficas EIRL, 2015. 33 p. ISBN: 978-612-46254-1-1. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280837227_CAMPANA_PARA_LOGRAR_PROYECTOS_EXITOSOS

18. VALDEZ, F. *Costos, Earned Value, Valor Ganado*. [en línea]. Projectics - Consultoría y entrenamiento en procesos, herramientas y técnicas relacionadas con la gerencia de proyectos (Project Management). 2012 [consulta 20-05-2020]. Disponible en: <http://projectics.blogspot.com/2008/09/valor-ganado-formulas.html>

19. FELIPE, A. *Análisis de algunas técnicas para acortar la duración de un proyecto*. III Jornada de Gerencia de Proyectos de TI - ACIS. Bogotá: Global Project Management Consulting Group, 2005. 113 p. Disponible en: http://52.0.140.184/typo43/fileadmin/Base_de_Conocimiento/Jornada_de_Gerencia/IIIJGP/andres_gomez/Como_acortar_la_duracion_de_los_proyectos.pdf

20. HOSHINO, K., LIVENGOOD, J. y CARSON, C. *AACE International Recommended Practice N° 29R-03 - Forensic Schedule Analysis*. Avalon, Andrew. Copyright 2011 AACE International, 2011. 135 p. Disponible en: http://www.virginiadot.org/business/resources/const/aace_recommended_practice_forensic_schedule_impact_analysis-29r-03.pdf

21. ENSHASSI, A. y JUBEH, A. *Delay Analysis Methods and Factors Affecting their Selection in the Construction Industry in Gaza Strip*. Palestine: Department. Of Civil Engineering, 2010. 12 p. Disponible en: https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC27126.pdf

22. CAPECO. *Costos y presupuestos en edificación*. Ramos, Jesús (Ingeniero Civil). Lima: Cámara Peruana de la Construcción, 2003.

23. MCDONALD, D. *Estimating lost labor productivity in construction claims*. AACE International Recommended Practice N° 25R-03. TCM Framework: 6.4 - Forensic Performance Assessment, 2004.

24. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. Sexta Edición. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 EE.UU.: 2017. 762 p. Guía del PMBOK. ISBN: 978-1-62825-194-4.

25. MALDONADO, J. *Gestión de proyectos*. Honduras: Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2018. Disponible en: https://issuu.com/joseangelmaldonado8/docs/gesti__n_de_proyectos__2018_
26. (Real Academia Española - Diccionario de la lengua española).
27. MISSISSIPPI STATE LEGISLATURE. The Bureau of Building's Management of Construction Change Orders (Legislatura Estatal de Mississippi: Oficina de Administración de Construcción de las Órdenes de Cambio)
28. CHIGNE, D. *Categorías principales en los construction Claims y el Forensic Schedule Analysis (II de II)*. [en línea]. LinkedIn. 2019 [consulta 30-05-2020]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/categor%C3%ADas-principales-en-los-construction-claims-y-pmi-rmp-pmi-acp>
29. IRIBARREN, A. *Ingeniería de Claims Inteligente: como la PR 29 aporta a Asignar Equitativamente Responsabilidades en los Atrasos*. Perú: AACE International - AACE PERU SECTION. Disponible en: <http://biblioteca.aacei.org.pe/sites/default/files/PR29%20en%20Charlas%20bimensuales%20AACE%20PERU%2C%2007%20dic%202017.pdf>

ANEXOS

Anexo A: Análisis de Precios Unitarios de partidas del trabajo adicional “Adicionales de pozas de contingencia N° 01 y 02”.

3.5.1	EXCAVACIÓN MASIVA EN ROCA	1.00000	M3	70.33	70.33
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12140010	EXCAVACIÓN MASIVA EN ROCA	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.43197	HH	1.94	0.84
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.12210	HORA	195.18	23.83
853010529	MARTILLO HIDRAULICO PARA EXCAVADORA	0.00064	MES	19,699.20	12.51
853010900	MOTONIVELADORA	0.00660	HORA	153.25	1.01
853023414	BULLDOZER TIPO CAT D6	0.01089	HORA	217.73	2.37
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.00432	HORA	89.10	0.39
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.00113	HORA	162.00	0.18
853053501	TORRE ILUMINACIÓN 4X1000 W	0.00025	MES	1,620.00	0.41
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00002	MES	324.00	0.01
854050000	EHI DIRECTOS	0.43197	HH	1.13	0.49
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.00444	LTS	2.27	0.01
854200000	PETROLEO	3.58863	LTS	2.27	8.15
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.42515	LTS	2.27	0.97
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.00068	MES	11,610.83	7.87
905111200	OPERADOR MOTONIVELADORA y Contraturno	0.00004	MES	11,610.83	0.43
905111350	OPERADOR BULLDOZER y Contraturno	0.00006	MES	11,228.03	0.67
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00002	MES	11,036.62	0.26
909554000	OPERARIO ELECTRICISTA	0.00997	HH	30.44	0.30
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.41250	HH	22.82	9.41
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	0.00951	HH	22.85	0.22
	Precio Total S/.				70.33
	Precio Unitario S/.				70.33

