



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS TÉCNICO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL
PROYECTO EMBALSE LAS PALMAS
SEGÚN METODOLOGÍAS DE CONTROL EN BASE A CONCEPTOS DEL “PROJECT MANAGEMENT”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

LEONARDO FRANCISCO ESCALONA SALAS

**PROFESOR GUÍA:
ADOLFO OCHOA LLANGATO**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
EZEQUIEL CAMUS HAYDEN
JOSÉ SALVATIERRA GARRIDO**

**SANTIAGO DE CHILE
2023**

**ANALISIS TECNICO DE LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO EMBALSE LAS PALMAS
SEGÚN METODOLOGIAS DE CONTROL EN BASE A CONCEPTOS
DEL “PROJECT MANAGEMENT”**

En el contexto del Plan Nacional de Embalses impulsado por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, la falta de inversión pública ha promovido un cambio en la modalidad de licitaciones para la construcción de obras civiles mayores a un sistema de concesiones. Las empresas privadas que postulan a estos proyectos invierten una gran cantidad de dinero por lo que es de vital importancia lograr una eficiencia y eficacia en la construcción de estas obras e identificar las posibles causas que promueven desviaciones frente a lo planificado.

Considerando este escenario, el presente trabajo de título tiene por objetivo analizar el desempeño de variables de gestión utilizadas en la construcción del proyecto concesionado Embalse Las Palmas, mediante indicadores de control entregados por el Project Management, validados por la experiencia profesional de expertos en gestión de la construcción de obras civiles mayores, para luego entregar recomendaciones que permitan aportar positivamente a la gestión y dirección técnica de este proyecto y similares.

En este trabajo se hizo estudio de bibliografías para comprender el ciclo de vida, la ejecución y las características de proyectos de construcción de presas. A su vez se estudió la evolución en la gestión de proyectos y las particularidades del Project Management y Construction Management, enfatizando en los objetivos específicos de estudio a cumplir en proyectos concesionados (Proyecto, Contrato, Tiempo, Costo y Calidad), definiendo herramientas y técnicas de control para cada uno de ellos.

En el desarrollo del trabajo, respecto al proyecto en estudio se describió la línea base y su avance a una fecha de control definida (octubre 2022), determinando el desempeño del proyecto en los distintos objetivos de estudio. Además, se encuestó a profesionales expertos para examinar su perspectiva ante las metodologías de control, asegurando la aplicabilidad de las abordadas en esta investigación, a la vez que se recopiló recomendaciones para prevenir y responder frente a un mal desempeño.

Finalmente, mediante un análisis técnico del proyecto se evaluó el desempeño de los objetivos, concluyendo que el desempeño general del proyecto da cuenta de un mal desarrollo en la gestión de la construcción del proyecto, puesto que no se ha logrado todo lo estipulado por la línea base del proyecto, principalmente por dos macro factores, las dificultades asociadas a enfrentar el proyecto durante la pandemia y las especulaciones generadas por la incertidumbre respecto a los recursos hídricos del sector afectados por la escasez hídrica que afecta al país. En particular, se deja en evidencia, el cumplimiento de los requerimientos contractuales del proyecto, las desviaciones negativas respecto a las líneas base de tiempo y costo en la construcción del proyecto y el cumplimiento del plan de aseguramiento de la calidad en su mayor medida. Frente a estos análisis se presentan recomendaciones fundadas en el análisis de entrevistas, como acciones a tomar frente al desempeño actual del proyecto.

Dedicatoria

*A mis padres, a mi hermano y su familia,
a mi hermanita, a mi primo,
a mi tía, a mis abuelos,
y a mi novia.
Gracias, por siempre apoyarme.*

Agradecimientos

En este trabajo de título termina mi etapa universitaria, luego de pasar tantos años, de vivir tantos momentos y de pasar tantas emociones, puedo asegurar que terminar mi carrera universitaria para ser Ingeniero civil ha sido el objetivo más dificultoso por el cual he pasado, por lo mismo, no tengo más que palabras de agradecimiento a todos aquellos que fueron parte de este proceso y me dieron un incentivo a seguir.

En especial me gustaría agradecer a mi familia por apoyarme en todo momento. A mi madre Horta Salas por siempre estar preocupada de mi vida y de mi salud, de alimentarme para tener fuerzas, de darme calor cuando hace frío, de escucharme y de darme con un abrazo y un beso el amor de madre que uno necesita. A mi padre Juan Escalona por ser el sostén económico de la familia y permitimos tener todo lo necesario para vivir, educarnos y crecer en el confort de una familia unida.

A mi hermano Onofre por darme el incentivo a entrar en la carrera de ingeniería, sin tus logros jamás hubiera llegado hasta este momento, siempre has sido un incentivo para llegar más lejos y siempre he estado orgulloso de la persona que eres y de la familia que estas formando con la Dani, toca dejar un legado en mi sobrino Gaspar y demostrarle que con esfuerzo se puede llegar lejos.

A mi hermanita Horta por demostrarme que todo esfuerzo en la vida es un paso más para cumplir tus sueños, siempre se mantendrán en mi memoria tus valores, consejos y recuerdos. A mi primo Manuel por ser la persona que me demostró que la vida es una sola y hay que aprovecharla al máximo, contigo logré crecer sabiendo que por más caídas siempre hay que levantarse. A mi tía Claudia por ser mi segunda mamá y querer que siempre logre mis objetivos. A mis abuelitos y abuelitas que sin ellos y su entrega no seríamos las personas que somos.

También me gustaría agradecer a mi novia Yazmin porque en este proceso, supo escucharme, entenderme, darme sus reflexiones cuando las necesitaba, acogerme en momentos difíciles, permitirme aprovechar los días libres junto a ella y ayudarme a mantener un enfoque en cumplir mis sueños, siempre con su amor real y sincero. También a su familia por acogerme casi como un hijo y permitirme compartir con ellas en momentos importantes donde necesitaba desconexión.

No puedo olvidarme de agradecer a mis amigos de la vida al Cesar, a la Nico, al Cristo, al Claudio, y a todos mis amigos universitarios que siempre estuvieron ahí desde el principio y que con esfuerzo, diversión y apoyo fueron parte importante de este capítulo de mi vida (al Tomi, al Nico, al Caco, al Mauri, al Dani, al Chama, a todos).

Por último, mis más sinceros agradecimientos para mi profesor favorito Adolfo Ochoa, que con su guía, apoyo, colaboración y perseverancia me ayudo para que llevará este informe a un buen puerto, profesor llegó en un momento donde estaba todo cuesta abajo y me ayudo a llevarlo todo cuesta arriba. También mis agradecimientos a Ezequiel Camus y José Luis Salvatierra, que con buena voluntad aceptaron colaborar como miembros de la comisión, sin tener ninguna obligación, solo buena disposición.

Tabla de Contenido

Capítulo 1 Introducción	1
1.1. Introducción General	1
1.2. Justificación del Problema	2
1.3. Motivación.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
1.5. Metodología y Alcances	5
Capítulo 2 Marco Teórico	7
2.1. Construcción de Presas	7
2.2. Ciclo de vida de un embalse.....	23
2.3. Project Management	29
2.4. Construction Management	39
2.5. Gestión y Control de objetivos que cumplir en proyectos de concesiones	46
2.5.1. Gestión y Control del Proyecto	46
2.5.2. Gestión y Control del Contrato.....	51
2.5.3. Gestión y Control del Tiempo.....	59
2.5.4. Gestión y Control del Costo.....	74
2.5.5. Gestión y Control de la Calidad	90
Capítulo 3 Descripción del Proyecto Embalse las Palmas	97
3.1. Descripción del Proyecto.....	97
3.2. Programa de ejecución de las obras	116
3.3. Plan de Aseguramiento de Calidad	130
Capítulo 4 Situación Actual del Embalse las Palmas	140
4.1. Avance Contractual del Proyecto.....	140
4.2. Avance en la Ejecución de las Obras	142
4.3. Avance en el aseguramiento de la Calidad	159
4.4. Entrevistas a profesionales expertos	170

Capítulo 5 Análisis.....	188
5.1. Análisis del uso de metodologías de control en base a conceptos del “Project Management”	188
5.2. Análisis técnico del proyecto	189
Capítulo 6 Conclusiones	196
6.1. Conclusiones.....	196
Capítulo 7 Bibliografía	199
Capítulo 8 Anexos	202

Índice de Tablas

Tabla 1.1: Porcentaje de Avance de las Obras, octubre 2022.	4
Tabla 2.1: Tablero de Seguimiento de Contratos.....	58
Tabla 2.2: Tablero de Control de un Contrato.	58
Tabla 2.3: Tabla de relaciones lógicas y dependencias, proyecto ejemplo	66
Tabla 2.4: Tabla de holguras, proyecto ejemplo	66
Tabla 2.5: Tabla de recursos necesarios, proyecto ejemplo	68
Tabla 2.6: Costos directos del proyecto, proyecto ejemplo	81
Tabla 2.7: Costos indirectos del proyecto, proyecto ejemplo	81
Tabla 2.8: Presupuesto oficial del proyecto resumido, proyecto ejemplo	81
Tabla 3.1: Evaluación de las ofertas técnicas.	101
Tabla 3.2: Evaluación de las ofertas económicas.....	102
Tabla 3.3: Rellenos del muro principal.....	105
Tabla 3.4: Rellenos del muro secundario.....	108
Tabla 3.5: Cronograma del proyecto inicial.	117
Tabla 3.6: Cronograma del proyecto inicial.	117
Tabla 3.7: Duración de Actividades según el Cronograma Inicial del Proyecto.....	120
Tabla 3.8: Presupuesto de Inversión del Proyecto.....	123
Tabla 3.9: Mano de Obra estimada para el proyecto.	124
Tabla 3.10: Personal necesario para la ejecución del proyecto.....	125
Tabla 3.11: Maquinaria proyectada para la ejecución de las obras.	128
Tabla 3.12: Actividades Clasificadas Nivel 1 y sus Procedimientos.	130
Tabla 3.13: Actividades Clasificadas Nivel 2.....	131
Tabla 3.14: Objetivos de Calidad.....	132
Tabla 3.15: Almacenamiento y manejo de materiales.....	135
Tabla 3.16: Subcontratistas de servicio y actividades críticos	136
Tabla 4.1: Avance Contractual del Proyecto	140
Tabla 4.2: Nuevas Fechas de los hitos de avance.....	142
Tabla 4.3: Avance real de las obras del proyecto.....	143
Tabla 4.4: Avance real de la entrega de terrenos del proyecto.....	145
Tabla 4.5: Avance real de la ingeniería de detalle del proyecto.....	146

Tabla 4.6: Costo real de las obras del proyecto.	153
Tabla 4.7: Mano de Obra Promedio y Máxima utilizada en el Proyecto	157
Tabla 4.8: Maquinaria disponible en el proyecto.....	157
Tabla 4.9: Superficies de empréstitos en el área de inundación	158
Tabla 4.10: Procedimientos específicos generados para le ejecución de las obras.	159
Tabla 4.11: Control de los Objetivos de Calidad.	161
Tabla 4.12: Certificados de Calidad de los materiales utilizados en el proyecto.....	161
Tabla 4.13: Equipos topográficos utilizados en el proyecto.	164
Tabla 4.14: Equipos de Laboratorios utilizados en el proyecto	165
Tabla 4.15: Avance del P.I.E. Rutas según informe quincenal octubre 2022 del proyecto	166
Tabla 4.16: Avance del P.I.E. Túnel según informe quincenal octubre 2022 del proyecto	167
Tabla 4.17: Avance del P.I.E. Muro Principal según informe quincenal octubre 2022 del proyecto	167
Tabla 4.18: Cantidades más importantes en las No Conformidades.	168
Tabla 4.19: Evolución en el enfoque de la gestión de proyectos de construcción según expertos.....	170
Tabla 4.20: Metodologías de Control según expertos.	172
Tabla 4.21: Metodologías de Control utilizadas por expertos.	172
Tabla 4.22: Herramientas y técnicas de control y su utilidad para un análisis técnico según expertos	173
Tabla 4.23: Como se abordan los desafíos de gestión y control para las áreas de estudio según expertos.	175
Tabla 4.24: Evaluación y medición del desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos	177
Tabla 4.25: Recomendaciones para prevenir un mal desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos.	178
Tabla 4.26: Acciones frente a un mal desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos.	180
Tabla 5.1: Retrasos del proyecto	191
Tabla 5.2: Mayores sobrecosto en actividades.	193

Índice de Ilustraciones

Ilustración 2.1: Tipos de Presas	9
Ilustración 2.2: Características generales de un proyecto actual de presas CFRD	10
Ilustración 2.3: Sección tipo de presa CFRD con detalle de fundaciones y plinto.	12
Ilustración 2.4: Cortina de Inyecciones, Presa Sogamoso, Colombia.	12
Ilustración 2.5: Fotografía Coronamiento de Presa, Complejo Hidroeléctrico los Caracoles en Pachaco.	13
Ilustración 2.6: Obras de Desvío de un Embalse.	14
Ilustración 2.7: Fotografía Obra de Toma, Represa de Canoabo, Venezuela.	16
Ilustración 2.8: Obras de Desvío de un Embalse.	16
Ilustración 2.9: Obras de Evacuador de Crecidas.	17
Ilustración 2.10: Esquema de la ubicación de las obras de cierre del desvío.	18
Ilustración 2.11: Fotografía de estructura para el cierre de compuertas en obra de toma.	19
Ilustración 2.12: Fotografía de caseta de válvulas de entrega de aguas en embalse.	19
Ilustración 2.13: Programa de actividades esquemático, con particular referencia al desvío del río.	22
Ilustración 2.14: Cronograma de trabajo del Proyecto Embalse Chironta.	22
Ilustración 2.15: Línea de tiempo ciclo de vida de un embalse mediante D.F.L. n°1.123.24	
Ilustración 2.16: Interrelación entre los Componentes Clave de los Proyectos	30
Ilustración 2.17: Interacción entre los grupos de procesos dentro de un proyecto o fase.	32
Ilustración 2.18: Relación entre los procesos del grupo de procesos de inicio.	33
Ilustración 2.19: Relación entre los procesos del grupo de procesos de planificación. ...	33
Ilustración 2.20 Relación entre los procesos del grupo de procesos de ejecución.	34
Ilustración 2.21: Relación entre los procesos del grupo de procesos de control y seguimiento.	34
Ilustración 2.22: Relación entre los procesos del grupo de procesos de cierre.	35
Ilustración 2.23: Línea base del alcance del proyecto.	49
Ilustración 2.24: Relaciones lógicas entre actividades.	60
Ilustración 2.25: Diagrama de precedencia de actividades, proyecto ejemplo.	63
Ilustración 2.26: Método del camino crítico CPM.	64
Ilustración 2.27: Método de Técnica de revisión y evaluación de programas PERT	64

Ilustración 2.28: Método del camino crítico CPM, proyecto ejemplo	66
Ilustración 2.29: Holguras y Camino crítico representadas en formato Carta Gantt, proyecto ejemplo	67
Ilustración 2.30: Recursos representados en formato Carta Gantt, proyecto ejemplo ...	68
Ilustración 2.31: Distribución de la utilización de recursos durante el proyecto, proyecto ejemplo.....	68
Ilustración 2.32: Master Plan del Cronograma, proyecto ejemplo	70
Ilustración 2.33: Incidencia de las actividades representadas en formato Carta Gantt, proyecto ejemplo	71
Ilustración 2.34: Curva S de Avance Programado de las Obras, proyecto ejemplo.....	71
Ilustración 2.35: Distribución de los recursos utilizados durante el proyecto, proyecto ejemplo.....	72
Ilustración 2.36: Avance de las actividades representadas según su incidencia en el cronograma del proyecto formato Carta Gantt, proyecto ejemplo	72
Ilustración 2.37: Curva S de Avance Real y Programado de las Obras, proyecto ejemplo	73
Ilustración 2.38: Componentes del Presupuesto	82
Ilustración 2.39: Presupuesto oficial de inversión según partidas, proyecto ejemplo	83
Ilustración 2.40: Costos representados en el cronograma del proyecto, proyecto ejemplo	84
Ilustración 2.41: Curva S – Cronograma de presupuesto de inversión, proyecto ejemplo	84
Ilustración 2.42: Costo real de las actividades ejecutadas representadas en el cronograma del proyecto, proyecto ejemplo	85
Ilustración 2.43: Curva S de Costos (Cronograma de Inversión), proyecto ejemplo	85
Ilustración 2.44: Representación gráfica de los indicadores del método del valor ganado, proyecto ejemplo	89
Ilustración 2.45: Representación grafica del pronóstico al termino EAT.....	89
Ilustración 3.1: Ubicación del Proyecto Embalse las Palmas.	97
Ilustración 3.2: Plano general del Embalse las Palmas, sus obras anexas y obras complementarias.	98
Ilustración 3.3: Esquema de Almacenamiento de aguas en el Embalse.	99
Ilustración 3.4: Esquema del uso y goce de las aguas del proyecto.	99
Ilustración 3.5: Ciclo de Vida del Proyecto Embalse Las Palmas.....	104
Ilustración 3.6: Plano Muro Principal, secciones y detalles.	105
Ilustración 3.7: Plano Muro Principal, Detalle Plinto.	106
Ilustración 3.8: Plano en Planta del Plinto, secciones y detalles.....	106
Ilustración 3.9: Plano Muro Principal, Detalle Pantalla de Hormigón.	106

Ilustración 3.10: Plano Muro Principal, Detalle Coronamiento de la Presa.....	107
Ilustración 3.11: Plano Muro Secundario, secciones y detalles.	107
Ilustración 3.12: Plano en planta de las Obras de Desvío	108
Ilustración 3.13: Plano Ataguía, Detalle de zonificación.	109
Ilustración 3.14: Plano Portal de Entrada Túnel de Desvío, proyectado sin la Obra de Toma.....	109
Ilustración 3.15: Plano Secciones del Túnel de Desvío.	110
Ilustración 3.16: Planos de la obra de toma del túnel de desvío.	111
Ilustración 3.17: Planos del desagüe de fondo en el tapón y la caverna del túnel de desvío.	111
Ilustración 3.18: Planos de la entrega de aguas en el tapón y la caverna del túnel de desvío.	112
Ilustración 3.19: Planos de los muros para el sistema de bifurcación.	112
Ilustración 3.20: Planos de la caseta de válvulas, con detalle de las válvulas mariposa.	113
Ilustración 3.21: Vista en planta y longitudinal del evacuador de crecidas.....	114
Ilustración 3.22: EDT general de la obra.	116
Ilustración 3.23: Resumen de la secuenciación de actividades según el cronograma inicial del Proyecto.	121
Ilustración 3.24: Curva de Avance Físico Mensual (Curva S).....	122
Ilustración 3.25: Resumen de la ruta crítica según el cronograma inicial del Proyecto.	122
Ilustración 3.26: Cronograma de Inversión.	124
Ilustración 3.27: Mano de Obra Histórica Proyectada del Proyecto.....	124
Ilustración 3.28: Organigrama general de la concesionaria del proyecto.	126
Ilustración 3.29: Organigrama general de la constructora contratista EPC.....	127
Ilustración 3.30: Formato de No conformidades y acciones correctivas.....	139
Ilustración 4.1: Resumen del avance real de las actividades según el cronograma inicial del Proyecto.	143
Ilustración 4.2: Curva de Avance Físico Real Vs Programado del Proyecto.	144
Ilustración 4.3: Resumen del camino crítico y holgura de actividades según el cronograma inicial del Proyecto.	144
Ilustración 4.4: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Variante Ruta E-315.....	147
Ilustración 4.5: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Variante Ruta E-377D.	148
Ilustración 4.6: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Obras Túnel de Desvío.	149
Ilustración 4.7: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Ataguía.	149
Ilustración 4.8: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Muro Principal.	150

Ilustración 4.9: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Evacuador de Crecidas....	151
Ilustración 4.10: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Estaciones de Control. ..	152
Ilustración 4.11: Cronograma de Presupuesto de Inversión Real vs Programado.	153
Ilustración 4.12: Variables calculadas para el método del valor ganado.....	154
Ilustración 4.13: Representación gráfica del método del valor ganado para el proyecto.	156
Ilustración 4.14: Mano de Obra Histórica Real del Proyecto	156
Ilustración 4.15: Ubicación de superficies de empréstitos según tipo de material.....	158
Ilustración 4.16: Clasificación de las No conformidades.....	169

Capítulo 1

Introducción

1.1. Introducción General

Chile es un país con interés de transformarse en una potencia agroalimentaria, si bien existe la capacidad territorial para lograr tal desafío, una sequía ha marcado la última década impidiendo llegar a la necesaria capacidad hídrica. La búsqueda de soluciones y políticas públicas para obtener una seguridad hídrica ha impulsado iniciativas de construcción de obras civiles, que mejoren la gestión y distribución de los recursos, es así como nace el Plan Nacional de Embalses impulsado por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.