Análisis de precios unitarios de la partida “Excavación masiva en roca”.

3.1.4	RELLENO CON MATERIAL COMÚN	1.00000	M3	80.80	80.80
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12350015	RELLENO CON MATERIAL COMÚN	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	2.40550	HH	1.94	4.68
450718020	ZARANDA METALICA 2"	0.00026	UND	25,920.00	6.74
451022018	MANTA	0.00592	M2	10.00	0.06
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
808000018	VIBRO APISONADOR WACKER BS60-21	0.00741	MES	583.00	4.32
853010518	CARGADOR FRONTAL 3.5M3	0.00651	HORA	185.33	1.21
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.02400	HORA	89.10	2.14
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.00113	HORA	162.00	0.18
853053501	TORRE ILUMINACIÓN 4X1000 W	0.00025	MES	1,620.00	0.41
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00007	MES	324.00	0.02
854050000	EHI DIRECTOS	2.40550	HH	1.13	2.72
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.01233	LTS	2.27	0.03
854200000	PETROLEO	0.47012	LTS	2.27	1.07
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.13114	LTS	2.27	0.30
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905111100	OPERADOR CARGADOR FRONTAL y Contraturno	0.00004	MES	11,036.62	0.40
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00013	MES	11,036.62	1.47
909554000	OPERARIO ELECTRICISTA	0.00997	HH	30.44	0.30
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	2.39554	HH	22.85	54.75
	Precio Total S/.				80.80
	Precio Unitario S/.				80.80

Análisis de precios unitarios de la partida “Relleno con material común”.

3.1.3	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	1.00000	M3	121.30	121.30
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12350010	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	2.54837	HH	1.94	4.95
451022018	MANTA	0.08361	M2	10.00	0.84
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
808000018	VIBRO APISONADOR WACKER BS60-21	0.00741	MES	583.00	4.32
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.01339	HORA	195.18	2.61
853010518	CARGADOR FRONTAL 3.5M3	0.03445	HORA	185.33	6.38
853011901	CAMION TOLVA 15 M3	0.13668	HORA	77.76	10.63
853013304	ZARANDEO FINLAY 683T	0.01838	HORA	314.28	5.78
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.02832	HORA	89.10	2.52
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.00113	HORA	162.00	0.18
853053501	TORRE ILUMINACIÓN 4X1000 W	0.00025	MES	1,620.00	0.41
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00009	MES	324.00	0.03
854050000	EHI DIRECTOS	2.54837	HH	1.13	2.88
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.01677	LTS	2.27	0.04
854200000	PETROLEO	3.53357	LTS	2.27	8.02
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.13114	LTS	2.27	0.30
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.00007	MES	11,610.83	0.87
905111100	OPERADOR CARGADOR FRONTAL y Contraturno	0.00019	MES	11,036.62	2.12
905111600	OPERADOR CAMION TOLVA y Contraturno	0.00076	MES	11,034.70	8.38
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00016	MES	11,036.62	1.73
909554000	OPERARIO ELECTRICISTA	0.00997	HH	30.44	0.30
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.07775	HH	22.82	1.77
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	2.46065	HH	22.85	56.24
	Precio Total S/.				121.30
	Precio Unitario S/.				121.30

Análisis de precios unitarios de la partida "Relleno con material seleccionado".