El Plan Nacional de Embalses es una iniciativa del Gobierno de la presidenta Michelle Bachelet, que consideraba la construcción de 20 obras entre los años 2015 y 2025 [1]. Tal plan permitiría un beneficio de riego a 30.600 predios, que equivalen a una superficie de 191.000 ha en todo el territorio nacional, con una inversión pública estimada de \$2.100 millones [2].

Para el 2019 el presidente Sebastián Piñera presentó la ampliación del Plan Nacional de Embalses, iniciativa que considera un aumento a 26 obras [3], que beneficiaría a 150.000 agricultores (37.620 predios), equivalente a más de 400.000 ha en Chile, con una inversión pública de \$6.084 millones [4].

En fecha de junio 2022, el Ministerio de Obras Públicas presentó en la Comisión de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado el avance del Plan [5], informando que hasta el momento hay cuatro iniciativas en ejecución y el resto se encuentra en etapa de estudios.

Proyectos en ejecución:

- Embalse Valle Hermoso ubicado en la región de Coquimbo, es el único que ha finalizado sus obras con un volumen de 20 Hm³ y una superficie de riego de 1.500 ha. Comenzó en construcción en 2015 y terminó en octubre 2020 mediante el D.F.L. n°1.123 [6]. Actualmente se está tramitando en SEA la modificación del caudal ecológico, para un próximo inicio de explotación provisional.
- Embalse Chironta ubicado en la región de Arica y Parinacota, que fue licitado en 2016 mediante el D.F.L. n°1.123 actualmente se encuentra en construcción con un 98% de avance de las obras. El proyecto contempla un volumen de 17 Hm³ y una superficie de riego de 2.384 ha, permitiendo a su vez el control de crecidas en el cauce [7].
- Embalse La Punilla ubicado en la región de Ñuble, que fue llamado a licitación mediante el sistema de concesiones en marzo de 2015 y Adjudicado en marzo de 2016, finalizó y detuvo el proyecto a través de un convenio de extinción de contrato por mutuo acuerdo entre la Sociedad Concesionaria y el MOP en octubre de 2021 [8]. Si bien no se comenzó la construcción de las obras y no se cuenta con ingeniería de detalle de las

obras del embalse aprobadas, se volvió a realizar un llamado a licitación del proyecto en noviembre de 2021, con algunas modificaciones al contrato, reduciendo en el acto su volumen de 625 a 540 Hm³, cambiando el nombre de la concesión a Embalse Nueva la Punilla, con fecha de recepción de ofertas técnicas en noviembre de 2022 [9]. La obra permitiría abordar las necesidades de riego y de manera complementaria aportar a la generación de energía hidroeléctrica y la reserva de agua para consumo humano.

- Embalse Las Palmas ubicado en la región de Valparaíso, que fue llamado a licitación mediante el sistema de concesiones en julio de 2017 y Adjudicado por la empresa “China Harbour Engineering Company Ltd. (CHEC)” el 6 de marzo de 2018 (Publicado en el Diario Oficial el 4 de mayo de 2018) [10]. A octubre 2022 se encuentra en construcción con un 19,34% de avance de las obras y todos los proyectos de ingeniería de detalle de las obras del proyecto debidamente aprobados. El proyecto contempla un volumen de 55 Hm³ y una superficie de riego de 2.859 ha, permitiendo abastecer las necesidades de riego de la zona media y baja de la cuenca del valle del río Petorca. Además, el embalse asegurará la disponibilidad de recursos hídricos para consumo humano.

La falta de inversión pública actual a promovido un cambiado en la modalidad de licitaciones de este tipo de proyectos, pasando de obras construidas mediante el D.F.L. n°1.123 a obras concesionadas, en donde el privado que se adjudique la obra asume el riesgo de provisión de la infraestructura y se hace cargo de toda la ingeniería de detalle, construcción, mantención y explotación/operación de las obras.

Los próximos proyectos para llamado a licitaciones en la cartera de concesiones [11] son el Embalse Zapallar de la región de Ñuble y el Embalse Catemu de la región de Valparaíso ambos con fecha proyectados al cuarto trimestre de 2023. Este tipo de licitaciones por ley de concesiones deberían demorar en promedio unos 9 años en estar listo, a diferencia del mínimo de 14,5 años que demoraba por los adjudicados a través del D.F.L. n°1.123. De este lapso, la construcción demora entre 4 a 6 años dependiendo de las dimensiones y características de cada proyecto.

El presente estudio surge del interés de investigar uno de los embalses en ejecución de este plan nacional de embalses, específicamente, la construcción del proyecto Embalse Las Palmas.

1.2. Justificación del Problema

Los gobiernos y las empresas privadas para la construcción de obras civiles mayores invierten una gran cantidad de dinero y a su vez, el retraso, la subestimación de las partidas, los cambios a la programación, entre otros, elevan aún más los costos respecto de los presupuestos de inversión del proyecto, por lo que es de vital importancia lograr una eficiencia en la construcción de estas obras e identificar las causas que promueven estas desviaciones.

En Chile el cumplimiento de lo planificado no es algo habitual para obras de esta magnitud, en particular en embalses para riego como Chironta, Punilla y en hidroeléctricas como Alto

Maipo, Ñuble, Los Cóncores han sido afectados por diversos factores que han tenido como consecuencia importantes variaciones en los plazos programados y los presupuestos con que dichos proyectos partieron.

Por el contrario, se tienen otras experiencias, específicamente en la construcción de centrales hidroeléctricas como Pehuenche y Pangue, donde los resultados fueron muy positivos, cumpliéndose los plazos finales con holgura y también los presupuestos establecidos. Esta condición, asociada a esos proyectos en particular, impulsó a la empresa propietaria de esos proyectos a desarrollar otros como Curillinque, Loma Alta y Ralco, buscando aplicar los mismos métodos de gestión y dirección técnica de construcción, para conseguir resultados semejantes. Este impulso significó la construcción de cinco centrales hidroeléctricas de manera continua, sumando una potencia de 1.900 MW al sistema eléctrico nacional, en un plazo de 18 años (1.986 a 2.004).

Con lo anterior se tiene, que la buena gestión y dirección de proyectos genera incentivos a la inversión y, por el contrario, se estima que no produce este efecto. Por consiguiente, se trata de continuar estudiando las razones que implican tener malos resultados en la construcción de estas obras civiles mayores. Cabe hacer notar que atrasos y mayores costos, afectan por igual a las obras civiles mayores realizadas según el interés público o privado.

El uso de metodologías para la dirección de proyectos como el Project Management, Construction Management, BIM, Lean Construction, entre otros han generado una mejora en los niveles de rendimiento, ya sea en la reducción de costos, incremento de la productividad, cumplimiento de los plazos, mayor calidad en los productos generados, aumento de la seguridad del personal, mejora en el grado de satisfacción del cliente, entre otros. Por lo mismo es de interés comparar estas herramientas respecto de los sistemas de gestión, control y dirección utilizados en un proyecto, verificando la efectividad de ellos, en un caso real como la construcción del Embalse Las Palmas. Además, mediante entrevistas dirigidas a profesionales con experiencia, se tendrá una comparación entre lo real y lo teórico.

Respecto de la aplicación de un trabajo como éste se tiene la favorable condición actual del proyecto Embalse Las Palmas, dado que se encuentra a octubre 2022 en plena fase de construcción y resta mucho por ejecutar.

La obra del Embalse las Palmas consiste en la construcción de dos muros, uno principal de tipo CFRD (Concrete Face Rockfill Dam), de 560 m de largo y 70 m de altura aproximada; y un muro secundario de materiales sueltos zonificados con un núcleo de arcilla, de 110 m de largo y 10 m de altura aproximada. Además, considera un canal alimentador de 57 km que permitirá la conducción de aguas desde la cuenca del río Petorca hasta el Embalse, permitiendo aumentar los recursos hídricos que es posible almacenar. [12]

Este embalse considera entre sus principales Obras Anexas: las Obras del Túnel de Desvío, las Obras del Evacuador de Crecidas y la Ataguía. Por otra parte, considera como Obras Complementarias obligatorias: el Canal Alimentador y su Bocatoma, las Variantes a las Rutas E-377D y E-315, las Estaciones de Control, las Obras de Desvío de Crecidas en la Quebrada y los Caminos de Operación y Acceso a las Obras.

El porcentaje de avance de las obras es el siguiente:

Tabla 1.1: Porcentaje de Avance de las Obras, octubre 2022.

Obras	Porcentaje de Avance
Ingeniería de Detalle	100,00 %
Variantes a Rutas Enroladas (E-377D y E-315)	58,83 %
Túnel de Desvío	48,89 %
Ataguía	32,11 %
Muro Principal	7,10 %
Obras de Evacuador de Crecidas	15,66 %
Muro Secundario	0,00 %
Canal Alimentador	0,00 %
Caminos de Operación y Acceso a las Obras	0,00 %
Estaciones Fluviométricas	49,19 %
Obras de desvío crecidas / Quebrada	0,00 %
Avance Total de las Obras	19,34 %

Esta condición en las obras permite estimar que las recomendaciones que surjan a partir de este trabajo de título puedan ser aplicadas, aportando con ello al constante mejoramiento que debe existir en la gestión y dirección técnica de construcción de proyectos de obras civiles mayores.

1.3. Motivación

El presente autor de este trabajo de título trabajó desde mayo 2022, en la empresa CHEC, concesionaria a cargo de la construcción y operación del Embalse Las Palmas, en donde ejerció como Ayudante en la Coordinación del Proyecto hasta febrero de 2023.

El interés de este estudio surge de aportar en una mejoría continua a los procedimientos del proyecto y proponer una metodología para la continuidad de la obra y de futuros proyectos de los cuales puedo ser parte.

Además, este estudio puede ser un antecedente no menor e importante para la toma de decisiones futuras en proyectos de obras civiles mayores, tales como los embalses con fecha de licitación en 2023 de la cartera de concesiones o de los próximos embalses del Plan Nacional de Embalses, dando cuenta de un análisis en las desviaciones de los plazos y costos de los proyectos que deban ser considerados.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Analizar los sistemas de gestión de proyectos actualmente empleados en la construcción del Embalse Las Palmas, compararlos con las experiencias vinculadas a otros proyectos y los sistemas de gestión propuestos en la literatura, para entregar recomendaciones que permitan aportar positivamente a la gestión y dirección técnica de construcción de obras mayores, como el propio Embalse Las Palmas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Revisar y analizar la bibliografía disponible sobre los proyectos de embalses, sus procesos de licitación y construcción.
- b) Revisar y analizar la bibliografía disponible sobre gestión y dirección de proyectos.
- c) Describir el proyecto Embalse Las Palmas, sus objetivos, alcance y dimensión de las obras involucradas.
- d) Conocer y analizar los sistemas empleados en la construcción del embalse Las Palmas, para los objetivos de gestión técnica de proyectos a analizar, enfocados en el control y seguimiento.
- e) Elaborar y desarrollar una entrevista para conocer las experiencias de gestión y control en otros proyectos, de expertos profesionales de la gestión y control en la construcción.
- f) Con base en el conocimiento adquirido, elaborar un listado de aspectos claves a considerar en la ejecución de estos proyectos.
- g) Entregar un listado de recomendaciones para mejorar la gestión de construcción y dirección de proyectos de obras mayores y del proyecto en estudio.

1.5. Metodología y Alcances

Para cumplir con los objetivos de este estudio, es importante especificar el ordenamiento y los límites de las actividades que se llevan a cabo. Por consiguiente, a continuación, se exponen los alcances y la metodología del Trabajo de Título:

a) Revisión Bibliográfica:

En base a estudios de proyectos de presas, elaborados por distintos autores del área con experiencia adquirida en práctica, se estudiará el detalle del estado del arte de la construcción de presas, conociendo los tipos de presas, especificando aquellas de tipo CFRD, similares a las del Embalse en estudio, conociendo sus obras anexas y comple-

mentarias, para luego describir una correcta secuenciación en las actividades de este tipo de proyectos. También se estudiará los distintos tipos de contratos por los cuales se licitan los Embalses en Chile.

Además, se estudiará las herramientas actuales del Project Management, Construction Management, enfatizando en las distintas variables a controlar en un contrato de concesiones.

b) Descripción del Proyecto Embalse Las Palmas:

Se detalla el proyecto poniendo énfasis en las materias de interés para este estudio, en base a la información disponible por el cargo del trabajo ejercido y a su vez lo faltante solicitados al MOP por ley de transparencias. La información para detallar viene mayormente presentada en los informes mensuales del proyecto, el programa de ejecución de las obras, el plan de aseguramiento de la calidad y los informes asociados a la gestión de las variables a analizar y controlar: Plazos, Costos, Calidad, Medio Ambiente, Seguridad, BIM, Relaciones Comunitarias.

c) Análisis de la información:

En base al conocimiento obtenido por los puntos anteriores, se analiza la situación actual y los sistemas empleados en la construcción del proyecto, en cuanto a la gestión, planificación, control y dirección. Sumado a lo anterior se elabora una entrevista que permita dar cuenta de un correcto manejo en la gestión y control de las variables a estudiar, conociendo casos de éxito de distintos profesionales con experiencia, reflejando y comparando lo real con lo teórico.

d) Conclusiones y Recomendaciones

Dar cuenta de las conclusiones del análisis, presentando posibles cambios y recomendaciones a considerar, elaborando un listado de aspectos relevantes que puedan presentar mejoras en los procedimientos de la ejecución de este y otros proyectos de Embalses.

Capítulo 2

Marco Teórico

En el presente capítulo se abordan los principales temas en cuales se basa el trabajo a realizar, permitiendo fundamentar los análisis y conclusiones en el desarrollo de este estudio.

2.1. Construcción de Presas

Para conocer cómo se construyen las presas, a continuación, se presenta una descripción de que son las presas, como han evolucionado la construcción de estos proyectos, las caracterizaciones típicas, la descripción de las obras que componen uno de estos proyectos y en particular el caso en estudio, la correcta secuencia constructiva de las obras y las áreas indispensables para la construcción.

Historia de las presas en Chile

Los embalses son una obra civil compleja y de gran envergadura, que se forman artificialmente, cerrando un valle mediante una presa. Una presa puede definirse como un muro grueso de materiales (piedras, gravas, arenas, limos, arcillas y hormigón) distribuidos en su sección en función de sus características, la cual al ser construida a través de un río modifica el cauce natural de este mismo, elevando el nivel de agua hasta cubrir la zona de inundación y permitiendo derivar las aguas fuera del cauce del río con fines particulares [13].

El principal fin de un embalse es la regulación hidráulica fluvial (mejorar la gestión hídrica) permitiendo a los usuarios de derechos de aguas una mejor distribución y captación de sus recursos en periodos de escasez. Es así como la actividad agrícola es la mayor beneficiaria y la principal gestora para promover este tipo de proyectos, satisfaciendo las demandas de agua para riego a todos los regantes aguas abajo del pie de la presa.

Si bien la comunidad agrícola es beneficiada, a su vez toda la población cercana a este proyecto se ve debidamente favorecida, se permite el abastecimiento de agua potable para consumo humano, el control de inundaciones y de crecidas de agua, aumenta en fase de construcción la generación de empleos y en fase de operación el turismo local estacionario. Además, en algunos casos se aprovecha los flujos de agua para la generación de energía hidroeléctrica. Todo lo anterior en la medida que los embalses sean concebidos, diseñados y construidos como embalses multipropósitos.

En el país la primera construcción de un embalse fue en 1853, y corresponde a la presa de Catapilco, ubicada en la quinta región [14]. Desde entonces no se ha detenido a lo largo de los años la construcción de embalses a nivel país, actualmente en Chile existen 39 embalses en operación distribuidos en once regiones y existen 26 grandes embalses proyectados a futuro, 4 de estos avanzados y 22 en etapa de pre-inversión [15]. La dirección general de aguas (DGA) del ministerio de obras públicas monitorea 25 de los embalses operativos en el país, de los cuales el

12% son para agua potable, 64% para riego, 16% para generación y el 8% de ellos es mixto (generación y riego) [16].

Tipos de presas

La Comisión Internacional de Grandes Presas (ICOLD=International Commission on Large Dams), fue la primera entidad internacional creada para promover y difundir el estado del arte de la construcción de estas obras de ingeniería. Esta entidad a su vez promovió la creación de Comités Nacionales cuyo conjunto reúne a más de 10.000 profesionales que han contribuido al arte, ciencia y técnicas ingenieriles para la planificación, construcción y operación de presas que aseguren el desarrollo sustentable y la gestión de los recursos hídricos [17].

En la Comisión Internacional de Grandes Presas se llegó al acuerdo de llamar grandes presas a aquellas construcciones que satisficieran las siguientes condiciones:

1. Tener una altura, entre el coronamiento de la presa y el plano mínimo de fundación igual o mayor a 15 metros.
2. Si la altura está comprendida entre 10 y 15 m, que se cumplan alguna de estas condiciones:
 - a. Aliviadero capaz de evacuar una creciente de caudal mayor de 2.000 m³/s
 - b. Embalse mínimo superior a 1 hm³
 - c. Longitud de coronamiento mayor de 500 m
 - d. Características singulares de su proyecto

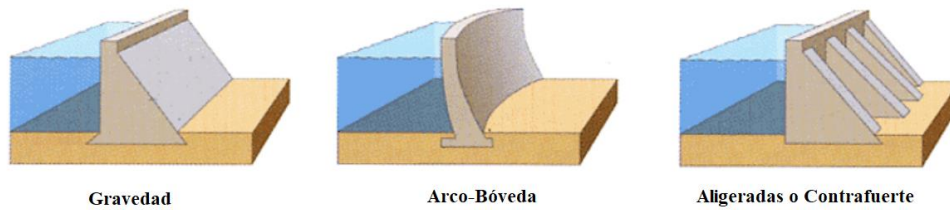
A pesar de que existen numerosas clasificaciones para los tipos de presas, en general podemos dividir las en dos grandes grupos según su materialización: Presas de fábrica (de hormigón) y presas de materiales sueltos (de tierra o de escollera) [18].

Las presas de hormigón se pueden subdividir, según el modo de resistir el empuje hidrostático y su transmisión al terreno de fundación, en: presas de gravedad, presas arco y presas de contrafuertes.

Las presas de materiales sueltos se pueden subdividir en dos grandes grupos, las presas homogéneas de capas compactadas y las presas zonificadas, las que se caracterizan por poseer un núcleo impermeable. Ambas se construyen con rocas de todos los tamaños que aseguran la estabilidad de la estructura y poseen una pantalla impermeable que le otorga estanqueidad.