N.P.U.	INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL	1	m2	14.60	14.60
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
N.P.U.	INSTALACIÓN DE GEOTEXTIL	1	M2		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.0984	HH	1.94	0.19
<u>Subcontratos</u>					
614010018	INSTALACION GEOTEXTIL	1.0000	M2	11.43	11.43
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
853034414	CAMION GRUA ARTICULADO - 16 TON	0.0025	HORA	162.00	0.40
854050000	EHI DIRECTOS	0.0984	HH	1.13	0.11
854200000	PETROLEO	0.0226	LTS	2.27	0.05
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.0000	LTS	2.27	-
854300000	LUBRICANTES	0.0000	%	0.00	-
<u>Mano de Obra</u>					
905113500	OPERADOR CAMION C/ IZAMIENTO HIAB-200 y Contraturno	0.0000	MES	12,744.94	0.17
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	0.0984	HH	22.85	2.25
	Precio Total S/.				14.60
	Precio Unitario S/.				14.60

Análisis de precios unitarios de la partida "Instalación de geotextil".

N.P.U.	DESBROCE DE TOPSOIL CON EQUIPO PESADO	1	m2	5.90	5.90
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
N.P.U.	DESBROCE DE TOPSOIL CON EQUIPO PESADO	1000	m2		
<u>Materiales y Suministros</u>					40.82
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	21.0000	HH	1.94	40.82
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					4,463.19
853010512	EXCAVADORA 36 TON	7.0000	HORA	195.18	1,366.26
853023414	BULLDOZER TIPO CAT D6	7.0000	HORA	217.73	1,524.11
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	3.6000	HORA	89.10	320.76
854050000	EHI DIRECTOS	105.6000	HH	1.13	119.33
854200000	PETROLEO	364.0000	LTS	2.27	826.28
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	135.0000	LTS	2.27	306.45
854300000	LUBRICANTES	0.0000	%	0.00	-
<u>Mano de Obra</u>					1,392.84
905110650	OPERADOR EXCAVADORA	0.0350	MES	11,610.83	406.38
905111350	OPERADOR BULLDOZER	0.0350	MES	11,228.03	392.98
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE	0.0200	MES	11,036.62	220.73
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	21.0000	HH	17.75	372.75
	Precio Total S/.				5,896.85
	Precio Unitario S/.				5.90

Análisis de precios unitarios de la partida "Desbroce de topsoil con equipo pesado".

3.8.5	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE O INADECUADO A BOTADERO D>1KM	1.00000	M3KM	1.98	1.98
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12221000	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE O INADECUADO A BOTADERO D>1KM	1.00000	m3km		
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
853011901	CAMION TOLVA 15 M3	0.01152	HORA	77.76	0.90
854200000	PETROLEO	0.16128	LTS	2.27	0.37
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905111600	OPERADOR CAMION TOLVA y Contraturno	0.00006	MES	11,034.70	0.71
	Precio Total S/.				1.98
	Precio Unitario S/.				1.98

Análisis de precios unitarios de la partida "Transporte de material excedente o inadecuado a botadero D>1km".

3.8.4	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE O INADECUADO A BOTADERO D<=1KM	1.00000	M3	6.16	6.16
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12220016	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE O INADECUADO A BOTADERO D<=1KM	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.01236	HH	1.94	0.02
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
853011901	CAMION TOLVA 15 M3	0.02981	HORA	77.76	2.32
853023414	BULLDOZER TIPO CAT D6	0.00219	HORA	217.73	0.48
854050000	EHI DIRECTOS	0.01236	HH	1.13	0.01
854200000	PETROLEO	0.41733	LTS	2.27	0.95
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.05901	LTS	2.27	0.13
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905111350	OPERADOR BULLDOZER y Contraturno	0.00001	MES	11,228.03	0.14
905111600	OPERADOR CAMION TOLVA y Contraturno	0.00017	MES	11,034.70	1.83
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.01236	HH	22.82	0.28
	Precio Total S/.				6.16
	Precio Unitario S/.				6.16

Análisis de precios unitarios de la partida "Carguío y transporte de material excedente o inadecuado a botadero D<=1km".