Se debe considerar que la existencia en el lugar de materiales naturales de construcción, en volumen y calidad, es una información esencial para el diseño, la elaboración del presupuesto de obra y su construcción. En efecto, los materiales disponibles en la mayoría de los casos son los que determinan el tipo de presa a construir, ya que todas las soluciones posibles deben cumplir con las funciones esenciales de la estructura a erigir, tales como, resistir el empuje de las aguas retenidas y permitir la evacuación de los sobrantes, con el menor costo posible para el grado de seguridad adoptado.

Presas de Hormigón

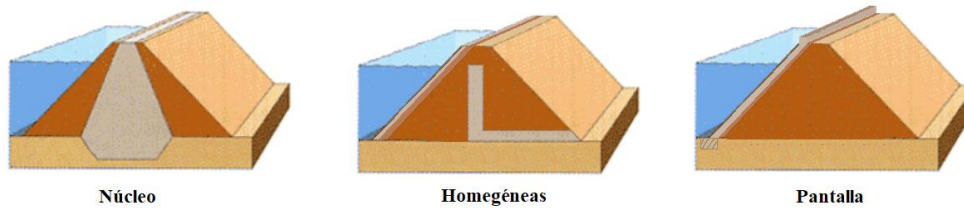


Gravedad

Arco-Bóveda

Aligeradas o Contrafuerte

Presas de Materiales Suetos



Núcleo

Homogéneas

Pantalla

Ilustración 2.1: Tipos de Presas

Fuente original: webaero.net | Imagen Modificada.

Con la evolución de los equipos para la construcción y la globalización en los recursos técnicos y financieros, ha ocurrido una especialización y caracterización de dos tipos de presas fundamentalmente, las presas de obras de hormigón compactado a rodillo (RCCD) y las presas de escollera con pantalla de hormigón (CFRD). Estas últimas siendo de interés por la categoría de presa del embalse en estudio.

Presas CFRD (especificaciones técnicas de este tipo de presas)

Las presas de escollera están formadas por enrocados volcados y compactados, que constituyen un porcentaje superior al 50% del volumen de la presa, luego, los cuerpos resistentes resultan ser muy permeables, por lo que se debe recurrir a otros materiales para retener el agua embalsada y cumplir con la función de estanqueidad (Espinosa, 2010) [17].

Esta condición ha permitido la aplicación de distintas alternativas en pos de lograr el objetivo previamente descrito, entre las que se encuentran, presas con núcleo de estanqueidad, presas con estanqueidad asfáltica y presas con pantalla de hormigón.

Este último tipo de presas contiene una pantalla de estanqueidad vertical en el centro de la presa o apoyada en el paramento de aguas arriba. El perfeccionamiento en las técnicas constructivas, principalmente en juntas, ha permitido la utilización de hormigón armado en obras de gran altura, por lo tanto, en la actualidad el diseño de presas con pantalla de hormigón corresponde a una solución habitual en este tipo de obras civiles.

Así es como en la medida de haberse adquirido experiencia en el comportamiento de las presas construidas en diversas partes del mundo y particularmente al ser objeto de diversos estudios por parte de investigadores y profesionales del área, la tipología de este tipo de presas se ha ido modificando.

El proyecto actualizado de presas CFRD se basa en una propuesta del boletín n°141 de ICOLD (2006) [19] de zonificación básica adaptable a los materiales disponibles, lo que sumado a la mayor capacidad de las máquinas de movimiento de materiales naturales y la audacia de los consultores, ha logrado la elaboración de presas de este tipo en lugares que no hubiera sido posible por sus condiciones geográficas y también la elevación de presas de más de 200 m de altura.

A continuación, se presenta las características del proyecto actualizado de presas CFRD según el boletín n°141 de ICOLD (2006).

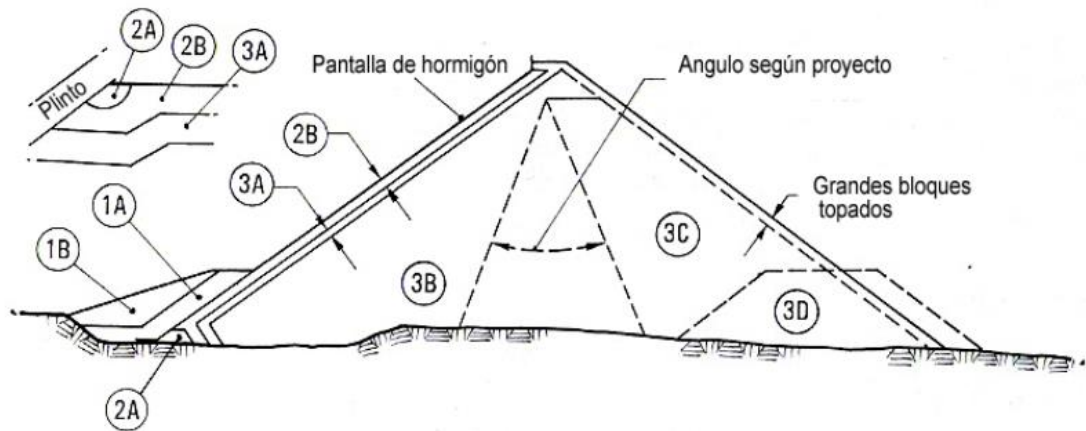


Ilustración 2.2: Características generales de un proyecto actual de presas CFRD

Fuente original: ICOLD, boletín n°141, 2006.

- Zona 1A: Su función es la de proveer material fino que se pueda introducir en grietas y fisuras de la pantalla de hormigón o bien en aberturas de las juntas, especialmente en la perimetral, para lo cual el material ha de carecer de cohesión. Limos y arenas finas son materiales adecuados para esta función, se los coloca en capas de 20 a 30 cm de espesor, levemente compactados, y llegar a contener partículas sólidas (gravas) aisladas de no más de 15 cm.
- Zona 1B: Protección para la zona 1A. Materiales adecuados son mezclas de limos, arcillas arenas gravas y rodados, colocadas en capas de 20 a 30 cm, compactadas.
- Zona 2A: Filtro de arena y grava ubicado dentro de los dos o tres metros de la junta perimetral. En caso de rotura de los sellos de estanqueidad de la junta perimetral este filtro impide la migración de partículas finas provenientes de la zona 1A hacia el cuerpo de la presa. El material adecuado es semejante al árido para hormigones, se lo procesa de acuerdo con los límites granulométricos que se fijen y se lo coloca en capas de 20 a 40 cm, bien compactado con rodillo vibratorio. De este modo, se obtiene junto con la zona 2B, un lugar situado a una distancia de tres metros o más de la junta perimetral con material denso que presenta un alto módulo de deformación. Al alejarse de la junta, la pantalla está apoyada sobre material menos denso, lo cual crea condiciones favorables a la aparición de tensiones de flexión. Es así como la pantalla corre el riesgo de fisurarse a una distancia de ocho a diez metros por encima de la junta perimetral. Es sabido que sería suficiente unos pocos centímetros de un material adecua-

do para formar un filtro, por lo cual sería razonable reducir esta zona a lo constructivamente posible.

- Zona 2B: La pantalla de hormigón apoya sobre la zona 2B. Los materiales adecuados son partículas del tamaño de arenas y gravas, colocados en capas de 40 cm compactadas generalmente con 4 pasadas de rodillo vibratorio de tambor. El ancho de esta zona es de 2 a 4 m, según la altura de la presa. Las partículas pueden proceder de la trituración y clasificación de tamaños como en la producción de áridos para hormigón.
- Zona 3A: Zona de transición entre la zona 2B y la zona de escollera 3B. Los materiales adecuados son del tamaño partículas de escollera de hasta 40 cm, colocados en capas de 40 cm de altura con un ancho horizontal entre 2 y 4 m en función de la altura de la presa, compactados similarmente a los de la zona 2B. Por su función de transición, estos materiales deben cumplir los criterios de filtro entre las Zona 2B y las zonas donde la escollera es más gruesa.
- Zona 3B: Generalmente los materiales adecuados para esta zona son escolleras cuyos tamaños máximos sean del orden de 1 m, dimensión que fija la altura de colocación de las capas, compactadas con pasadas de rodillo liso vibratorio. El número de pasadas se suele fijar con ensayos en que se evalúa el asentamiento medio de la superficie de la capa de escollera a intervalos de 2 a 12 pasadas. Durante la colocación se agrega agua en la proporción del 10 al 25% del volumen de la roca. El aumento de la compactación, el uso de capas más delgadas y el humedecimiento del material son métodos que permiten obtener una densidad satisfactoria en presencia de roca de poca resistencia.
- Zona 3C: Esta zona generalmente está compuesta por escollera cuyo tamaño máximo es de hasta 2 m. Tal material es colocado en capas de 2 m compactadas con pasadas de rodillo vibratorio. El espesor de capa y el número de pasadas para su comparación es determinado de manera semejante a lo dicho para la zona 3B.
- Zona 3D: Estas zonas de escollera aseguran un drenaje controlado en el cuerpo de la presa. Cuando está bien drenado, estas zonas se colocan en el pie de la presa, en la sección del cauce. En escolleras pobremente drenadas o en rellenos constituidos por arenas y gravas, estas zonas de drenaje pueden tomar la forma de un dren chimenea continuo, al que se agregan drenes de salida de gran capacidad que descargan al pie de la presa. Un drenaje interno de gran capacidad constituye una característica de seguridad para las presas CFRD.

El cuerpo de las presas CFRD puede estar formado por materiales duros y sólidos como el basalto, el granito, la grauvaca y la dolomita, o también por materiales menos duros como las arcilitas, limolitas, areniscas y calcáreos mal cementados. Igualmente puede estar constituido por arenas gravas, rodados y bloques de roca de origen aluvional. El tratamiento de los materiales, el espesor de las capas, la compactación y el drenaje interno de la presa, es función de las características de los materiales procedentes de los yacimientos y de las canteras disponibles.

Fundaciones y Plinto

La cimentación de una presa siempre se realiza mediante inyecciones hasta cimentar en roca sana sin fisuración, dura, no erosionable y que pueda ser inyectada, pero en casos donde la roca sigue fracturada incluso a grandes profundidades (15 o más metros) lo aconsejable es hacer una presa de materiales sueltos como el caso en estudio que permiten este tipo de cimentaciones. Existen varios métodos para tratar imperfecciones locales de las rocas, eliminando la posibilidad de erosión o de sifonaje en la fundación. La excavación para llegar a la roca debe ser realizada cuidadosamente de forma de minimizar la fracturación de la superficie rocosa.

El plinto es parte de la fundación de la presa cumple la función de estanqueidad en conjunto con la pantalla de hormigón y resuelve el problema de la integridad dando una transición estructural hacia la formación natural del terreno existente en el emplazamiento.

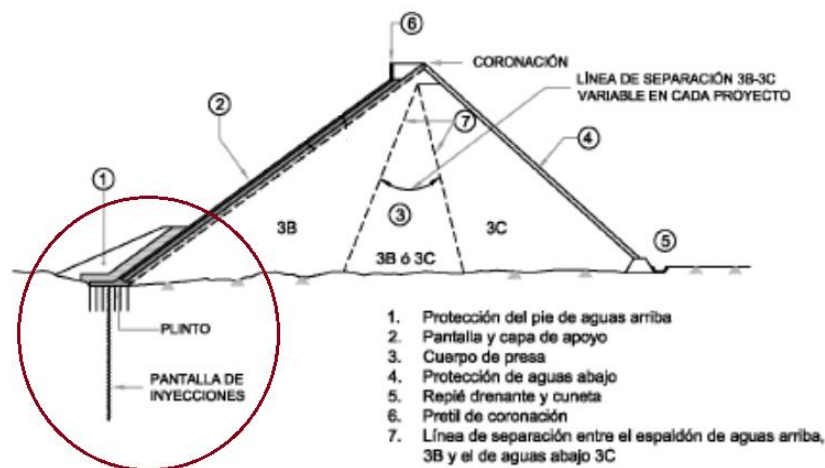


Ilustración 2.3: Sección tipo de presa CFRD con detalle de fundaciones y plinto.

Fuente original: Guía técnica n°2, Criterios para proyectos de presas y sus obras anexas, Comité Nacional Español de Grandes Presas.

Para una presa CFRD la cortina de inyecciones se ubica inmediatamente bajo el plinto, de modo que éste le sirva como techo o tapa de inyección y que garantice la continuidad del órgano de estanqueidad de la presa.

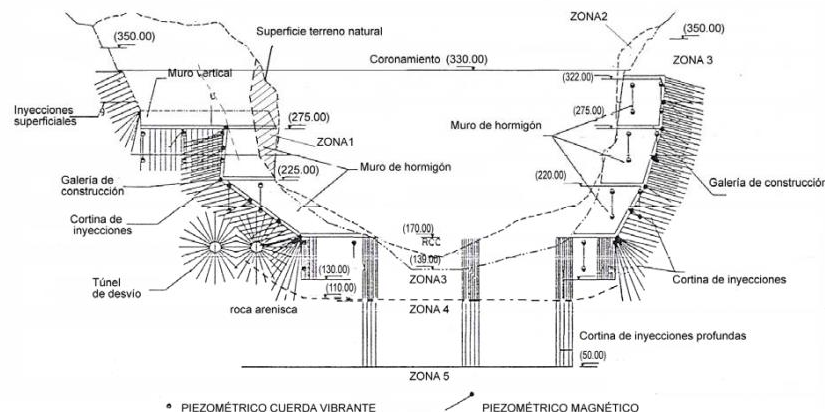


Ilustración 2.4: Cortina de Inyecciones, Presa Sogamoso, Colombia.

Fuente original: de Marulanda Alberto y otros, 2000.

Coronamiento de la Presa

El coronamiento es la cima de la presa, debe soportar todas las sollicitaciones mecánicas que pueden presentarse en la vida útil de la presa y los efectos del clima, tales como oleajes, lluvia, nieve, asentamientos de la presa, accidentes de tránsito, vandalismo, etc. La superficie del coronamiento generalmente se emplea para recibir tránsito automovilístico, con una calzada a cada dirección, las veredas y espacios para estacionamiento, los letreros de tránsito, alumbrados, se rigen de acuerdo con las normativas del manual de carretera. Usualmente el pavimento se inclina hacia aguas arriba y drena mediante un sistema de cañerías.

El coronamiento es acompañado de un muro parapeto que cumple la función de brindar proyección sísmica e hidráulica al coronamiento, además también es acompañado de una serie de elementos que pueden ser definidos por el proyecto de paisajismo de la obra, cabe mencionar que es la parte de la presa que será más visitada por personas ajenas al proyecto y donde se emitirán juicios de valor visual.



*Ilustración 2.5: Fotografía Coronamiento de Presa, Complejo Hidroeléctrico los Caracoles en Pachaco.
Fuente original: imagen capturada de internet*

Obras anexas a la presa

A continuación, se describen las obras más importantes anexas a un embalse que en conjunto con éste permiten al proyecto cumplir con todos sus objetivos.

Obras de Desvío

Para la correcta ejecución de las obras de la presa se debe desviar el cauce natural de río con la finalidad de construir en seco los cimientos y para conocer directamente el estado de la estructura y someterlos con eficacia a los debidos tratamientos. Las obras de desvío representan un 20% o más del coste total de las obras, considerando incluso que su influencia puede ser aún mayor por sus efectos indirectos, pues condicionan todo el proceso de construcción (Vallarino Cánovas, 1998) [20].

Cuando el cauce presenta caudales muy elevados, el desvío resulta dificultoso para su construcción y solo encarece el costo de las obras, pero como en estos casos el cauce suele ser ancho, en general es más conveniente utilizar una metodología de desvío parcial sucesivo. También de igual forma es posible para estos casos una solución mixta incluyendo en el desvío uno o dos túneles que deriven parte del caudal del cauce y el resto por el cauce restringido.

Cuando el cauce presenta caudales menores la opción a considerar es un desvío total, situación similar al caso en estudio, estableciendo un nuevo cauce para derivar por él al río durante toda la construcción de la presa, para ello se fija la capacidad de derivación del cauce con un criterio menos exigente, pues se trata de una obra provisional de corta duración y con mucho menor riesgo (solo el que los caudales excedentes viertan al antiguo cauce e inunden las obras de la presa). Este riesgo se acepta, con tal que no se traduzca en destrucción lo construido, aunque produzca interrupción y eventuales daños limitados.

Las obras para una desviación total del cauce son las presentadas en la siguiente figura.

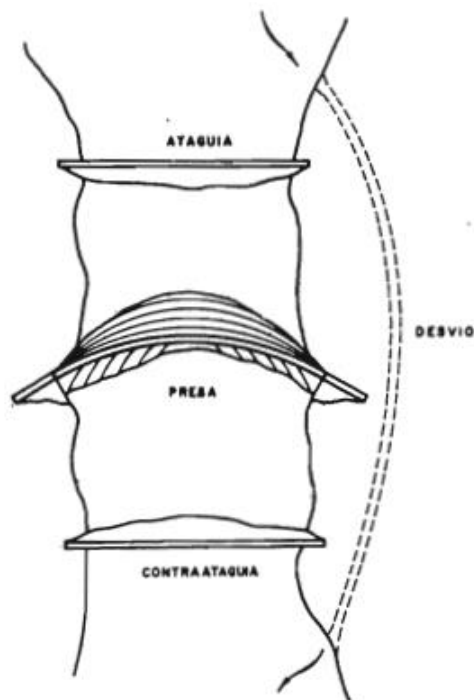


Ilustración 2.6: Obras de Desvío de un Embalse.

Fuente original: Tratado Básico de Presas, Tomo II, Vallarino Cánovas, 1998.

- Ataguía: es una presa provisional, desvía el cauce del río al nuevo cauce. A pesar de que tenga menor importancia, cuando la presa es muy alta la ataguía puede tener cierta importancia y se requerirá que a su vez exista otra pre-ataguía auxiliar.

Dimensionalmente suelen ser de poca altura, aunque en algunas presas de mayor altura han llegado a sobrepasar los 50 m, además deben estar previstas para verter sobre ellas los caudales que sobrepasen la capacidad del desvío. El tipo y la materialidad de estas suele estar atendida por las condiciones de cimentación y su altura. Lo más fre-

cuenta es que sea de materiales sueltos, como escollera o tierras, preparadas o no para verter sobre ellas.

- Túnel de desvío: es la obra de conducción que transporta el agua hasta un punto aguas debajo de la presa. Esta conducción es el nuevo cauce del río durante la construcción de la presa. Con caudales medios elevados pueden hacerse hasta dos túneles de desvío, pero en caudales moderados suele ser uno.

Puede tener sección circular o rectangular con bóveda u oblonga, según la roca, el caudal y las conveniencias constructivas. Este puede ir revestido o no, dependiendo de la velocidad del agua y la resistencia de la roca. En ocasiones se reviste solo la solera, que es la parte más cargada por el peso del agua. Aún con roca resistente, puede influir en la decisión la mayor pérdida de carga que produce la roca desnuda, pues se traduce en desnivel y consiguiente en sobrecoste de la ataguía, o bien, para evitarlo, en una mayor sección del túnel. Uno u otro efecto podría compensar el costo del revestimiento.

Es conveniente que los portales de entrada queden fuera del agua durante su ejecución para un óptimo trabajo en seco, pero de no poder conseguirlo se evalúa la necesidad de elevar el portal de entrada o proteger el portal con muretes o diques simples cuando el agua suba.

- Contra-ataguía: ubicada inmediatamente aguas arriba de la salida de la conducción para evitar que el agua que sale por ella pueda inundar por retroceso las obras de la presa. Salvo excepciones, esta segunda ataguía suele ser menor que la ataguía, en cauces con suficiente pendiente que no pueda darse el refluo hacia aguas arriba. Suele ser innecesaria y no construirse, similar al caso en estudio.

Obras de Desagüe

Se necesitan estructuras de desagüe para controlar la utilización del agua retenida en la presa (conducción de las aguas). Estos desagües son llamados tomas y el proyecto puede tener más de uno, de distintos tipos y posiciones. Estas tomas de explotación/operación están íntimamente relacionadas con el objetivo del embalse, este no tendría utilidad alguna sin ellas, pues forman un todo único funcional. Pero sumado al objetivo de operación, la presa tiene la necesidad de evacuar el agua sobrante de las crecidas que puedan poner en riesgo la seguridad de este y rebase su capacidad de retención, los desagües destinados a la evacuación de los caudales sobrantes asociadas a crecidas se llaman aliviaderos y desagües de fondo, es de tal importancia esta función que algunas presas condicionan su tipo de estructura a partir de estas obras.

Esta dualidad funcional de retención y de evacuación o entrega, sumado a las condiciones del terreno, las exigencias de los usos del agua (central hidroeléctrica, tomas de riego, etc.), a veces la tecnología y las circunstancias económicas del momento dan una serie de condicionantes que llevan a una correcta elección del tipo más adecuado de presa (Vallarino Cánovas, 1998) [20].

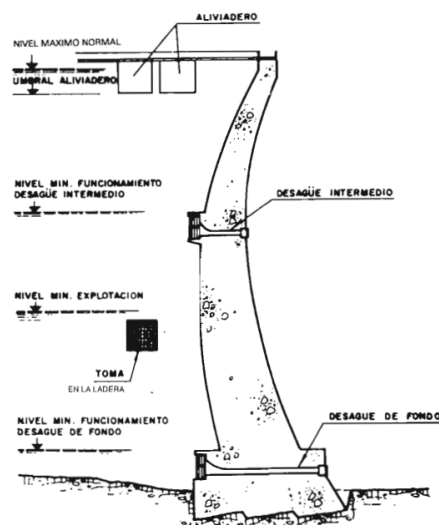
Las tomas de captación del agua para la operación del embalse son usualmente torres de hormigón unidas al túnel de desvío, estas en su máxima elevación, contemplan un vertedero

con rejas que permite el paso del agua al túnel. La altura de este vertedero es el que le da la vida útil al embalse, al ser tapado por sedimentos se termina la función de conducción de las aguas para ser utilizadas. De igual forma debe estar sumergida a una profundidad adecuada respecto a la cota de operación del embalse con el fin de reducir vórtices que ingresen aire o cuerpos flotantes al interior del túnel. La construcción de esta obra es en seco y debe estar terminado en conjunto con las obras del túnel de desvío previo a la desviación del cauce natural.



*Ilustración 2.7: Fotografía Obra de Toma, Represa de Canoabo, Venezuela.
Fuente original: imagen capturada de internet*

Para controlar el nivel de agua del embalse o vaciarlo en circunstancias de seguridad, existe el desagüe de fondo, esta obra que está conectada al túnel de desvío, no puede faltar en ninguna presa, hay algunas obras que contemplan un desagüe adicional a media altura, de mayor o menor capacidad, pero la utilidad es la misma. Disminuir el nivel de aguas hasta un nivel específico de control. Como segundos usos el desagüe de fondo permite la limpieza de sedimentos acumulados en el fondo del embalse permitiendo darle más vida útil y en la fase de construcción servir como bocatoma para el desvío de las aguas en el nuevo cauce del río.



*Ilustración 2.8: Obras de Desvío de un Embalse.
Fuente original: Tratado Básico de Presas, Tomo II, Vallarino Cánovas, 1998.*

Además del desagüe de fondo como dijimos anteriormente existe otra obra destinada al control de las aguas en el embalse, específicamente al control de las crecidas, estas obras mayormente conocidas como aliviaderos de superficie son los encargados de evacuar las aguas excedentes del embalse y controlar el ingreso de estas al cauce natural aguas abajo del embalse.

Los aliviaderos en las presas son las obras más propiamente hidráulicas de este tipo de proyectos, en ellos se presentan todos los problemas de la hidráulica y con la máxima intensidad. Su misión de derivar y transportar el agua sobrante y amortiguar su energía al reintegrarla al cauce para evitar daños a la presa y a los bienes de las personas aguas abajo de ésta, es de tal importancia que, con sus exigencias funcionales y espaciales, influye y condiciona directamente el tipo de presa a elegir.

Las partes que componen un aliviadero contemplan para cada una de ellas un problema en específico, que es resuelto mediante la concepción de la geometría elegida.

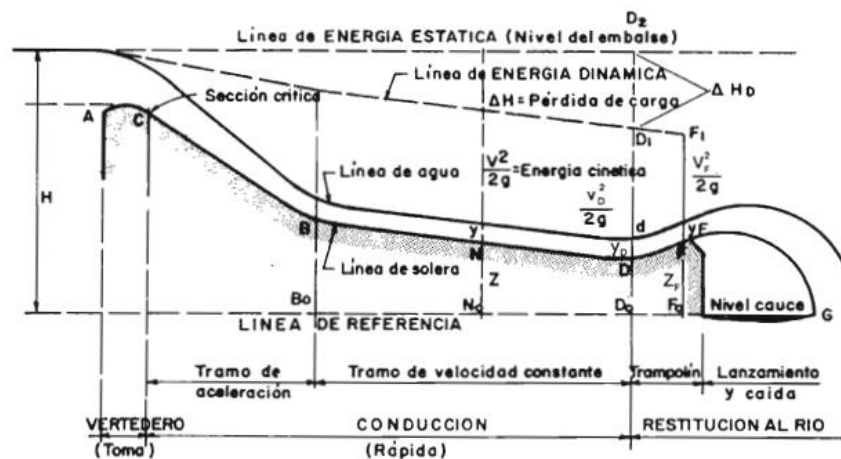


Ilustración 2.9: Obras de Evacuador de Crecidas.

Fuente original: Tratado Básico de Presas, Tomo II, Vallarino Cánovas, 1998.

La toma de agua o vertedero ha de tener la forma y dimensiones adecuadas para derivar el gran caudal de las crecidas al aliviadero, su buena concepción es parte esencial puesto que el conjunto de unión entre la presa y el aliviadero condiciona en gran medida las características del proyecto, es fundamental para la seguridad de la presa y un inadecuado análisis podría provocar el desbordamiento del embalse por encima de la presa.

La conducción o rápido de descarga cumple una función de transporte desde el vertedero a la obra de restitución al río, se proyecta de manera que el agua lleva una elevada velocidad, la corriente tiene una gran cantidad de energía que deber ser amortiguada al final, por lo que la pérdida de carga que se pierde en la conducción se resta a la obra de restitución.

La obra de restitución tiene una misión complementaria y contraria a la toma de agua, devolver al río el caudal derivado por ésta. La obra de reintegro recibe el agua a una gran velocidad y energía que hay que amortiguar en lo posible para que no produzca erosiones perjudiciales al cauce y a la propia obra de restitución o incluso a la misma presa. Esta obra contempla un trampolín que amortigua el agua y mediante un lanzamiento y caída devuelve al río el cauce.

Obras de cierre del desvío y llenado del embalse

Una vez la presa esté terminada es necesario el cierre del desvío para que el agua se reintegre a su cauce natural y comience el llenado del embalse reteniendo las aguas con la presa ya terminada. Para cerrar el desvío hay que tener ya dispuesta la obra de conducción, es decir las obras de toma del desvío y los desagües de fondo de la presa, con ello se realiza una maniobra de operación de cierre para poder hormigonar toda la sección transversal de túnel previo a la caverna (zona donde comienza la tubería de entrega de aguas) conocido como tapón de cierre.

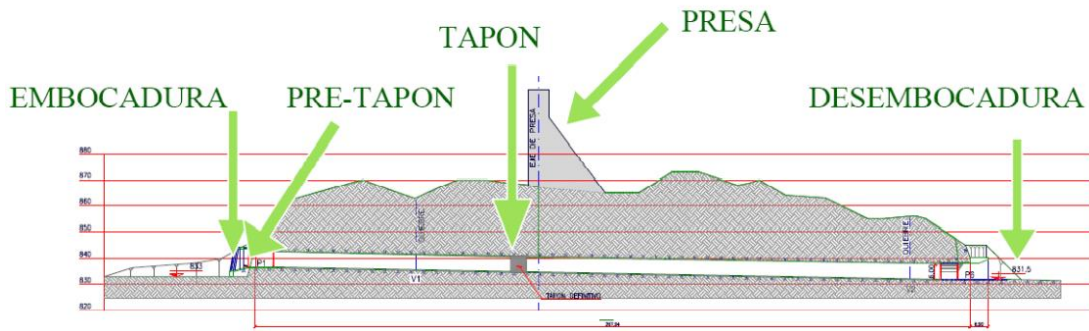


Ilustración 2.10: Esquema de la ubicación de las obras de cierre del desvío.

Fuente original: Clases de Hidráulica Aplicada al Diseño de Obras, Universidad de Chile, 2011.

Para la operación de cierre existen tres distintos casos y el primero a su vez con dos situaciones diferentes, los cuales son nombrados a continuación (Vallarino Cánovas, 1998) [20].

- 1) Hay túnel de desvío
 - a. Con el desagüe de fondo situado en la presa.
 - b. Con el desagüe de fondo previsto en el desvío
- 2) El desvío se hace por recintos y el desagüe de fondo está en la presa.
- 3) El desagüe de fondo es independiente de la presa y del desvío.

Para el embalse en estudio hay un túnel de desvío que incluye el desagüe de fondo, similar al caso 1B, por lo cual describiremos a continuación este caso en particular.

Para detener las aguas que pasan por el desagüe de fondo y que entregan el agua al túnel de desvío se dejan dos compuertas que permiten la detención de las aguas una vez que se quiera llenar el embalse, estas compuertas pueden hacerse con comodidad previo al desvío de las aguas por el túnel. Por lo general el túnel de desvío previo a la caverna tiene un muro que diferencia las aguas de desagüe de fondo y de entrega a riego, para un correcto hormigonado se desvía las aguas hacia una de estas salidas para poder hormigonar la otra y posterior a eso se cambia la dirección de las aguas para hormigonar la mitad restante.



*Ilustración 2.11: Fotografía de estructura para el cierre de compuertas en obra de toma.
Fuente original: imagen capturada de internet*

Obras de Entrega de Aguas

Las obras de entrega de agua trabajan en conjunto con las obras de desvío, la captación inicial de las aguas comienza desde la torre de toma, captando las aguas e ingresándolas al túnel de desvío hasta la caverna donde se encuentra el tapón de cierre del túnel, en esta caverna que forma parte del túnel de desvío nace una tubería que se desarrolla hasta el exterior del túnel más allá del portal de salida donde se ubicará una caseta de válvulas, la cual tendrá como objetivo regular la salida de aguas para entrega según el uso específico. (Riego, agua para consumo humano, caudal ecológico, etc.)



*Ilustración 2.12: Fotografía de caseta de válvulas de entrega de aguas en embalse.
Fuente original: imagen capturada de internet*

Obras complementarias (obras que ayudan a la generación del embalse)

Obras Preliminares

El proyecto contempla en un inicio como en toda obra de construcción una instalación de faenas, con una serie de obras típicas para la correcta ejecución de las obras, es decir, oficinas para el equipo de ingeniería, salas de reuniones, piezas para los trabajadores (campamentos), baños, comedores, casilleros, estacionamientos, bodegas para los materiales, galpones, líneas de suministro eléctrico, botaderos, entre otros.

En conjunto con la instalación de faenas, se realizan los caminos de accesos generales a todas las obras que contempla el embalse, para poder comenzar con el escarpe y limpieza de los terrenos.

Además, se levanta un laboratorio para poner a prueba y analizar los distintos suelos y materiales que contempla el proyecto, sumado a una planta de hormigones y una planta de agregados y un galpón para mantención de la maquinaria empleada en el proyecto.

Obras de Control de la Presa

Las presas contemplan una red de instrumentación que permite llevar un control de las solicitaciones a las cuales se puede ver sometida la presa a lo largo de su vida útil. Los parámetros usuales para medir son las deformaciones de los rellenos, deformaciones y tensiones en la pantalla de hormigón, filtraciones en estribos o dentro del cuerpo de la presa y aceleraciones producto de eventos sísmicos. Las obras anexas a la presa también entregan información mediante instrumentación sobre caudales, presiones u otros parámetros de interés según cada una de las obras que contempla el proyecto. Cada una de estas mediciones es redireccionada típicamente a una caseta de control donde se pueden leer todos los parámetros para establecer un correcto y oportuno uso de la información.

Obras Finales

Como obras finales posterior a la concepción de todas las obras del proyecto, se contemplan los caminos de operación en donde se puede tener acceso a cada uno de los puntos de control del embalse, con ello también viene de la mano el proyecto final de paisajismo, donde según el proyecto se instalan áreas verdes y se limpian los sectores aledaños a las obras, a su vez el desarme de toda la instalación de faenas es parte del término de la fase de construcción de las obras para poder dar comienzo a la puesta en servicio provisorio del embalse y a las pruebas necesarias para ver el correcto funcionamiento de las obras.

Correcta secuenciación en la construcción de las obras

Durante la etapa de construcción es necesario cumplir con la siguiente secuencia de actividades que engloban el proyecto completo de un embalse:

- 1^{era} Fase – Obras preliminares: Esta fase consiste en preparar la infraestructura que sirva de apoyo a la realización de los distintos trabajos que integrarán el proyecto, es decir, las instalaciones de faenas, el campamento, los botaderos, laboratorio, planta de hormigones, planta de agregados y caminos de acceso.

- 2^{da} Fase – Desvío del río: Tiene por objetivo hacer los trabajos de fundación en seco, tanto de la presa como de las obras complementarias. Las obras de desvío pueden ser de gran envergadura en grandes ríos y al estar condicionadas por la variación estacional de los caudales, pueden influir en el plazo de la obra total, e incluso a veces en su tipo. La primera obra por trabajar es el túnel de desvío una vez terminado con ambos portales de salida y de entrada listos, se levanta la obra de toma en conjunto con el desagüe de fondo, posterior a ello se construye la ataguía desviando las aguas al nuevo cauce generado por el túnel.
- 3^{era} Fase – Excavaciones y fundaciones: Los sondeos y calicatas informan sobre la constitución del terreno, pero de forma puntual o lineal, generando incertidumbre puesto que entre esas prospecciones puede haber discontinuidades incluso importantes que obliguen a excavar más de lo previsto, ya sea porque no se cumplen las condiciones del proyecto o bien se encuentran zonas fracturadas o meteorizadas que no habían sido detectadas. Si bien el resultado pueda ser variado las inyecciones en roca y el plinto son las obras necesarias para la continuidad del proyecto, una vez el plinto esté en condiciones puede comenzar la construcción del cuerpo de la presa. Para un avance temprano se puede trabajar en los plintos laterales por donde el cauce del río no afecte la disposición de los trabajos, previo al desvío de las aguas.
- 4^{ta} Fase – Cuerpo de la presa: Se plantea el problema fundamental de organizar la construcción para lograr un ritmo constante con óptimo rendimiento y realizar en un plazo adecuado el proyecto. Se comienza por las inyecciones, los rellenos iniciales aguas abajo del plinto y la primera etapa de la pantalla de hormigón, seguido de ello se avanza en altura con los rellenos y la pantalla hasta llegar al coronamiento de la presa, mediante una secuencia constructiva repetitiva de procesos.
- 5^{ta} Fase – Aliviadero y complementarias: En conjunto con la construcción de la presa se trabaja en el aliviadero (evacuador de crecidas) y en las obras complementarias a la presa, como el inicio de las obras de entrega, necesarias para el término del contrato.
- 6^{ta} Fase – Cierre del desvío: Alcanzada una cierta altura en la presa hay que anular el desvío del río para reintegrarlo a su cauce natural y comenzar el llenado parcial del embalse, para ello se taponea el túnel de desvío y se permite finalizar con las obras de entrega, aguas abajo del tapón de cierre.
- 7^{ma} Fase – Obras finales: Terminada la presa suelen quedar obras de remate, así como los caminos de operación, el coronamiento de la presa, la adaptación de edificios a su nuevo uso, desmontaje de las instalaciones de faenas y de las plantas, laboratorios y talleres, demolición de obras inútiles antiestéticas que no son contempladas en el proyecto de paisaje que también debe ser terminado.

A continuación, se presentan dos programas de actividades de las obras de proyectos de presas similares al caso en estudio, uno esquemático con especial énfasis al desvío del río y otro de una obra real ya terminada en donde se respeta en mayor medida la secuenciación de actividades anteriormente descrita.

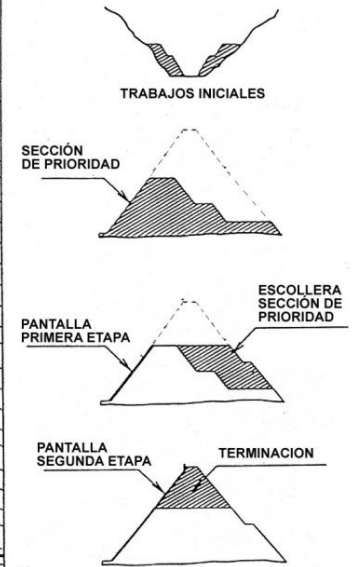
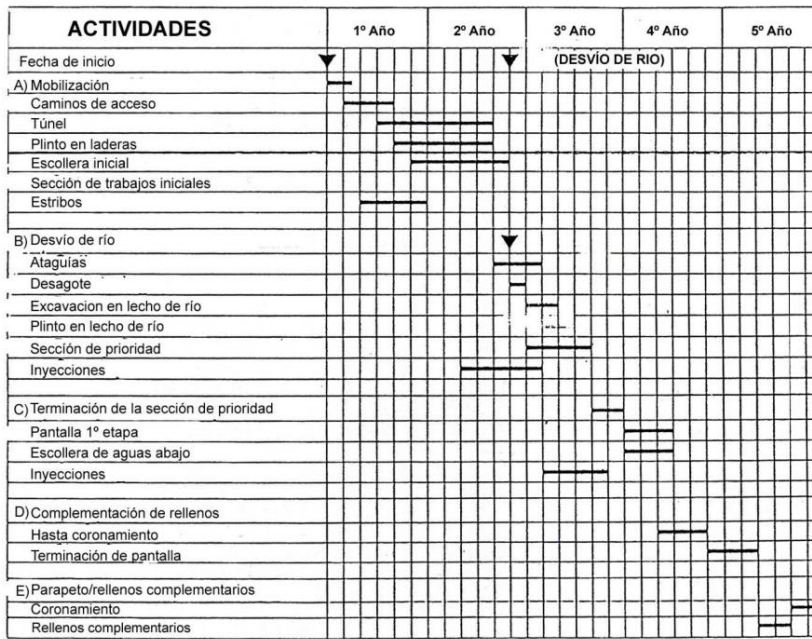


Ilustración 2.13: Programa de actividades esquemático, con particular referencia al desvío del río.
Fuente original: Ingeniería de Presas de Escollera, Manuel E. Espinosa, 2010.