3.3.2	EXCAVACIONES ESTRUCTURALES	1.00000	M3	71.30	71.30
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12130020	EXCAVACIONES ESTRUCTURALES	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	2.01179	HH	1.94	3.91
45STPE033	CINCEL PUNTA TE-SP SM 50	0.00222	UND	270.45	0.60
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
805000043	TABLERO DE DISTRIBUCION 220V TRIFASICA ONRAN AE1076800	0.00163	MES	674.00	1.10
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.01543	HORA	195.18	3.01
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.00432	HORA	89.10	0.39
853052305	GENERADOR 10 KVA ARRENDADO	0.47059	HORA	12.64	5.95
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00002	MES	324.00	0.01
853128713	MARTILLO HILTI TE 1000AVR 230V	0.00654	MES	388.80	2.54
854050000	EHI DIRECTOS	2.01179	HH	1.13	2.27
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.00444	LTS	2.27	0.01
854200000	PETROLEO	0.49259	LTS	2.27	1.12
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	1.41177	LTS	2.27	3.20
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.00009	MES	11,610.83	1.00
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00002	MES	11,036.62	0.27
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	2.00229	HH	22.82	45.70
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	0.00951	HH	22.85	0.22
	Precio Total S/.				71.30
	Precio Unitario S/.				71.30

Análisis de precios unitarios de la partida "Excavaciones estructurales".

3.3.12	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	1.00000	KG	5.24	5.24
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C14130010	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	1.00000	kg		
<u>Materiales y Suministros</u>					
410502006	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16, Ø 1.5mm	0.01000	KG	3.56	0.04
413101004	ACERO A-63-42 H EN BARRAS	0.00107	TON	2,203.20	2.36
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.08443	HH	1.94	0.16
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.00200	HORA	162.00	0.32
853127201	CIZALLADORA FE. 44 M/M	0.00001	MES	324.00	0.00
853127202	DOBLADORA FE. 38 M/M	0.00001	MES	324.00	0.00
854050000	EHI DIRECTOS	0.08443	HH	1.13	0.10
854060000	ANDAMIOS	0.00523	HH	8.00	0.04
854200000	PETROLEO	0.01840	LTS	2.27	0.04
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
914101000	CUADRILLA ENFIERRADURA	0.07920	HH	25.90	2.05
929551000	CUADRILLA ANDAMIOS	0.00523	HH	25.11	0.13
	Precio Total S/.				5.24
	Precio Unitario S/.				5.24

Análisis de precios unitarios de la partida "Suministro y colocación de aceros de refuerzo Fy=4200 kg/cm²".

N.P.U.	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE WATER STOP	1	m	29.90	29.90
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
N.P.U.	SUMINISTRO E INSTALACION DE WATER STOP	16	M		
Materiales y Suministros					42.00
450637A17	WATER STOP 6" (15CM)	1.1000	M	8.42	9.26
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	16.8440	HH	1.94	32.74
Fletes					2.00
700000001	FLETE MATERIALES A OBRA	4.0000	KG	0.50	2.00
Equipos, Herramientas y Combustibles					92.93
854060000	ANDAMIOS	8.8440	HH	8.00	70.75
854050000	EHI DIRECTOS	16.8440	HH	1.13	19.03
854200000	PETROLEO	1.3889	LTS	2.27	3.15
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.0000	LTS	2.27	0.00
854300000	LUBRICANTES		%		
Mano de Obra					341.45
929551000	CUADRILLA ANDAMIOS	8.8440	HH	25.11	222.11
914403000	CUADRILLA COLOCACION HORMIGON	4.8882	HH	24.41	119.34
	Precio Total S/.				478.38
	Precio Unitario S/.				29.90

Análisis de precios unitarios de la partida "Suministro e instalación de water stop".