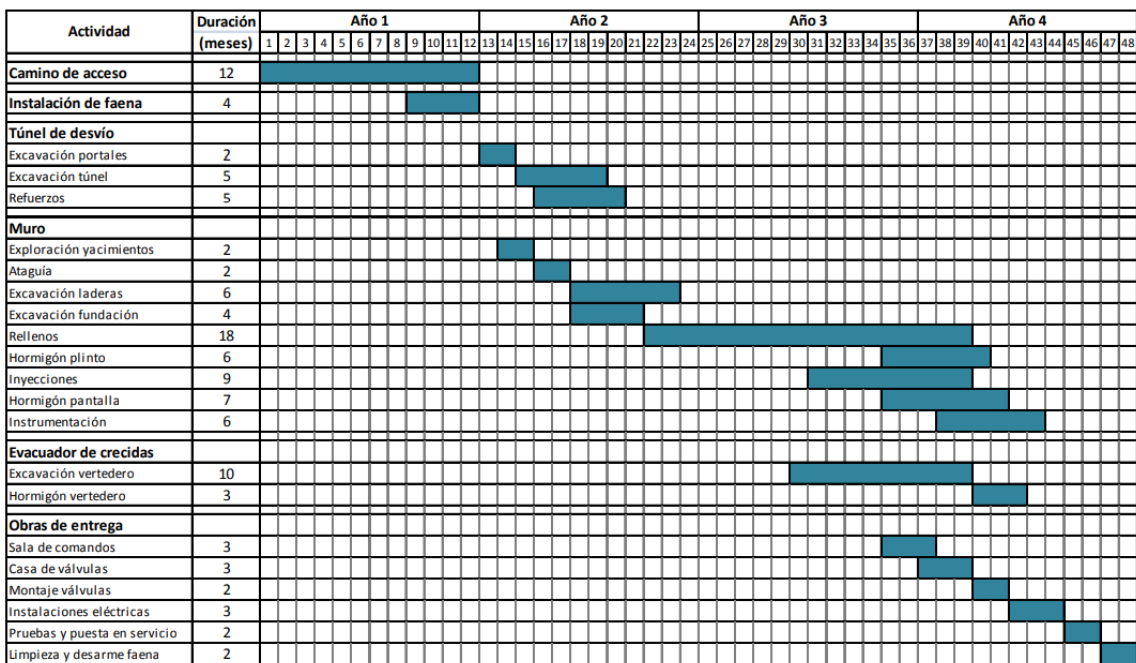


Ilustración 2.14: Cronograma de trabajo del Proyecto Embalse Chironta.
Fuente original: Estudio de impacto ambiental, Proyecto "Embalse Chironta", 2012.

Áreas indispensables para la construcción de las obras

Desde el punto de vista de la organización para llevar adelante la construcción de un proyecto de embalse, se tienen las siguientes áreas, como las más relevantes:

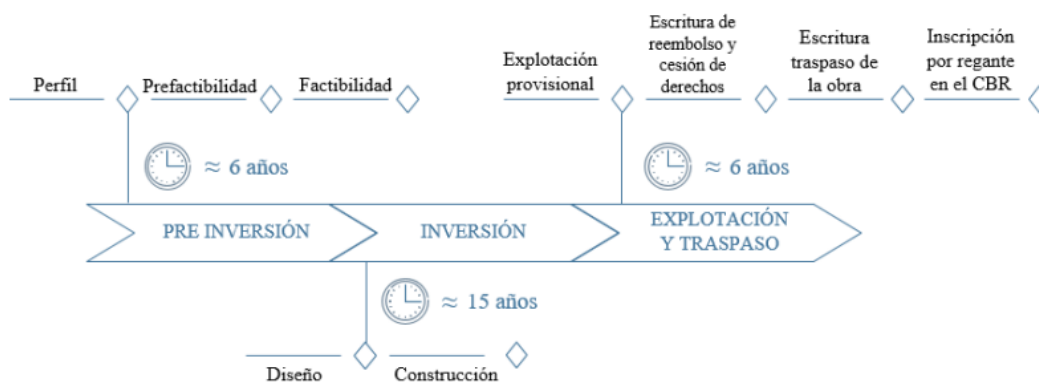
- En primer lugar, considerar que coexisten diversas organizaciones: la del propietario, mandante o titular del proyecto; la del contratista o ejecutor de la obra; la de una inspección técnica de obras; y, si fuera el caso, la del diseñador. Esta última es poco frecuente pero siempre ha resultado recomendable y necesaria, porque permite hacer un seguimiento al diseño realizado y atender prontamente las situaciones de cambio que normalmente se producen, entre lo investigado previamente, sin haber intervenido el terreno, y lo que se descubre con la apertura de los terrenos.
- Aunque las organizaciones son distintas, según el actor de que se trate, hay áreas comunes, tales como: planificación, calidad, medio ambiente, seguridad y prevención de riesgos, BIM, oficina técnica para procesar la información que provee la obra, relaciones comunitarias, todas estas pensadas para llevar un correcto seguimiento del proyecto en todas sus etapas.
- En el campo del ejecutor están las áreas de: recursos humanos, administración de sub-contratos y proveedores; suministros y bodegaje, laboratorios, plantas de hormigón y de áridos, talleres mecánicos y mantención de maquinaria; mantención de instalaciones y campamentos, incluidos casinos y áreas de esparcimiento.
- Otras especialidades son: topografía, geotecnia, geología, hidrología, hidráulica, análisis estructural, eléctricos, mecánica de suelos para caminos, seguridad vial, especialistas en movimiento de tierra y tronaduras, hormigones, inyecciones, yacimientos, entre otras.

2.2. Ciclo de vida de un embalse

Para conseguir el objetivo final de una presa que es la explotación de su embalse, se necesita que todas las actividades estén dirigidas para ese fin. Por lo cual es importante dividir el trabajo en una serie de fases sucesivas, lo cual económicamente también es beneficioso, puesto que se pueden ir dedicando medios y recursos conforme el grado de conocimiento que lo vaya requiriendo. A continuación, se presenta el ciclo de vida de un embalse en Chile, su cambio de modalidad de contratación al sistema de concesiones, el contrato y las bases de licitación.

Ciclo de vida de un embalse en Chile

Todo proyecto de construcción contempla un ciclo de vida compuesto por diferentes fases. En el caso de los proyectos de riego, como es el embalse, las etapas que engloban todo el ciclo son la pre-inversión (estudios de viabilidad del proyecto), la inversión (ing. detalle/diseño y construcción) y la explotación/operación. Todo lo anterior se respalda en base a la línea de tiempo de la construcción de un embalse según el Decreto con Fuerza de Ley N°1.123, que contempla estas tres grandes fases y los principales hitos y plazos aproximados para llevar a cabo cada etapa [21].



*Ilustración 2.15: Línea de tiempo ciclo de vida de un embalse mediante D.F.L. n°1.123.
Fuente original: Análisis ex – post embalse Ancoa y de recomendaciones DOH, Agustín Ríos, 2020.
En base a documentos facilitados por el departamento de construcción de la DOH.*

A continuación, se detalla las tres grandes fases que contemplan el ciclo de vida de un embalse según el D.F.L. n°1.123:

Fase de Pre – inversión

Los proyectos comienzan cuando una asociación de regantes, junta de vecinos u otras asociaciones varias plantean una necesidad de riego al SECPLAN (Secretaría Comunal de Planificación) de la municipalidad en específico, los cuales generan una postulación al CODERE (Concejos de Desarrollo Regional) del Gobierno Regional.

Una vez aprobada la postulación, el proyecto es entregado a la Comisión Nacional de Riego (CNR), los cuales crean un estudio al respecto a nivel perfil, postulando el proyecto al Ministerio de Desarrollo Social y Familia, el cual entrega una resolución satisfactoria (RS) siempre y cuando el proyecto sea rentable, y en caso de no serlo, el proyecto tiene que pasar a una reevaluación por parte de la CNR. Cuando ya se posee la RS por parte de MDSF, el Ministerio de Hacienda asigna los respectivos fondos al proyecto para realizar el estudio a nivel de prefactibilidad.

Cuando ya se tiene la RS del proyecto en cuestión a nivel perfil, es la CNR la que licita, ejecuta y finaliza la prefactibilidad del proyecto, fiscalizado por la Contraloría General de la República de Chile (CGR), y una vez que esta está finalizada, se la entregan a la DOH para una revisión previa a la presentación al Consejo de Ministros de la CNR. Cuando ya se tiene la aprobación de este consejo, la prefactibilidad es entregada a la DOH para que ellos continúen el proyecto a partir de esta etapa. Lo primero que tiene que realizar la Dirección de Obras Hidráulicas es preparar los antecedentes para la ficha de iniciativa de inversión (ficha IDI) y conseguir la aprobación por parte del MDSF del estudio realizado por la CNR para comenzar la etapa de factibilidad del embalse. En caso de no recibir el RS del MDSF, la DOH tiene que reevaluar el proyecto realizado por la CNR hasta cumplir con los estándares necesarios.

Teniendo la RS por parte de MDSF, se realiza la identificación presupuestaria por parte de la Dirección de Presupuestos de Chile (DIPRES) del Ministerio de Hacienda, para luego preparar los antecedentes de licitación, licitar el estudio de factibilidad, adjudicarlo a alguna empresa consultora con la fiscalización de la CGR y posteriormente desarrollar el estudio hasta finalizarlo.

Fase de inversión

Una vez terminado el estudio de factibilidad, se termina la fase de pre - inversión y comienza la fase de inversión. Lo primero que se realiza en esta fase es conseguir la firma de la escritura del compromiso de reembolso de por lo menos el 33% de los usuarios del embalse, para luego preparar los antecedentes para la ficha IDI y conseguir la aprobación de la factibilidad por parte del MDSF y así comenzar con la etapa de diseño. La aprobación es entregada siempre y cuando el proyecto sea rentable, posea todas las bases necesarias para su realización, tenga participación ciudadana (clientes futuros beneficiados por la obra) y tome en cuenta todos las consideraciones agronómicas y técnicas correspondientes. En caso de no cumplir con los estándares, se tiene que reevaluar la factibilidad. La aprobación de esta fase fiscalizada tanto por el Ministerio de Hacienda como por la CGR es necesaria para el fin de obtener los fondos para la realización del proyecto.

Nuevamente la DOH prepara los antecedentes para la licitación del estudio de diseño, lo licita y en la adjudicación existe una fiscalización por la CGR. Cabe destacar que no necesariamente debe ser la misma empresa la que realiza los dos estudios. Una vez adjudicado el proyecto, se realiza el estudio de diseño y en la mitad de este de forma paralela, se desarrolla la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Finalizados estos estudios, se procede a obtener la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) por parte del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y todos los servicios atinentes al proyecto.

Para la creación de los estudios, la DOH cuenta con un manual básico de diseño de embalses, realizado el año 2014 por SMI Ingenieros, el cual tal como lo dice en su nombre, posee el estándar básico para la realización de los estudios, pero no es un recetario fijo ni estandarizado para estos. Cuando ya se aprobó la RCA, comienza la etapa de construcción con la firma de la escritura del compromiso de reembolso de al menos el 50% de los usuarios y la preparación de los antecedentes de la ficha IDI por parte de la DOH para la postulación a la etapa de ejecución y la aprobación del estudio de diseño por parte del MDSF, donde nuevamente se tiene que iterar si el estudio no cumple con las distintas especificaciones.

Una vez que ya se cuenta con una resolución satisfactoria del diseño final de la obra, se realiza la identificación presupuestaria por parte de la DIPRES fiscalizado por la CGR para luego crear el presupuesto oficial del proyecto. Este es creado tomando como base las cubicaciones del diseño y los precios históricos de los materiales, maquinarias, entre otros utilizados en proyectos anteriores ajustados. Paralelamente, se realizan las expropiaciones de los terrenos.

Cuando ya se tiene listo el presupuesto, se llama a una licitación pública para la construcción del embalse. Generalmente las licitaciones de construcción son realizadas mediante una valorización de los costos de precios unitarios. Esto quiere decir, que las cantidades ya están fijadas por el ministerio y lo único que cambia es el precio propuesto por cada empresa licitadora. Ciertas partidas de la obra pueden ser realizadas por suma alzada (generalmente, cuando son valorizaciones no presentes en los precios unitarios fijados en un comienzo). La decisión de cuál será la encargada de la construcción del embalse se toma basado en un proceso netamente económico, debido a que las especificaciones técnicas ya fueron entregadas previamente en el diseño definitivo.

Una vez adjudicada la obra, comienza la construcción del embalse, esta es fiscalizada por un inspector fiscal, el cual cuenta con un equipo asesor y actúa cuando existen controversias, donde la comunicación oficial de la DOH con la empresa ejecutora es el inspector fiscal. Si dentro de la construcción existen reclamaciones por parte de la empresa contratista por diferentes motivos técnicos es deber del inspector fiscal revisar estas reclamaciones y de ser efectivas, realizar una modificación del contrato donde se pueden agregar y/o disminuir tanto plazos como costos al contrato inicial.

Finalizada la construcción del embalse, la empresa ejecutora informa al inspector fiscal, el cual revisa que se hayan cumplido todas las especificaciones técnicas del embalse y en caso de haber observaciones se le exige a la empresa constructora arreglar estos problemas en un plazo definido. Cuando ya se arreglaron los detalles, el inspector fiscal informa al departamento de contratos de la DOH, el cual designa una comisión de recepción provisional, los que revisan la obra basándose en el informe de término de obra realizado por el inspector fiscal y en caso de existir problemas, se le informa a la empresa ejecutora sobre estos cambios necesarios a realizar. Para realizar estos cambios existen dos modalidades, en caso de que las reparaciones afecten a la funcionalidad de la obra, el tiempo demorado por el contratista es sumado al plazo del contrato (lo cual involucra multas de por medio) y en caso de ser reparaciones menores, se le informa y se le entrega un plazo determinado.

Paralelamente, se inicia la marcha blanca del embalse, en donde el embalse comienza su llenado y funcionamiento, lo que ayuda a evidenciar ciertas fallas producto de la construcción del embalse, las cuales deben ser reparados por la empresa ejecutora. Un año después de finalizada la recepción provisional y el comienzo de la marcha blanca del embalse se realiza la recepción definitiva de la obra.

Fase de explotación y traspaso

Una vez finalizada la marcha blanca comienza la explotación provisional de la obra, donde se comienza a operar el embalse (durante tres años en un contexto optimista y conservador) para luego tramitar las órdenes de traspaso fiscalizado por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile y la Contraloría General de la República.

Una vez tramitadas las ordenes de traspaso, se firman las escrituras de reembolso y cesión de derechos por parte de los usuarios individualmente por beneficiario, para luego firmar las escrituras de traspaso por la persona jurídica, y posteriormente se inscriben en el Conservador de Bienes Raíces y finaliza el traspaso de la obra. Finalizado lo anterior, se firman las escrituras pendientes, se realiza el cobro a los usuarios por parte de la Tesorería General de la República de Chile y se rematan los derechos no suscritos y con esto, termina el ciclo de vida de un embalse.

Embalses Concesionados en Chile

Los últimos gobiernos se han inclinado por el sistema de concesiones como solución de corto plazo por cuanto el Estado no cuenta con recursos económicos y demoraría muchos más años la concepción de ciertos proyectos de rápido interés para el estado, como es el plan de los 26 nuevos embalses descrito anteriormente.

Sistema de Concesiones

El sistema de concesiones consiste en un marco legal claramente establecido (ley y reglamento general de concesiones), en donde el Estado y los inversionistas privados entablan relaciones (APP – Asociación Público Privado) destinadas a generar dos tipos de proyectos, de acuerdo con su origen: los de procedencia pública y los de origen privado, ambos viables económicamente y dotados de una rentabilidad social razonable para el Estado [22].

Los contratos de concesiones son establecidos a largo plazo, donde el privado asume parte significativa del riesgo de provisión de la infraestructura. Haciéndose cargo de la construcción y operación de las obras, generando ganancias de eficiencia. Además, el privado debe asegurarse de la mantención y conservación de las obras en el largo plazo, resguardando el valor patrimonial de los activos del Estado y asegurando su funcionalidad.

El órgano funcional encargado de las concesiones es la Coordinación de Concesiones, creado como programa que depende de la Dirección General de Obras Públicas del MOP, entre sus funciones están las siguientes:

- Promover los proyectos de concesiones.
- Preparar las licitaciones, tanto los aspectos técnico-económicos como las bases de licitación (BALI).
- Llevar a cabo la licitación y adjudicarla.
- Fiscalizar el contrato tanto en la fase de construcción como de operación del proyecto.
- Apoyar la representación del interés público en disputas arbitrales.

Para llamar a licitación, adjudicar un proyecto o modificar un proyecto ya concesionado la coordinación de concesiones (dependiente del MOP) requiere de la aprobación del Ministerio de Hacienda. Además, si bien existe infraestructura que están bajo la tuición de otros ministerio, estos pueden acceder al mecanismo de concesiones a través de un convenio de mandato.

El contrato de concesiones se rige por la Ley general de concesiones de Obras Publicas (D.S. MOP n°900, 1996) y sus modificaciones, y el Reglamento de la Ley general de Concesiones. Estos a su vez quedan regulados por el convenio de mandato (si corresponde), las bases de precalificación, las bases de licitación y circulares aclaratorias, la oferta técnica y económica del oferente y el Decreto Supremo de adjudicación.

Cambios en el ciclo de vida del Embalse

El MOP a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) han promovido el sistema de concesiones para los proyectos futuros de embalses cambiando el ciclo de vida tradicional de los embalses en Chile, incidiendo directamente en la fase de inversión del proyecto.

El estado se hace cargo y asume el costo desde el anteproyecto hasta el estudio de diseño, realiza las expropiaciones para la construcción de la presa, para las zonas inundables y para las obras civiles de canales matrices complementarios, además realiza el estudio de impacto ambiental hasta obtener la resolución favorable para iniciar su construcción [23].

Posteriormente, el MOP traspasa la iniciativa a la Dirección General de Concesiones, para su evaluación y procedimiento de licitación pública. De acuerdo con la ley y el reglamento de concesiones, el MOP selecciona los consorcios que cumplen con los requisitos jurídicos y financieros para participar del proceso de licitación. Las partes analizan y discuten los principales aspectos de la obra, tales como diseños de ingeniería, estudios de demanda y los aspectos jurídicos, administrativos, económicos y financieros, dando cuenta de correcciones a las Bases de Licitaciones, como circulares aclaratorias.

Ya teniendo todos los antecedentes listos para una correcta adjudicación del contrato se realiza el llamado a licitación pública a través del Diario Oficial y diarios de circulación nacional. Posteriormente se reciben, estudian y evalúan las ofertas y, en último término se adjudica la concesión al consorcio que resulte seleccionado.

El estado chileno dicta en conjunto un Decreto Supremo mediante el cual adjudica la Concesión para la construcción, reparación, conservación y explotación de la obra al consorcio ganador. En este documento se estipulan los deberes y atribuciones de las partes durante el periodo de concesión. El proceso de adjudicación tiene termino una vez que el consorcio ganador haya constituido la Sociedad Concesionaria.

Una vez, adjudicada la obra, la Concesionaria (Privada), debe revisar y elaborar el detalle de la ingeniería, corregir y realizar las mejoras técnicas y si amerita, de acuerdo con el MOP, obtener las nuevas aprobaciones ambientales favorables para su mejor rentabilidad y retorno.

Teniendo aprobadas las ingenierías de detalle de cada obra perteneciente al proyecto, con los terrenos debidamente expropiados y entregados a la concesión, sumado a la aprobación ambiental, es posible ejecutar la construcción de las obras que contempla el proyecto de concesiones, siendo inspeccionada la construcción por la inspección fiscal de las obras.

Finalizada las obras y aprobada por la inspección fiscal se autoriza la puesta en servicio provisoria de las obras donde se realizan pruebas y testean el correcto funcionamiento del embalse para una posterior puesta en servicio definitiva, a partir de esta ultima la concesión es encargada de administra el proyecto por los años establecidos en la concesión según los alcances del contrato y las Bases de Licitación.

Contrato de Concesiones y Bases de Licitación

El Contrato de Concesiones es un documento legal firmado donde se estipulan los alcances, las responsabilidades, derechos, deberes y obligaciones de cada una de las partes. La redacción de un contrato debe ser clara y específica, evitando ambigüedades. Los documentos típicos de un contrato de concesiones son:

Bases Administrativas: Son un conjunto de principios, normas y procedimientos que se establecen para regular la actuación de la administración pública en el ámbito de sus competencias en relación con la Concesión. Estas bases establecen los criterios y pautas que deben seguirse en el desarrollo del contrato, con el fin de garantizar la eficiencia, transparencia y legalidad en la gestión de los asuntos públicos relacionados con la concesión. Las Bases Administrativas de un contrato de construcción pueden ser de carácter general o especial, y suelen estable-

cerse por ley o por reglamento, en el caso de los contratos de concesiones suele ser una sola que engloba el carácter general y especial.