3.3.8	COLOCACIÓN DE CONCRETO F C=30MPA - CANALETA DE CRUCE DE CAMINO (INCLUYE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO)	1.00000	M3	534.80	534.80
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
D14370010	COLOCACIÓN DE CONCRETO F C=30MPA - CANALETA DE CRUCE DE CAMINO (INCLUYE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO)	1.00000	m3		
Materiales y Suministros					
410502002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8 , Ø 4 mm	0.11900	KG	2.22	0.26
410601000	CLAVOS CORRIENTES	0.14450	KG	3.56	0.51
411201005	TERCIADO MOLDAJE 18 MM	0.05100	M2	32.61	1.66
411300022	SEPARADOR DE MOLDAJE RUEDA	0.78168	UN	0.27	0.21
411402001	DESMOLDANTE METAL, TAMBOR 180 KGS O SIMILAR	0.00048	UN	980.20	0.47
412699001	CALUGA SEPARADORA	6.80018	UN	0.07	0.48
432104002	CONDUIT DE PVC ESTANDAR TIPO III, Ø 25 MM (3/4")	0.64466	M	3.24	2.09
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	14.33676	HH	1.94	27.87
440184005	CARPAS DE LONA	0.07994	M2	15.00	1.20
440405060	BARRA DE ANCLAJE DIFERENTES LONGITUDES	0.01112	M	3.24	0.04
450551005	MADERA TORNILLO COMERCIAL	1.00774	P2	4.89	4.93
450603035	CONCRETO 30MPA	0.02000	M3	664.20	13.28
450732056	REFLECTOR 1000W PHILIPS/JOSFEL	0.00799	UND	1,555.20	12.43
45P090046	SIKA ANTISOL S	0.47963	L	1.94	0.93
Subcontratos					
614320010	S.C. ENSAYO DE PROBETAS A COMPRESION	0.01333	UN	50.00	0.67
Fletes					
700000001	FLETE MATERIALES A OBRA	5.02176	KG	0.50	2.51
Equipos, Herramientas y Combustibles					
805000043	TABLERO DE DISTRIBUCION 220V TRIFASICA ONRAN AE1076800	0.00007	MES	674.00	0.05
812000578	SIERRA CIRCULAR DE BANCO 5HP DYNAMIC 440/380/220	0.01700	MES	394.00	6.70
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.18701	HORA	162.00	30.29
853050100	COMPRES. PORT 185 PCM	0.06667	HORA	21.38	1.43
853052305	GENERADOR 10 KVA ARRENDADO	0.66621	HORA	12.64	8.42
853081901	VIBRADOR DE INMERSION BENCINERO	0.06667	HORA	3.24	0.22
853081908	VIBRADOR ELECTRICO PARA CONCRETO	0.00038	MES	550.80	0.21
853400101	MOLDAJE PARA FUNDACIONES PEQUEÑAS	0.19352	M2	28.00	5.42
853400120	MOLDAJE PARA MUROS	0.30866	M2	31.00	9.57
854050000	EHI DIRECTOS	14.33676	HH	1.13	16.20
854060000	ANDAMIOS	0.87816	HH	8.00	7.03
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.06667	LTS	2.27	0.15
854200000	PETROLEO	1.72045	LTS	2.27	3.91
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	2.53196	LTS	2.27	5.75
854300000	LUBRICANTES		%		

Mano de Obra					
914304000	CUADRILLA MOLDAJE	8.57039	HH	26.66	228.52
914403000	CUADRILLA COLOCACION HORMIGON	4.88821	HH	24.41	119.34
929551000	CUADRILLA ANDAMIOS	0.87816	HH	25.11	22.05
	Precio Total S/.				534.80
	Precio Unitario S/.				534.80

Análisis de precios unitarios de la partida “Colocación de concreto Fc=30 Mpa - caja colectora (incluye encofrado y desencofrado)”.

3.6.7	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE INSERTO PARA PASADA DE TUBERÍA	1.00000	KG	20.85	20.85
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C14610020	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE INSERTO PARA PASADA DE TUBERÍA	1.00000	KG		
<u>Materiales y Suministros</u>					
410502002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8 , Ø 4 mm	0.00800	KG	2.22	0.02
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.42214	HH	1.94	0.82
450551005	MADERA TORNILLO COMERCIAL	0.20000	P2	4.89	0.98
450751002	PASANTE DE TUBERIA	1.00000	KG	6.48	6.48
<u>Fletes</u>					
700000001	FLETE MATERIALES A OBRA	1.00000	KG	0.50	0.50
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.00150	HORA	162.00	0.24
854050000	EHI DIRECTOS	0.42214	HH	1.13	0.48
854060000	ANDAMIOS	0.02614	HH	8.00	0.21
854200000	PETROLEO	0.00938	LTS	2.27	0.02
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
914501000	CUADRILLA INSERTOS	0.39600	HH	26.37	10.44
929551000	CUADRILLA ANDAMIOS	0.02614	HH	25.11	0.66
	Precio Total S/.				20.85
	Precio Unitario S/.				20.85

Análisis de precios unitarios de la partida “Suministro y colocación de inserto para pasada de tubería”.