Bases Técnicas: Son un conjunto de criterios y pautas que se establecen para regular la ejecución de las obras y la prestación de los servicios objeto del contrato de concesiones. Estas bases establecen las características técnicas y cualitativas que deben cumplirse en la ejecución de las obras y en la prestación de los servicios, así como las condiciones de calidad y seguridad que deben garantizarse. Las Bases Técnicas de un contrato de concesiones suelen establecerse por el organismo concedente y sirven de guía para el concesionario durante el periodo de la Concesión.

Bases Económicas: Son un conjunto de criterios y pautas que se establecen para regular la financiación de las obras y de los servicios objeto de la concesión. Estas bases establecen el presupuesto máximo que se establece para el proyecto, así como las condiciones en las que se realizará el pago al concesionario. Las Bases Económicas de un contrato de concesiones suelen establecerse por el organismo concedente y sirven de guía para el concesionario durante el periodo de la Concesión.

2.3. Project Management

Project Management (PM) y su evolución

Desde los años 50 cuando comenzó la era de la gestión moderna de proyectos donde varios campos fundamentales de ingeniería comenzaron a trabajar como uno. La gestión de proyectos se reconoció como una disciplina única que emergía con modelos de la ingeniería [24]. A partir de entonces el interés por seguir estudiando variables para mejorar la gestión de proyectos promovió la generación de asociaciones que buscaban perfeccionar los procesos, así es como en 1969 se fundó la organización con más profesionales y la más respetada alrededor del mundo en la materia a nivel mundial el Project Management Institute (PMI). El PMI a través del comité de estándares y colaboradores (entre ellos empresas, universidades, asociaciones de profesionales, especialistas y consultores en proyectos) realizó el estudio, evaluación y revisión de los estándares generalmente aceptados a nivel internacional, dando como resultado los estándares que representan el cuerpo de conocimientos de la gestión de Proyectos, cuyo título original es “Project Management Body of Knowledge” (PMBOK). En 1987 se publicó su primera edición [25]. Si bien el PMI produjo una línea base de diagramas y glosarios para el PMBOK, pronto comprendieron que un solo libro no podría contener el PMBOK completo. Por lo tanto, el PMI desarrolló y publicó en 1996 la Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) [26].

A lo largo de los años se reconoce que el panorama en la gestión de proyectos continúa evolucionando y adaptándose. Nuevas tecnologías, nuevas estructuras de trabajo de proyectos y equipo, en base a la necesidad de una amplia gama de enfoques y a una mayor atención a los resultados en lugar de a los entregables, ha producido una necesidad de cambio [27]. A si es como la Guía del PMBOK ha tenido que avanzar con el paso de los años y sacando nuevas ediciones, en la actualidad ya se ha publicado la séptima edición de esta misma.

Gestión de proyectos según Guía del PMBOK 6^{ta} y 7^{ma} Edición

A continuación, se presenta una descripción de los conceptos generales de las últimas dos ediciones de la Guía del PMBOK, mostrando sus diferencias significativas:

Guía del PMBOK 6^{ta} Edición [26]

La sexta edición de la Guía del PMBOK fue publicada en el 2017, mantiene el estándar clásico de la primera edición basada en procesos, en esta se define el Project Management como “la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este”. El Project Management permite a las organizaciones ejecutar los proyectos de manera eficaz y eficiente.

Este objetivo se logra mediante la aplicación e integración adecuada de los procesos de gestión identificados para el proyecto, en particular se desglosa la gestión de proyectos en 49 procesos, que luego se agrupan en 5 grupos de procesos y en las 10 áreas de conocimiento del PMBOK.

Los grupos de procesos serían lo que necesitas hacer y las áreas de conocimiento lo que necesitas saber, y se unen en un formato matricial para abarcar los 49 procesos individuales. Los procesos se entrelazan de tal manera que cada uno de ellos pertenece a un área de conocimiento y a un grupo de procesos.

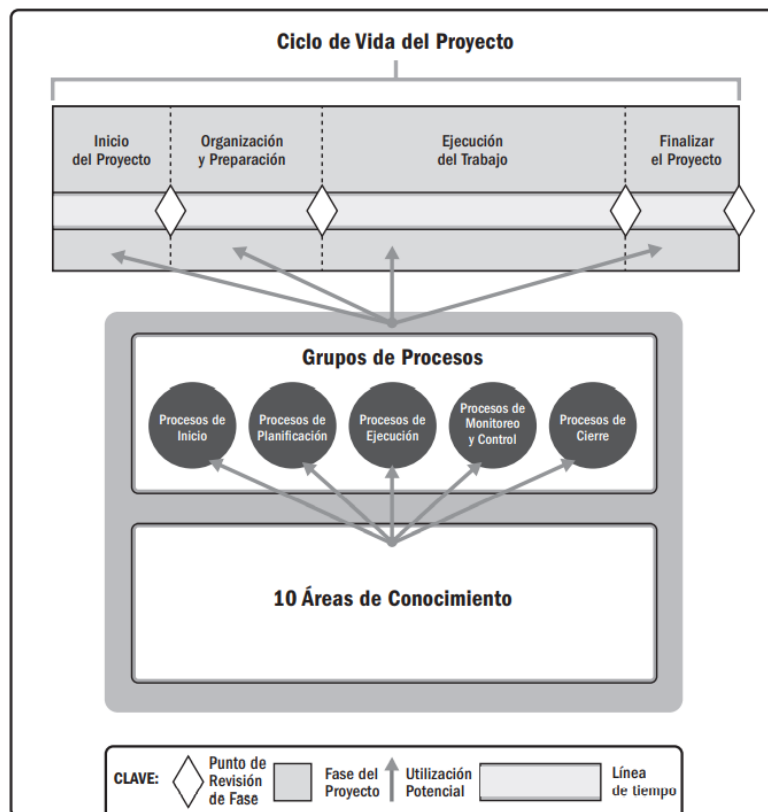


Ilustración 2.16: Interrelación entre los Componentes Clave de los Proyectos de la Guía del PMBOK 6^{ta} Edición.

Fuente original: Guía del PMBOK 6^{ta} Edición.

Áreas de conocimiento según enfoque basado en procesos

- **Gestión de la Integración:** En la integración se identifica, define, combina, unifican y coordinan los procesos y actividades de dirección del proyecto.
- **Gestión del Alcance:** Con estos procesos nos aseguraremos de que el proyecto finalice con todo el trabajo requerido y en especial remarcable solamente con el trabajo requerido.
- **Gestión del Cronograma:** Son los procesos que administrarán que el proyecto se complete en el periodo de tiempo predefinido.
- **Gestión del Costo:** Hace referencia a los procesos orientados a planificar, estimar, presupuestar, financiar, gestionar y controlar los costos para que se consiga cerrar el proyecto.
- **Gestión de la Calidad:** Con el fin de satisfacer las expectativas del cliente e interesados estos procesos nos ayudan a incorporar la política de calidad de la organización en los ámbitos de planificación, gestión y control de los requisitos de calidad.
- **Gestión de los Recursos:** Son los procesos con el objetivo de identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para conseguir el éxito del proyecto.
- **Gestión de las Comunicaciones:** Con estos procesos garantizaremos que la planificación, recopilación, creación, control, monitoreo y disposición final de la información estén a la altura de lo requerido por el proyecto.
- **Gestión del Riesgo:** Con estos procesos podremos planificar, identificar, analizar, planificar e implementar las respuestas y monitorear los riesgos de un proyecto o fase.
- **Gestión de las Adquisiciones:** Incluye los procesos para la compra tanto de productos como servicios o resultados externos al proyecto y que sean necesarios para el desarrollo de este.
- **Gestión de los Interesados:** Estarían incluidos todos los procesos para identificar, analizar y desarrollar estrategias a tratar con los involucrados por o en el proyecto.

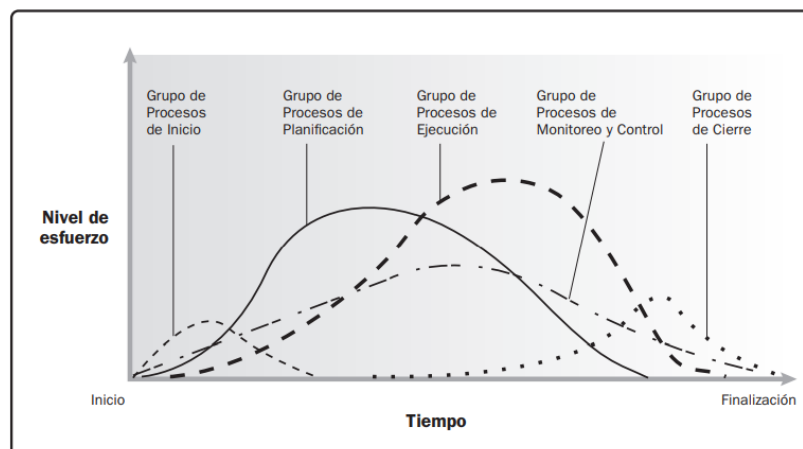
Procesos del Project Management

1. (Inicio) Desarrollar el acta de constitución del proyecto.
2. Identificar a los interesados.
3. (Planeación) Desarrollar el plan para la dirección del proyecto.
4. Planificar el involucramiento de los interesados.
5. Planificar la gestión del alcance.
6. Recopilar los requisitos.
7. Definir el alcance.
8. Crear la EDT/WBS.
9. Planificar la gestión del cronograma.
10. Definir las actividades.
11. Secuenciar las actividades.
12. Planificar la gestión de los riesgos.
13. Identificar los riesgos.
14. Realizar el análisis cualitativo de riesgos.

15. Realizar el análisis cuantitativo de riesgos.
16. Planificar la respuesta a los riesgos.
17. Planificar la gestión de recursos.
18. Planificar la gestión de los costos.
19. Estimar los costos.
20. Estimar los recursos de las actividades.
21. Estimar la duración de las actividades.
22. Desarrollar el cronograma.
23. Determinar el presupuesto.
24. Planificar la gestión de la calidad.
25. Planificar la gestión de las comunicaciones.
26. Planificar la gestión de las adquisiciones.
27. (Ejecución) Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto.
28. Gestionar el conocimiento del proyecto.
29. Gestionar la participación de los interesados.
30. Adquirir recursos.
31. Desarrollar el equipo.
32. Dirigir al equipo.
33. Gestionar las comunicaciones.
34. Efectuar las adquisiciones.
35. Gestionar la calidad.
36. Implementar la respuesta a los riesgos.
37. (Monitoreo) Monitorear y controlar el trabajo del proyecto.
38. Realizar el control integrado de cambios.
39. Monitorear el involucramiento de los interesados.
40. Controlar el cronograma.
41. Controlar los costos.
42. Monitorear las comunicaciones.
43. Monitorear los riesgos.
44. Controlar la calidad.
45. Controlar los recursos.
46. Controlar el alcance.
47. Validar el alcance.
48. Controlar las adquisiciones.
49. Cerrar el proyecto o fase.

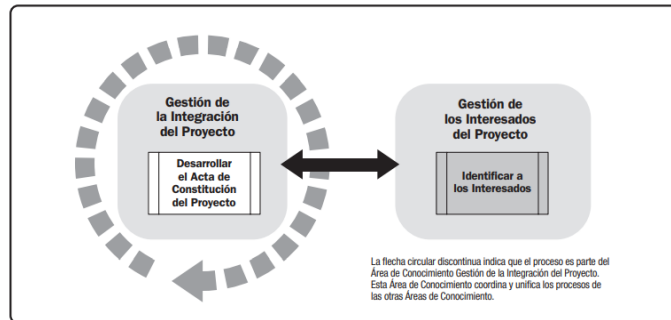
Grupo de Procesos

Los Grupos de Procesos no son fases del proyecto. Cuando el proyecto está dividido en fases, los procesos de los Grupos de Procesos interactúan dentro de cada fase. Es posible que todos los Grupos de Procesos estén representados dentro de una fase, como se muestra en la ilustración siguiente. Dado que los proyectos están separados en fases diferenciadas, como por ejemplo desarrollo conceptual, estudio de viabilidad, diseño, prototipo, construcción, o prueba, etc., los procesos de cada Grupo de Procesos se repiten en cada fase según sea necesario, hasta que se hayan cumplido los criterios de finalización de esa fase.



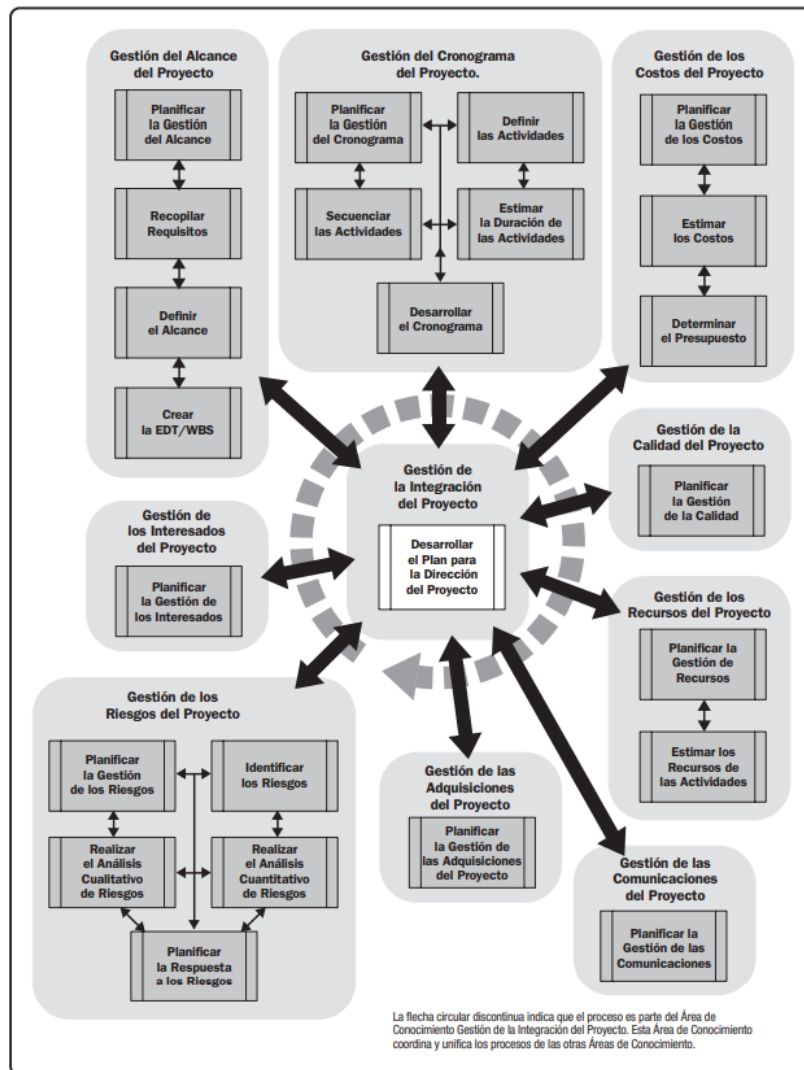
*Ilustración 2.17: Interacción entre los grupos de procesos dentro de un proyecto o fase.
Fuente original: Guía del PMBOK 6ta Edición.*

1. Grupo de procesos de inicio: procesos necesarios para iniciar un nuevo proyecto o una nueva fase de proyecto.



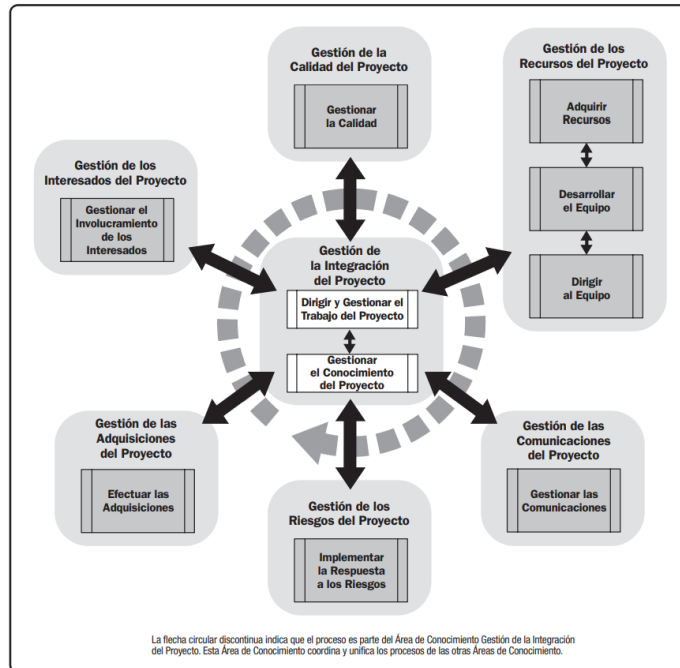
*Ilustración 2.18: Relación entre los procesos del grupo de procesos de inicio.
Fuente original: Guía del PMBOK 6ta Edición.*

2. Grupo de procesos de planificación: procesos relacionados con la definición y planificación del alcance del proyecto, así como la planificación de cómo se ejecutará.



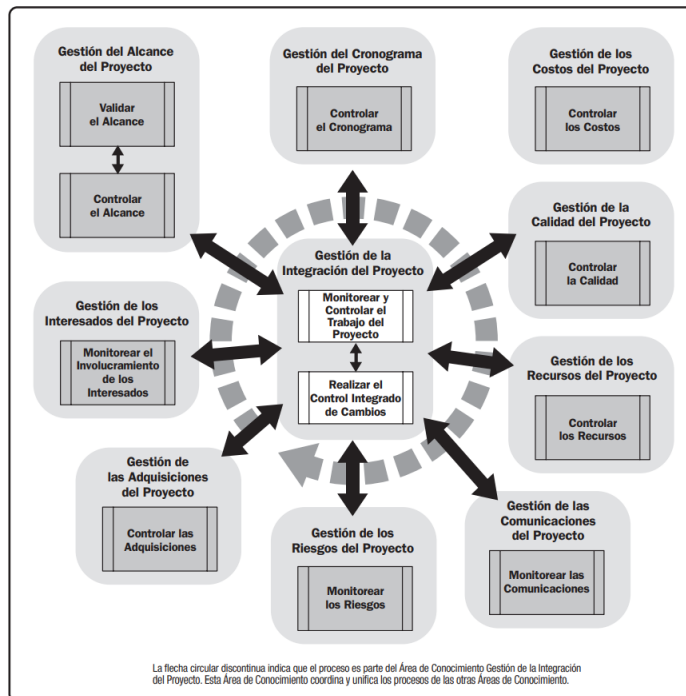
*Ilustración 2.19: Relación entre los procesos del grupo de procesos de planificación.
Fuente original: Guía del PMBOK 6ta Edición.*

3. Grupo de procesos de ejecución: procesos relacionados con la finalización real de las actividades y tareas del proyecto.



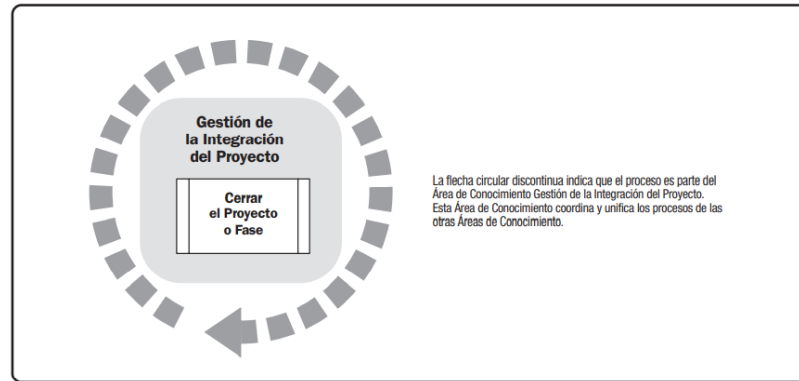
*Ilustración 2.20 Relación entre los procesos del grupo de procesos de ejecución.
Fuente original: Guía del PMBOK 6ta Edición.*

4. Grupo de procesos de control y seguimiento: procesos que abarcan todo lo relacionado con el seguimiento, supervisión, elaboración de informes y control del rendimiento, y el progreso del proyecto.



*Ilustración 2.21: Relación entre los procesos del grupo de procesos de control y seguimiento.
Fuente original: Guía del PMBOK 6ta Edición.*

5. Grupo de procesos de cierre: procesos necesarios para finalizar y completar un proyecto o fase de proyecto.



*Ilustración 2.22: Relación entre los procesos del grupo de procesos de cierre.
Fuente original: Guía del PMBOK 6ta Edición.*

Guía del PMBOK 7ma Edición [28]

La séptima edición de la Guía del PMBOK fue publicada en el 2021, en esta se cambia el estándar clásico basado en procesos a un estándar basado en principios con el fin de apoyar a la dirección eficaz de los proyectos, y centrarse más en los resultados previstos que en los entregables. A su vez define el Project Management como “la aplicación de conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas a actividades del proyecto para cumplir con los requisitos de este. Se refiere a su vez a orientar el trabajo del proyecto para entregar los resultados previstos. Los equipos del proyecto pueden lograr los resultados utilizando una amplia gama de enfoques, por ejemplo, predictivos, híbridos y adaptativos.”

Las declaraciones de 12 principios captan y resumen los objetivos generalmente aceptados para la práctica de la gestión de proyectos y sus funciones básicas. Además, proporcionan amplios parámetros dentro de los cuales pueden operar los equipos del proyecto y ofrecen muchas maneras de mantenerse alineados con la intención de los principios.

Esta edición proporciona una visión sistémica de la gestión de proyectos, un enfoque de sistemas hacia la entrega de valor cambia la perspectiva de dirigir portafolios, programas y proyectos, para centrarse en la cadena de valor que vincula esas y otras capacidades empresariales para avanzar en la estrategia organizativa, el valor y los objetivos del negocio.

Además, se presentan 8 dominios de desempeño, como grupo de actividades relacionadas que son fundamentales para la consecución efectiva de los resultados de los proyectos. Estas representan un sistema de gestión interactivo, interrelacionados e interdependientes que funcionan al unísono para lograr los resultados deseados. A medida que estos interactúan y reaccionan entre sí, se producen cambios, los equipos revisan, discuten, se adaptan y responde a esos cambios continuamente teniendo en cuenta todo el sistema. Finalmente, se evalúa el desempeño efectivo en cada dominio mediante mediciones centradas en los resultados.

Es importante mencionar que esta edición reconoce que la estructura y el contenido de las ediciones anteriores sigue teniendo valor para algunos interesados y mejora el contenido de esta edición sin contradecir ese valor. Los grupos de procesos pasan a ser parte de los Modelos,

Métodos y Artefactos de la Guía, y las áreas de conocimiento constituyen parte fundamental de los dominios de desempeño del proyecto y se adaptan al enfoque metodológico seleccionado.

Principios de la dirección de proyectos

Los principios para una profesión sirven como pautas fundamentales para la estrategia, toma de decisiones y resolución de problemas. Los estándares y metodologías profesionales a menudo se basan en principios. En algunas profesiones, los principios sirven como leyes o reglas, y por lo tanto son de naturaleza prescriptiva. Los principios de la gestión de proyectos no son de naturaleza prescriptiva. Están concebidos para guiar el comportamiento de las personas involucradas en los proyectos. Son de base amplia, por lo que hay muchas maneras en que las personas y las organizaciones pueden mantener la alineación con los principios.

1. Administración: Sea diligente, respetuoso y un administrador cauteloso
2. Equipo: Cree un ambiente de colaboración entre equipo proyecto
3. Interesados: Comprométase eficazmente con las partes interesadas
4. Valor: Enfóquese en el valor
5. Pensamiento Holístico: Reconozca, evalúe y responda a las interacciones del sistema
6. Liderazgo: Demuestre comportamientos de liderazgo
7. Personalización: Adapte según el contexto
8. Calidad: Integre la calidad en los procesos y los entregables
9. Complejidad: Navegue por la complejidad
10. Riesgo: Optimice las respuestas al riesgo
11. Adaptabilidad y Resiliencia: Abraza la adaptabilidad y la resistencia
12. Cambio: Acepte el cambio para lograr el estado futuro previsto

Dominios de desempeño del proyecto según enfoque basado en Principios

Los dominios de desempeño de proyectos funcionan como un sistema integrado, apoyando la gestión del Project Manager y todos los interesados, con la finalidad de lograr resultados satisfactorios que entreguen valor al negocio y cumplan con los objetivos para los cuales fue diseñado, por eso hacen hincapié en realizar proyectos a la medida, realizar ajustes según las necesidades que surjan y mejorar continuamente los procesos.

1. Stakeholders: los interesados tienen la prioridad; la estrategia consiste en involucrarlos en cada fase del proyecto, para contar con su apoyo y de esta manera conocer de cerca sus intereses y mantenerlos cubiertos, esto ayudará en gran medida a evitar errores en los entregables o fallas que puedan afectar negativamente alguna etapa del proyecto, con este dominio se busca crear y establecer relaciones productivas. La guía recomienda seguir un orden jerárquico primero los clientes y usuarios, luego el

patrocinador, el PM, ente regulador y por último los colaboradores que trabajan en el proyecto.

2. **Equipo:** La finalidad es constituir un equipo de alto rendimiento, es responsabilidad del Project Manager crear y mantener un clima colaborativo, donde cada integrante se sienta empoderado y parte del proyecto, consiguiendo gestionar eficazmente los entregables y obtener los resultados esperados al culminarlo.
3. **Enfoque de desarrollo y ciclo de vida:** Durante todo el ciclo de vida del proyecto, la orientación se basa en la entrega de valor a todos los interesados y al negocio, donde el enfoque del desarrollo se decide tomando en cuenta, cual es el más conveniente para el proyecto; se espera con la aplicación de este dominio cubrir las expectativas en cuanto a entregables se refiere y en la consecución de resultados satisfactorios.
4. **Planificación:** Este punto hace énfasis en la organización y coordinación necesaria para la ejecución del proyecto, donde es primordial estimar con precisión recursos, costos y tiempos, esto va a depender del enfoque elegido; de seleccionar el método predictivo no podemos cerrarnos a la idea de ajustar los planes de ser necesario, por ende la recomendación es realizar una planificación suficiente y esperar el progreso del proyecto, un buen ejemplo de ello, es utilizar técnicas como fast tracking a modo de cumplir con los tiempos.

Es importante que desde el principio se cree un cronograma de acuerdo con la realidad actual, que permita ajustes y una reserva de costos por cualquier eventualidad que se pueda presentar. Lo que se pretende es proporcionar los entregables a tiempo y que los resultados cubran las expectativas de los interesados.

5. **Trabajo del proyecto:** Este dominio se basa en el establecimiento de los procesos adecuados a fin de llevar a cabo el proyecto y en la mejora continua, con el objetivo de que se realice de forma eficiente y efectiva en base a los requerimientos de los stakeholders, es importante que el Project Manager impulse el aprendizaje continuo en todas las etapas.
6. **Entrega:** Se recomienda dar prioridad a las actividades asociadas con el alcance y la calidad del proyecto, por lo que es esencial que los integrantes del equipo comprendan la estrategia; para que los entregables y el producto final se suministren en el tiempo establecido, cumpliendo con los requerimientos de los interesados, los objetivos del proyecto y lo más importante generen valor al negocio.
7. **Medición:** Consiste en comparar lo planificado con lo ejecutado, por lo que es primordial la comprensión de los datos, que nos permitirán realizar evaluaciones confiables, determinado el estado del proyecto y poder tomar las decisiones necesarias de manera oportuna para ajustar el plan, si se requiere, todo lo anterior para alcanzar los objetivos propuestos.
8. **Incertidumbre:** Se fundamenta en que los proyectos se mueven en un ambiente impredecible, esto incluye los entornos técnicos, financieros, sociales, políticos y el mercado, llenos de incertidumbres por lo tanto, debemos estar preparados para distintos

escenarios, se recomienda actuar de forma proactiva, anticipando las amenazas y aprovechando las oportunidades para ajustar o mejorar el desempeño, teniendo siempre presente que todas las variables son interdependiente, si alguna es afectada puede producir un impacto en todo el proyecto o en algunas de sus partes.

Aplicación – Compatibilidad del PMBOK en la Industria de la Construcción

Los procedimientos y procesos de gestión de proyectos son uno de los elementos principales de los sistemas de administración organizacional en la industria de la construcción. Definir un estándar en el campo de la gestión de proyectos con ciertos criterios: como la definición clara del alcance y los objetivos, la determinación de métodos de evaluación del desempeño, el respaldo de instrucciones y ejemplos, la utilización de terminología y léxicos sólidos, la definición de cambios organizacionales, entre otros; son parte importante de la evaluación del éxito del estándar implementado. El interés de estandarizar una organización tiene dos funciones, la primera es regular las relaciones internas de la organización mediante una adopción a la tecnología y la segunda comprender las conexiones externas, como el mercado, los proveedores y las empresas de servicios como subcontrataciones, teniendo una visión más clara para adaptar los esfuerzos.

Existen diferentes estándares a nivel mundial para la gestión de proyectos además del PMBOK generado por el PMI, como la guía sobre gestión de proyectos de la Organización Internacional de Normalización (ISO 21500:2012), estándares para la gestión de calidad en la gestión de proyectos emitidos por la Organización Internacional de Normalización (ISO 10006), PRINCE2 de CCTA (la agencia central de informática y telecomunicaciones), Gestión de proyectos y programas (P2M) de Engineering Advancement Association of Japan, IPMA Competence Baseline (ICB) de la International Project Management Association, estándares de gestión de proyectos emitidos por el Instituto Alemán de Normalización (DIN 69901-69905). La elección de un estándar para una organización depende de muchos factores, entre ellos el consenso entre las partes interesadas ser adaptable a la naturaleza de la organización y sus proyectos y tener un gran potencial para aportar valor agregado a la organización.

El PMBOK como estándar para los proyectos de construcción cubre completamente todas las prácticas actuales de gestión de proyectos que se encuentran en esta industria, sus herramientas y metodologías han sido parte importante del control y entregables en la ejecución de los proyectos a lo largo de los años. Si bien el estándar del PMBOK se enfoca en proyectos de cualquier índole ha generado una ampliación específica para la industria de la construcción que tiene por nombre “Construction Extension to the PMBOK Guide”, enfocada en los procesos, prácticas y responsabilidades generalmente aceptadas por un Construction Management [36].

Cabe destacar que esta ampliación del PMBOK fue publicada (2020) previo a la Guía del PMBOK 7ma Edición, por lo cual toma un enfoque predictivo basado en procesos. Si bien la séptima edición no contradice y considera sus ediciones anteriores, solo cambia la mentalidad diferenciando el punto de vista tomado, no necesariamente haciendo un cambio radical de paradigma. A su vez esta edición declara que muchas organizaciones y profesionales siguen encontrando que esa aproximación es útil para guiar y evaluar sus capacidades de gestión de proyectos, alineando sus metodologías. Esa aproximación sigue siendo relevante en el contexto de esta nueva edición, al mismo tiempo, afirma que con la gestión de proyectos evolucionando

más rápido que nunca, la orientación basada en procesos de ediciones anteriores no se puede mantener de una manera propicia para reflejar todo el paisaje de entrega de valor, no obstante los resultados del artículo de Amir Faraji [37], indican que con el poco tiempo de la publicación de la séptima edición, los nuevos principios y dominios de gestión de proyectos pueden utilizarse para varios tipos de proyectos en la industria de la construcción. Sin embargo, el nuevo enfoque presentado necesita más tiempo para ser completamente examinado tanto en cuanto a las características específicas del proyecto como desde el punto de vista filosófico. Dando cuenta que la sexta edición y la extensión de la construcción son la referencia actual para la aplicación del Project Management en la industria de la construcción.

2.4. Construction Management

Definición del Construction Management

Al igual que el Project Management, el estudio de la gestión en la construcción ha evolucionado con el paso de los años y también se han formado entidades que mantengan un interés en la formación, crecimiento y desarrollo de la profesión. Es así como en 1982 se formó la Asociación de Gestión de la Construcción de América (CMAA), la cual define el Construction Management como un servicio profesional que proporciona a los propietarios de un proyecto una gestión efectiva del cronograma, el costo, la calidad, la administración de contrato, la seguridad, el riesgo, el alcance y la función del proyecto. La gestión de la construcción trabaja para todos los métodos de entrega del proyecto y con todos los interesados en el proyecto. No importa el entorno, la responsabilidad de un Gerente de Construcción (CM) es para el propietario y para un proyecto exitoso [29].

Interesados en el proyecto

Las partes interesadas de un proyecto de construcción son las siguientes:

- El propietario o Mandante: Es un individuo, una entidad comercial, una empresa privada o un organismo público que encarga y financia un proyecto. Los propietarios provienen de muchas industrias diferentes: bienes raíces, desarrollo, atención médica, educación, agronomía, minería y más. Muchos no tienen equipos dedicados a la supervisión de la construcción y optan por subcontratar el trabajo a un gerente de construcción (CM) certificado.
- Empresa de diseño e ingeniería: La empresa contratada por un propietario para gestionar el diseño del proyecto y la coordinación técnica entre disciplinas de ingeniería.
- El Contratista General: El equipo contratado por un propietario para supervisar las operaciones diarias de construcción y la productividad de los subcontratista durante la construcción.
- El Gerente de Construcción (CM): La persona o el equipo contratado por el propietario para supervisar la entrega de todo el proyecto, desde la planificación y la pre-construcción hasta la construcción y la operación.

Métodos de entrega del proyecto

Los objetivos de los gerentes de construcción (CM) durante cada fase de la construcción dependen en gran medida del método de entrega del proyecto. El método de entrega de un proyecto es un sistema diseñado para lograr la satisfactoria finalización del proyecto desde su concepción hasta su operación.

Las cuatro formas básicas de entrega de proyectos son el enfoque tradicional o diseño-licitación-construcción (D-B-B), Contratación múltiple con contratista principal, Construction Manager at-risk (CMAR) y diseño-construcción (D-B). Cada uno tiene sus propias ventajas y desventajas, por lo que es importante evaluarlos cuidadosamente para asegurar el uso del método más adecuado para el proyecto. Otros conceptos de entrega disponibles son Sociedad Público - Privada (P3), Engineering – Procurement – Construction / Engineering – Procurement – Construction Management (EPC/EPCM), Integrated Project Delivery (IPD) y Lean Construction.

- Diseño-Licitación-Construcción (D-B-B): En este método de entrega el propietario contrata a un consultor de diseño y a un contratista general (GC) que a su vez subcontrata todo o parte del trabajo, todos los actores trabajan en conjunto para llevar a cabo las fases principales de un proyecto de manera lineal y secuencial.

El consultor de diseño prepara el diseño de la instalación completa, incluyendo dibujos de construcción, especificaciones y paquetes de contrato. Posterior a ello se presenta al GC el cual prepara la mejor oferta para la ejecución del proyecto de acuerdo con el diseño y gana la licitación de la construcción de las obras. El propietario gestiona el proceso general y administra todos los contratos, pero su rol principalmente se centra en financiar el esfuerzo de diseño y construcción.

Algunos propietarios pueden tener los recursos técnicos para realizar todo o una parte de los servicios de monitorización de la construcción ellos mismos. Sin embargo, en muchos casos, un propietario contratará a un Construction Management para ayudar a gestionar el proceso y administrar los contratos, funcionando como agente del propietario durante todo el proceso de entrega del proyecto.

- Contratación múltiple con contratista principal: En este método de entrega el propietario mantiene contratos separados con contratistas de diferentes disciplinas y administra el programa y presupuesto general durante la fase de diseño y construcción, si bien el propietario tiene esta responsabilidad, a menudo las labores de administración del programa y presupuesto general se realiza a través de un Construction Management.

Este método, que se requiere en algunas jurisdicciones para la construcción pública, se originó con la intención de preservar la oportunidad de que los pequeños contratistas de obras comerciales locales compitan para trabajos públicos. En jurisdicciones donde se requiere la contratación de un contratista general, el contrato principal suele ser pequeño y puede incluir construcción general, pero está íntimamente relacionado con la subcontratación de todas las disciplinas.

- Construction Manager at-risk (CMAR): Este método, adoptado y promovido por muchas grandes empresas de construcción general, es similar en muchos aspectos al enfoque

tradicional DBB. La diferencia radica en que un constructor de gestión de proyectos (CM) actúa como un consultor al propietario antes de la construcción y luego como constructor general / administrador de construcción (CMAR) durante la construcción, asumiendo el riesgo de subcontratar el trabajo de construcción a subcontratistas comerciales y garantizar la finalización del proyecto por un precio negociado, precio máximo garantizado (GMP).

El CMAR es un híbrido de un CM y un constructor general. Los roles dobles del CM típicamente funcionan de la siguiente manera: el CM comienza a trabajar durante las fases de prediseño y diseño, durante estas fases, el CM trabajará con el propietario y el equipo de diseño para proporcionar aportes sobre el método de construcción y desarrollar estimaciones preliminares de varias alternativas para ayudar en el desarrollo del diseño más económico. En algún momento cuando el diseño esté suficientemente completo (por ejemplo, planes al 50% y especificaciones al 80%), el CM prepara una estimación para el rendimiento de la construcción y ofrece al propietario un costo total del proyecto, generalmente en forma de un GMP con una fecha de finalización garantizada.

- Diseño-construcción (D-B): En este método existe una sola parte responsable tanto del desarrollo del diseño como de la ejecución de la construcción del proyecto. Mientras que en otros sistemas a menudo se dan lugar a disputas entre varios participantes del proyecto, con el dueño actuando como árbitro (o parte finalmente responsable), en el D-B muchas de estas disputas se convierten en problemas internos del equipo, que no afectan directamente al dueño. Los efectos indirectos de los problemas del equipo D-B pueden incluir impactos en el horario, el presupuesto y el tiempo si no se controlan cuidadosamente.

Aunque hay muchas empresas de D-B que proporcionan todos los servicios esenciales necesarios para la entrega del proyecto, este enfoque típicamente implica un proyecto en conjunto, generalmente entre un GC y un consultor de diseño, ambas empresas con alguna experiencia directa o relacionada con el tipo de instalación planificada por el dueño.

El CM para este tipo de métodos de entrega actúa como representante del propietario para ayudar a gestionar el proceso, administrar los contratos y ayudar a gestionar la exposición del propietario al riesgo, durante todo el proceso de entrega del proyecto.

- Sociedad Público - Privada (P3): Este método de entrega ha surgido como respuesta a la falta de fondos de las entidades federales, estatales y municipales para promover proyectos públicos. Las entidades del sector público buscan un socio del sector privado para financiar, desarrollar y operar un proyecto de infraestructura o instalaciones. En la mayoría de los casos, los socios del sector privado proporcionan servicios de diseño, construcción y operación. Se les compensa por sus esfuerzos mediante peajes o tasas recogidas de los usuarios del proyecto. Los contratos público-privados son altamente personalizados y combinan elementos de los procedimientos del sector público y privado. El sistema de Concesiones se puede asociar a este tipo de forma de financiamiento.