3.3.4	RELLENO ESTRUCTURAL CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	1.00000	M3	120.06	120.06
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12340015	RELLENO ESTRUCTURAL CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	2.53840	HH	1.94	4.93
451022018	MANTA	0.08361	M2	10.00	0.84
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
808000018	VIBRO APISONADOR WACKER BS60-21	0.00741	MES	583.00	4.32
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.01339	HORA	195.18	2.61
853010518	CARGADOR FRONTAL 3.5M3	0.03445	HORA	185.33	6.38
853011901	CAMION TOLVA 15 M3	0.13668	HORA	77.76	10.63
853013304	ZARANDEO FINLAY 683T	0.01838	HORA	314.28	5.78
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.02832	HORA	89.10	2.52
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00009	MES	324.00	0.03
854050000	EHI DIRECTOS	2.53840	HH	1.13	2.87
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.01677	LTS	2.27	0.04
854200000	PETROLEO	3.52315	LTS	2.27	8.00
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.00007	MES	11,610.83	0.87
905111100	OPERADOR CARGADOR FRONTAL y Contraturno	0.00019	MES	11,036.62	2.12
905111600	OPERADOR CAMION TOLVA y Contraturno	0.00076	MES	11,034.70	8.38
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00016	MES	11,036.62	1.73
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.07775	HH	22.82	1.77
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	2.46065	HH	22.85	56.24
	Precio Total S/.				120.06
	Precio Unitario S/.				120.06

Análisis de precios unitarios de la partida “Relleno estructural con material de préstamo”.

N.P.U.	HABILITACIÓN DE TUBERÍAS DE HDPE DE 24"	1	m	150.95	150.95
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
N.P.U.	HABILITACIÓN DE TUBERÍAS DE HDPE DE 24"	1	M		
<u>Materiales y Suministros</u>					3.65
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	1.8750	HH	1.94	3.65
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					79.59
853020734	CAMION GRUA TELESCÓPICO 30 TON	0.0006	MES	38,701.80	22.40
853052502	GENERADOR DIESEL 50-60 KVA	0.0012	MES	2,592.00	3.00
853064739	MAQUINA TERMOFUSION MCELROY MODELO 1236 (12"-36")	0.0012	MES	27,130.46	31.40
853127207	SIDEBOOM	0.0002	MES	69,400.80	12.05
854050000	EHI DIRECTOS	1.8750	HH	1.13	2.12
854200000	PETROLEO	2.0418	LTS	2.27	4.63
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	1.7593	LTS	2.27	3.99
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					67.71
905112000	OPERADOR OPERADOR - INSTRUCTOR MAQ. TERMOFUSIÓN y Co	0.0012	MES	10,307.99	11.93
905111400	OPERADOR SIDEBOOM y Contraturno	0.0006	MES	13,499.90	7.81
905113500	OPERADOR CAMION C/ IZAMIENTO HIAB-200 y Contraturno	0.0006	MES	12,744.94	
925013000	CUADRILLA CAÑERÍA ROSCADA	1.0417	HH	27.79	28.95
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.8333	HH	22.82	19.02
	Precio Total S/.				150.95
	Precio Unitario S/.				150.95

Análisis de precios unitarios de la partida "Habilitación de tuberías de HDPE de 24"

3.1.2	RELLENO PARA CAMA DE APOYO	1.00000	M3	79.69	79.69
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12420010	RELLENO PARA CAMA DE APOYO	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.89338	HH	1.94	1.74
451022018	MANTA	0.08361	M2	10.00	0.84
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
808000018	VIBRO APISONADOR WACKER BS60-21	0.00208	MES	583.00	1.21
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.01339	HORA	195.18	2.61
853010518	CARGADOR FRONTAL 3.5M3	0.03445	HORA	185.33	6.38
853011901	CAMION TOLVA 15 M3	0.13668	HORA	77.76	10.63
853013304	ZARANDEO FINLAY 683T	0.01838	HORA	314.28	5.78
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.05232	HORA	89.10	4.66
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.00113	HORA	162.00	0.18
853053501	TORRE ILUMINACIÓN 4X1000 W	0.00025	MES	1,620.00	0.41
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00016	MES	324.00	0.05
854050000	EHI DIRECTOS	0.89338	HH	1.13	1.01
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.02911	LTS	2.27	0.07
854200000	PETROLEO	3.86957	LTS	2.27	8.78
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.13114	LTS	2.27	0.30
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.00007	MES	11,610.83	0.86
905111100	OPERADOR CARGADOR FRONTAL y Contraturno	0.00019	MES	11,036.62	2.12
905111600	OPERADOR CAMION TOLVA y Contraturno	0.00076	MES	11,034.70	8.38
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00029	MES	11,036.62	3.20
909554000	OPERARIO ELECTRICISTA	0.00997	HH	30.44	0.30
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.07775	HH	22.82	1.77
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	0.80566	HH	22.85	18.41
	Precio Total S/.				79.69
	Precio Unitario S/.				79.69

Análisis de precios unitarios de la partida "Relleno para cama de apoyo".

N.P.U.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE HDPE DE 24"	1	m	36.56	36.56
[^] Código	[^] Descripción	Cantidad	[^] Unid	[^] P. Unit.	[^] Total
N.P.U.	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE HDPE DE 24"	1	M		
<u> Materiales y Suministros</u>					1.22
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.6250	HH	1.94	1.22
<u> Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					17.05
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.0208	HORA	195.18	4.07
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.0208	HORA	162.00	3.38
853053501	TORRE ILUMINACIÓN 4X1000 W	0.0025	MES	1,620.00	4.12
854050000	EHI DIRECTOS	0.6250	HH	1.13	0.71
854200000	PETROLEO	0.7750	LTS	2.27	1.76
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	1.3266	LTS	2.27	3.01
854300000	LUBRICANTES		%		
<u> Mano de Obra</u>					18.29
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.0002	MES	11,610.83	2.69
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.6250	HH	22.82	14.27
905113500	OPERADOR CAMION C/ IZAMIENTO HIAB-200 y Contraturno	0.0001	MES	12,744.94	1.33
	Precio Total S/.				36.56
	Precio Unitario S/.				36.56

Análisis de precios unitarios de la partida "Instalación de tuberías de HDPE de 24".

N.P.U.	CONFORMADO DE RIP - RAP	1	m2	232.15	232.15
[^] Código	[^] Descripción	Cantidad	[^] Unid	[^] P. Unit.	[^] Total
N.P.U.	CONFORMADO DE RIP - RAP	1	M2		
<u> Materiales y Suministros</u>					143.14
45P131010	CONCRETO 10MPA	0.2500	M3	550.80	137.70
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	2.8000	HH	1.94	5.44
<u> Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					11.16
801000015	RETROEXCAVADORA JCB 3C	0.0008	MES	7,948.00	5.96
854050000	EHI DIRECTOS	2.8000	HH	1.13	3.16
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.9000	LTS	2.27	2.04
854300000	LUBRICANTES		%		
<u> Mano de Obra</u>					77.85
905110800	OPERADOR RETROEXCAVADORA C/MARTILLO y Contraturno	0.0008	MES	11,386.90	9.49
914403000	CUADRILLA COLOCACION HORMIGON	2.8000	HH	24.41	68.36
	Precio Total S/.				232.15
	Precio Unitario S/.				232.15

Análisis de precios unitarios de la partida "Conformado de rip – rap".

3.3.1	EXCAVACIONES DE ZANJA PARA CANALETA	1.00000	M3	29.72	29.72
[^] Código	[^] Descripción	Cantidad	[^] Unid	[^] P. Unit.	[^] Total
C12130015	EXCAVACIONES DE ZANJA PARA CANALETA	1.00000	m3		
<u> Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.55959	HH	1.94	1.09
<u> Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
808000013	PLANCHA COMPACTADORA WEBER CR3	0.00144	MES	1,537.00	2.21
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.03086	HORA	195.18	6.02
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.00432	HORA	89.10	0.39
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00002	MES	324.00	0.01
854050000	EHI DIRECTOS	0.55959	HH	1.13	0.63
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.00444	LTS	2.27	0.01
854200000	PETROLEO	1.90575	LTS	2.27	4.33
854300000	LUBRICANTES		%		
<u> Mano de Obra</u>					
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.00017	MES	11,610.83	1.99
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00002	MES	11,036.62	0.26
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.55008	HH	22.82	12.56
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	0.00951	HH	22.85	0.22
	Precio Total S/.				29.72
	Precio Unitario S/.				29.72

Análisis de precios unitarios de la partida "Excavaciones de zanja para canaleta".

3.8.2	EXCAVACIONES LOCAL PARA ANCLAJE DE GEOMEMBRANA	1.00000	M3	136.48	136.48
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12110010	EXCAVACIONES LOCAL PARA ANCLAJE DE GEOMEMBRANA	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	4.13500	HH	1.94	8.04
45STPE033	CINCEL PUNTA TE-SP SM 50	0.00445	UND	270.45	1.20
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
805000043	TABLERO DE DISTRIBUCION 220V TRIFASICA ONRAN AE1076800	0.00327	MES	674.00	2.20
853052305	GENERADOR 10 KVA ARRENDADO	0.94118	HORA	12.64	11.90
853128713	MARTILLO HILTI TE 1000AVR 230V	0.01307	MES	388.80	5.08
854050000	EHI DIRECTOS	4.13500	HH	1.13	4.67
854060000	ANDAMIOS	0.25265	HH	8.00	2.02
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	2.82353	LTS	2.27	6.41
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	3.88235	HH	22.82	88.61
929551000	CUADRILLA ANDAMIOS	0.25265	HH	25.11	6.35
	Precio Total S/.				136.48
	Precio Unitario S/.				136.48

Análisis de precios unitarios de la partida "Excavaciones local para anclaje".

N.P.U.	INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA	1.00	m2	19.83	19.83
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
N.P.U.	INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANA	1.00	M2		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	0.0759	HH	1.94	0.15
<u>Subcontratos</u>					
614010017	INSTALACION GEOMEMBRANA HDPE 1.5 MM	1.0000	M2	16.85	16.85
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
808000013	PLANCHA COMPACTADORA WEBER CR3	0.0003	MES	1,537.00	0.39
853034414	CAMION GRUA ARTICULADA DE 16 TON	0.0013	HORA	162.00	0.20
854050000	EHI DIRECTOS	0.0759	HH	1.13	0.09
854200000	PETROLEO	0.1854	LTS	2.27	0.42
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	0.0759	HH	22.82	1.73
	Precio Total S/.				19.83
	Precio Unitario S/.				19.83

Análisis de precios unitarios de la partida "Instalación de geomembrana".

3.6.1	EXCAVACIÓN EN ROCA	1.00000	M3	92.26	92.26
^Código	^Descripción	Cantidad	^Unid	^P. Unit.	^Total
C12130030	EXCAVACIÓN EN ROCA	1.00000	m3		
<u>Materiales y Suministros</u>					
440000000	MATERIALES CONSUMIBLES	1.14648	HH	1.94	2.23
45STPE033	CINCEL PUNTA TE-SP SM 50	0.03000	UND	270.45	8.11
<u>Equipos, Herramientas y Combustibles</u>					
805000043	TABLERO DE DISTRIBUCION 220V TRIFASICA ONRAN AE1076800	0.00056	MES	674.00	0.37
853010512	EXCAVADORA 36 TON	0.10290	HORA	195.18	20.08
853010529	MARTILLO HIDRAULICO PARA EXCAVADORA	0.00057	MES	19,699.20	11.27
853023414	BULLDOZER TIPO CAT D6	0.00980	HORA	217.73	2.13
853030722	CAMION CISTERNA 15M3	0.00432	HORA	89.10	0.39
853052305	GENERADOR 10 KVA ARRENDADO	0.20000	HORA	12.64	2.53
853090300	MOTOBOMBA 3"	0.00002	MES	324.00	0.01
853128715	CARRO PORTATALADRO HILTI	0.00167	MES	64.80	0.11
853128720	MARTILLO HILTI DEMOLEDOR TE 3000-AVR 230V	0.00167	MES	842.40	1.40
854050000	EHI DIRECTOS	1.14648	HH	1.13	1.30
854100000	GASOLINA 93 OCTANOS	0.00444	LTS	2.27	0.01
854200000	PETROLEO	2.94180	LTS	2.27	6.68
854210000	PETROLEO EQ ESTACIONARIO	0.86461	LTS	2.27	1.96
854300000	LUBRICANTES		%		
<u>Mano de Obra</u>					
905110650	OPERADOR EXCAVADORA y Contraturno	0.00057	MES	11,610.83	6.64
905111350	OPERADOR BULLDOZER y Contraturno	0.00005	MES	11,228.03	0.61
905112150	OPERADOR CAMION ALJIBE y Contraturno	0.00002	MES	11,036.62	0.26
912011000	CUADRILLA EXCAVACION A MANO	1.13697	HH	22.82	25.95
912051000	CUADRILLA RELLENOS COMPACTADOS	0.00951	HH	22.85	0.22
	Precio Total S/.				92.26
	Precio Unitario S/.				92.26

Análisis de precios unitarios de la partida "Excavación en roca".

Anexo B: Alcance contractual del proyecto para construcción (págs. 14-15).

Anexo C: Presupuesto línea base y presupuesto forecast.

Anexo D: Planos de referencia.