Para que un proyecto P3 sea exitoso, el acuerdo debe ser beneficioso para todas las partes. Eso significa un resultado exitoso para la entidad pública, con un riesgo financiero mínimo, y un rendimiento aceptable para la entidad privada en función del nivel de capital o riesgo involucrado. Pueden surgir problemas si hay una competencia privada insuficiente debido a una falta de socios calificados. Además, la entidad pública puede no tener la experiencia necesaria para gestionar adecuadamente la calidad y los costos del proyecto. Estas situaciones indican una necesidad única de CM con una especialización en P3.

- Engineering – Procurement – Construction (EPC): EPC es un tipo de acuerdo contractual similar al D-B, donde el contratista EPC es responsable de la ejecución y entrega del proyecto dentro de un plazo y presupuesto determinados según lo identificado en el contrato. En este caso, la empresa contratada se encarga de realizar el diseño y la ingeniería del proyecto, adquirir los materiales necesarios y construir la obra de acuerdo con lo especificado.

Este método de entrega tiene la ventaja para el propietario de reunir, bajo un solo contrato, a un único contratista, el que a su vez habrá asumido gran parte de los riesgos del proyecto hasta terminada la fase de construcción, percibiendo por ello un precio fijo pre-acordado o al menos pre-determinable.

La figura contractual del EPC no resulta la más adecuada para algunos casos de proyectos de gran escala, por diversas razones, pero especialmente porque en ciertos mega proyectos no siempre las empresas de ingeniería o constructoras están disponibles para asumir el nivel de riesgos que impone un contrato EPC, o al menos, no a cualquier precio, especialmente en aquellos proyectos en los que las características de las obras pueden conllevar muchos riesgos asociados a la ingeniería y a su posterior construcción. Ello, produce el efecto natural de escalar significativamente los precios del Contrato EPC, convirtiéndose a veces en una figura no necesariamente conveniente ni competitiva a nivel de costos, precisamente por el nivel de riesgos asumidos.

- Engineering – Procurement – Construction Management (EPCM): EPCM es un tipo de acuerdo contractual en el cual el proyecto es en gran medida gestionado por el propietario y el contratista es responsable del diseño y gestión del proyecto en nombre del propietario, pero no está directamente involucrado en la construcción.

La única obligación de las ya mencionadas para el contrato EPC que asume directamente el contratista EPCM es la de diseñar la ingeniería, respecto de la cual sí tendrá una relación jurídica y contractual directa con el propietario, siendo responsable de los efectos que dicha ingeniería produzca en el proyecto, especialmente si fuera defectuosa o la desarrollare de manera tardía. De esta manera, el contratista EPCM será responsable frente al propietario por las reclamaciones que los contratistas de construcción y/o de suministro le presenten por defectos en la calidad de la ingeniería, así como de los efectos en plazo y costo por no haberla entregado a tiempo y bien definida.

Ahora bien, respecto del suministro y de la construcción, el contratista EPCM sólo estará obligado al “management” de tales actividades – administrarlas, gestionarlas, coor-

dinarlas, supervisarlas – debiendo actuar en representación del propietario frente a los terceros a quienes a su vez el propietario haya contratado para tales efectos.

- **Integrated Project Delivery (IPD):** IPD es un método de entrega de proyectos que se caracteriza por un acuerdo contractual entre el propietario, el diseñador y el constructor, donde el riesgo y la recompensa se comparten de manera igualitaria. Esta práctica se ha utilizado en todo el mundo durante muchos años y a veces se llama “Alliancing”. El sistema IPD es diferente de otros métodos de entrega que colocan al CM / contratista en un papel líder en un proyecto. Con IPD, todo el equipo de construcción, propietario, diseño, ingeniería, contratista, subcontratistas, trabaja juntos a través de las fases de la construcción. A veces se utiliza software de colaboración para permitir que todos los miembros del equipo del proyecto accedan a archivos que de otra manera podrían estar disponibles en otros métodos de entrega.

Una de las ventajas de IPD es la participación temprana de todos los interesados y el desarrollo sólido del equipo del proyecto basado en incentivos iguales. Desventajas de este método pueden ser la falta de precedentes legales, la dificultad para obtener seguros y la falta de un punto de contacto / parte responsable único.

- **Lean Construction:** Según el Lean Construction Institute, “La Construcción Lean es un enfoque basado en la gestión de producción para la entrega de proyectos con el objetivo de maximizar el valor y minimizar el desperdicio”. Lean es una filosofía que se originó a partir del enfoque Six Sigma para mejorar la eficiencia reduciendo al mismo tiempo el desperdicio. Las filosofías centrales son que la Construcción Lean puede mejorar la capacidad, la satisfacción del cliente, la productividad, la rentabilidad, la calidad y la capacidad de respuesta al tiempo que reduce el costo, los defectos, el inventario, el plazo de entrega, el espacio y el desperdicio. Los métodos de entrega de proyectos pueden aplicar los principios de Construcción Lean y tecnologías como BIM o la realidad virtual para mejorar la entrega de proyectos y cumplir con los objetivos de sostenibilidad [35].

Responsabilidades del Construction Management

A continuación, se describen todas las responsabilidades que se deben cumplir según el enfoque del Construction Management:

- ***Gestión del Proyecto para el Construction Management:*** Se refiere a la planificación, coordinación y supervisión de un proyecto de construcción desde su inicio hasta su finalización. Esto incluye la gestión de recursos, como materiales, equipos y mano de obra, así como la gestión de riesgos y la comunicación eficiente con todas las partes interesadas en el proyecto, como el propietario, los contratistas y los subcontratistas. La gestión del proyecto en la construcción es esencial para garantizar que el proyecto se complete a tiempo, dentro del presupuesto y según los estándares de calidad establecidos.
- ***Gestión de Contratos para el Construction Management:*** Se refiere a la gestión de los contratos y acuerdos que se establecen entre las diferentes partes involucradas en un proyecto de construcción. Esto incluye la negociación y redacción de contratos, la su-

pervisión del cumplimiento de los términos del contrato, la resolución de conflictos y desacuerdos y la gestión de cambios y adiciones al contrato. La administración de contratos en la construcción es esencial para garantizar que todas las partes involucradas en el proyecto cumplan con sus obligaciones y responsabilidades, y para minimizar el riesgo de conflictos y retrasos en el proyecto.

- ***Gestión del Tiempo para el Construction Management:*** Se refiere a la planificación y coordinación de las actividades y tareas que se realizan en un proyecto de construcción. La gestión del tiempo es esencial en la gestión de la construcción ya que es una disciplina que trata de asegurarse de que un proyecto se complete dentro del plazo acordado y del presupuesto disponible. Para llevar a cabo la gestión del tiempo en un proyecto de construcción, se deben hacer una serie de pasos, como establecer un plan de proyecto, identificar y secuenciar las actividades del proyecto, estimar el tiempo necesario para completar cada actividad, asignar recursos y supervisar el progreso del proyecto para asegurarse de que se cumplan los plazos establecidos. En resumen, la gestión del tiempo en la gestión de la construcción es un conjunto de actividades y herramientas que se utilizan para planificar y coordinar el trabajo en un proyecto de construcción de manera eficiente y efectiva.
- ***Gestión del Costo para el Construction Management:*** Se refiere a la planificación, control y seguimiento de los costos asociados a un proyecto de construcción. La gestión del costo es esencial en la gestión de la construcción ya que es una disciplina que trata de asegurarse de que un proyecto se complete dentro del plazo acordado y del presupuesto disponible. Para llevar a cabo la gestión del costo en un proyecto de construcción, se deben hacer una serie de pasos, como establecer un presupuesto detallado para el proyecto, identificar y estimar el costo de cada actividad del proyecto, seguir y controlar los costos reales durante el desarrollo del proyecto, y realizar ajustes en el presupuesto si es necesario para asegurarse de que el proyecto se complete dentro del presupuesto disponible. En resumen, la gestión del costo en la gestión de la construcción es un conjunto de actividades y herramientas que se utilizan para planificar y controlar los costos asociados a un proyecto de construcción de manera eficiente y efectiva.
- ***Gestión de la Calidad para el Construction Management:*** Se refiere a la implementación de procesos y estrategias para garantizar que un proyecto de construcción se complete de acuerdo con los estándares de calidad establecidos. Esto incluye la identificación de los requisitos de calidad del proyecto, la definición de estándares y criterios de medición, la implementación de medidas para cumplir con esos estándares y la realización de revisiones y evaluaciones periódicas para garantizar que se está cumpliendo con la calidad deseada. La gestión de la calidad en la construcción es esencial para garantizar que el proyecto cumpla con los requisitos del propietario y satisfaga las expectativas de los usuarios finales.
- ***Gestión del Riesgo para el Construction Management:*** Se refiere a la identificación, análisis y gestión de los riesgos potenciales que pueden afectar a un proyecto de construcción. Esto incluye la identificación de factores de riesgo, como cambios en el diseño, retrasos en la entrega de materiales, accidentes en el lugar de trabajo y otros, así como la implementación de medidas para mitigar o minimizar el impacto de esos ries-

gos en el proyecto. La gestión del riesgo en la construcción es esencial para garantizar que el proyecto se complete con éxito y se cumplan los plazos y presupuestos establecidos.

- ***Gestión de la Seguridad para el Construction Management:*** Se refiere a la implementación de medidas y prácticas para garantizar la seguridad de las personas involucradas en un proyecto de construcción, así como la seguridad de las obras que se construyen. Esto incluye la identificación de los riesgos y peligros potenciales en el lugar de trabajo, la implementación de medidas de seguridad y la formación adecuada de todos los trabajadores en temas de seguridad. La gestión de la seguridad en la construcción es esencial para garantizar un ambiente de trabajo seguro y evitar accidentes y lesiones.
- ***Gestión de la Sustentabilidad para el Construction Management:*** Se refiere a la implementación de prácticas y estrategias que permiten construir de manera responsable y sostenible, teniendo en cuenta el impacto ambiental, social y económico de un proyecto de construcción. Esto incluye la utilización de materiales y tecnologías sostenibles, la minimización del impacto ambiental durante el proceso de construcción y la creación de obras que sean eficientes en el uso de energía y recursos. La gestión de la sustentabilidad en la construcción es esencial para garantizar un desarrollo urbano y una construcción sostenible en el futuro.
- ***Gestión de la Información para el Construction Management:*** Se refiere a la recopilación, organización, almacenamiento y acceso a la información relevante para un proyecto de construcción. Esto incluye la gestión de documentos, como planos, diseños, especificaciones y otros, así como la gestión de datos, como la información sobre el avance del proyecto, los recursos utilizados y otros. La gestión de la información en la construcción es esencial para garantizar una comunicación eficiente y una toma de decisiones adecuada en todas las etapas del proyecto.
- ***Gestión de la Tecnología para el Construction Management:*** Se refiere a la implementación y uso de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y productividad en un proyecto de construcción. Esto incluye la utilización de herramientas digitales y sistemas de información para la gestión de proyectos, como el BIM o Sistemas ERP de seguimiento del proyecto, la implementación de tecnologías de construcción innovadoras, como la impresión en 3D, el levantamiento mediante drones y la utilización de dispositivos y sensores para monitorear el avance del proyecto en tiempo real, inteligencia artificial para la optimización de tareas, entre otras tecnologías emergentes. La gestión de la tecnología en la construcción es esencial para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la tecnología y mejorar la eficiencia en el proceso de construcción.
- ***Gestión de los Profesionales y Planes para el Construction Management:*** Se refiere a la identificación y contratación de los profesionales y especialistas necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción, así como la planificación y desarrollo de los planes y programas necesarios para garantizar el éxito del proyecto. Esto incluye la contratación de empresas de diseño e ingeniería, contratistas y otros profesionales, así como la elaboración de planes detallados que incluyan los plazos, presupuestos y re-

quisitos del proyecto. La gestión de los profesionales y planes en la construcción es esencial para garantizar que el proyecto cuente con el personal y los recursos necesarios para su éxito.

2.5. Gestión y Control de objetivos que cumplir en proyectos de concesiones

En el presente capítulo se presentan pautas para la gestión y control del proyecto de ciertos objetivos que se deben cumplir en un proyecto de concesiones. Los objetivos por analizar son el cumplimiento del proyecto, del contrato, del tiempo, de los costos y de la calidad, todos estos durante la etapa de construcción del proyecto de concesiones. Estas pautas están basadas en la Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK), considerando la extensión de la construcción del PMBOK y las responsabilidades del Construction Management, además se presentan herramientas y técnicas que se pueden aplicar y adaptar para lograr el éxito en un proyecto de obras civiles mayores.

La gestión se enfoca en la planificación y en el diseño de estrategias, políticas y procesos para alcanzar los objetivos del proyecto, mientras que el control se centra en la medición, la supervisión, la evaluación y corrección del desempeño para asegurarse de que se estén alcanzando dichos objetivos. Ambas funciones son importantes para el éxito de cualquier proyecto, y deben ser integradas de manera efectiva para garantizar una gestión eficiente y efectiva.

Para un correcto control es necesario realizar un seguimiento recopilando información del trabajo real realizado durante el proyecto y asegurar el cumplimiento con la línea base planificada, frente a potenciales desviaciones se deben tomar decisiones y acciones que permitan mejorar o corregir el desempeño y los resultados obtenidos.

2.5.1. Gestión y Control del Proyecto

La gestión del Proyecto es principalmente velar por el cumplimiento del objetivo estratégico del proyecto. Por lo cual se planifica, coordina, supervisa y controla el proyecto desde su inicio hasta su finalización, pasando por todas las etapas del ciclo de vida del proyecto.

Gestión del Proyecto en sus Fases

A continuación, se describen parte importante de las acciones a realizar para gestionar el proyecto durante sus fases:

Inicio: En el inicio se define el acta de constitución del proyecto, donde se describe el proyecto, su justificación para el objetivo que se desea cumplir, el análisis previo de viabilidad, los requisitos generales, el alcance y de manera general se define el tiempo/plazo, presupuesto, requisitos de calidad, seguridad, medio ambiente, se analiza los principales implicados (stakeholders), las limitaciones y riesgos que puedan afectar el desarrollo del proyecto.

Licitación: Un Proyecto al ser concesionado pasa a ser licitado y los oferentes presentan sus propuestas técnicas y económicas, gestionar el proyecto significa ser un agente participe del proceso de licitación y adjudicación del proyecto. Una vez adjudicado el proyecto se analizan los posibles contratistas generales y consultores de diseño para la ejecución y estudios de viabilidad (ingeniería de detalle) del proyecto, finalmente se definen acuerdos contractuales con el respectivo método de entrega a utilizar para el proyecto.

Viabilidad: Los estudios de viabilidad técnica del proyecto, es decir, la ingeniería de detalle es desarrollada por un consultor de diseño, el cual debe ser debidamente controlado y evaluado para llevar un seguimiento adecuado de los estudios en el tiempo y costo estimado del proyecto. Los resultados de los diseños deben ser presentados al mandante del proyecto y que la comprensión de estos, sumado a tener una visión en común todos los partícipes del proyecto es parte importante de la gestión del proyecto.

Pre-construcción: Durante la pre-construcción, se presentan planes y programas iniciales para permisos de construcción, sumado a ello se precalifican y procuran equipos de profesionales para cumplir labores durante la ejecución de la construcción. Se alinea el programa de ejecución de las obras y los planes a gestionar con el contratista general, y se comienza la adquisición de los recursos necesarios para comenzar las obras (materiales, equipos y maquinaria).

Construcción: Una vez la planificación ya está hecha, se comienza la construcción, durante esta se hace un seguimiento para monitorear y controlar lo programado, manteniendo a las partes interesadas informadas con el avance de las obras. Se supervisa al contratista general de la obras y los entregables esperados, evaluando los “issues” y cambios necesarios a las obras y al alcance para no afectar el objetivo del proyecto, asignando recursos y delegando tareas al equipo todo para buscar un objetivo singular, ajustado al tiempo, presupuesto, calidad esperada, seguridad y en concordancia con las medidas de prevención ambiental.

Puesta en Servicio: Se completa la ejecución de las obras, se entregan los as-builts al mandante y se pone en marcha el plan para la puesta en servicio provisoria de las obras, una vez son aceptadas las pruebas y funcionamiento para cumplir con el objetivo del proyecto, se pone en marcha la puesta en servicio definitivo de las obras. A partir de este punto comienza la operación del proyecto concesionado. Una correcta gestión implica cumplir con todos los hitos importantes para la operación en el plazo acordado, con los resultados esperados para las pruebas asociadas, además alinearse con el mandante para que la entrega de los proyectos construidos esté en concordancia con lo estipulado por el contrato, todo esto para pasar a una fase de operación segura y sin retrasos.

Programa de Ejecución del Proyecto

El programa de ejecución del proyecto es un documento único, integrado y consistente que funciona como línea base para la gestión del proyecto, este incluye:

- Estructura de desglose del trabajo (EDT)
- Descripción de actividades definiendo el alcance de cada una de ellas.
- Cronograma con la duración de cada una de las actividades

- Secuenciación de actividades en formato de carta Gantt
- Cubicación de las cantidades de obra de cada actividad
- Presupuesto de inversión y Cronograma de Inversión del proyecto
- Programa de avance físico mensual, curva “S” en concordancia con los hitos de avance del proyecto
- Estrategia para provocar el mínimo impacto en el entorno del proyecto

Informe Mensual de Control del Proyecto

El informe de control del proyecto es el documento más importante en la etapa de ejecución del proyecto y tiene 2 objetivos principales:

1. Informar oportunamente a todos los stakeholders del status del proyecto a la fecha y el pronóstico de termino.
2. Definir oportunamente las acciones correctivas y preventivas necesarias para asegurar cumplir con el programa de ejecución del proyecto.

El informe de control del proyecto es el documento “oficial” de estado del proyecto y tiene un valor contractual. En un respaldo para los cobros/pagos y en general debe ser aprobado (aceptado) por el dueño.

El informe debe presentarse mensualmente y debe enfocarse en mostrar el seguimiento del proyecto, el contenido mínimo que debe incluir es el siguiente:

- a) Resumen del cumplimiento contractual a la fecha.
- b) Avance del trabajo hecho y no hecho a la fecha según lo planificado, “highlights”.
- c) Evolución en el tiempo, tendencias y pronóstico al termino.
- d) Trabajo planificado para el próximo mes.
- e) Temas de preocupación (issues) reales y potenciales.
- f) Plan de acción frente a problemas y potenciales cambios de la línea base.
- g) Avance de la estrategia para provocar mínimo impacto ambiental y territorial.
- h) Recursos utilizados a la fecha.
- i) anexos (listas varias de cubicaciones, organigramas, etc.)

Gestión y Control del Alcance

Gestión del Alcance

El Alcance de un proyecto es lo que se espera lograr con el proyecto y como se medirá para llegar al éxito de este, especificando el trabajo necesario para llegar a ello. Una correcta definición del alcance es el punto de partida para una planificación exitosa.

Para definir el alcance de un proyecto correctamente, se utilizan diferentes herramientas y técnicas, como el análisis de objetivos, el análisis de requisitos, el diagrama de flujo de procesos, entre otros. Estos métodos ayudan a identificar y documentar los objetivos del proyecto, los resultados esperados y los entregables necesarios para alcanzar esos resultados.

La línea base del alcance del proyecto se compone de:

- Documento del alcance: Documento donde se especifica el objetivo del proyecto, la descripción del proyecto, los requisitos del proyecto, las inclusiones del proyecto, las exclusiones del proyecto, los entregables del proyecto y sus criterios de aceptación, las restricciones para el proyecto, los supuestos asociados al proyecto y los límites del alcance para el desarrollo del proyecto.
- Estructura de desglose del trabajo (EDT): Subdivide los entregables mayores del proyecto en elementos entregables más pequeños que permitan y faciliten su planificación, ejecución y control. Se utiliza para definir y organizar el alcance de un proyecto y para asegurar que todas las tareas necesarias para completar el proyecto estén incluidas.
- Descripción del EDT: Detalle de las actividades que engloban los entregables del proyecto.

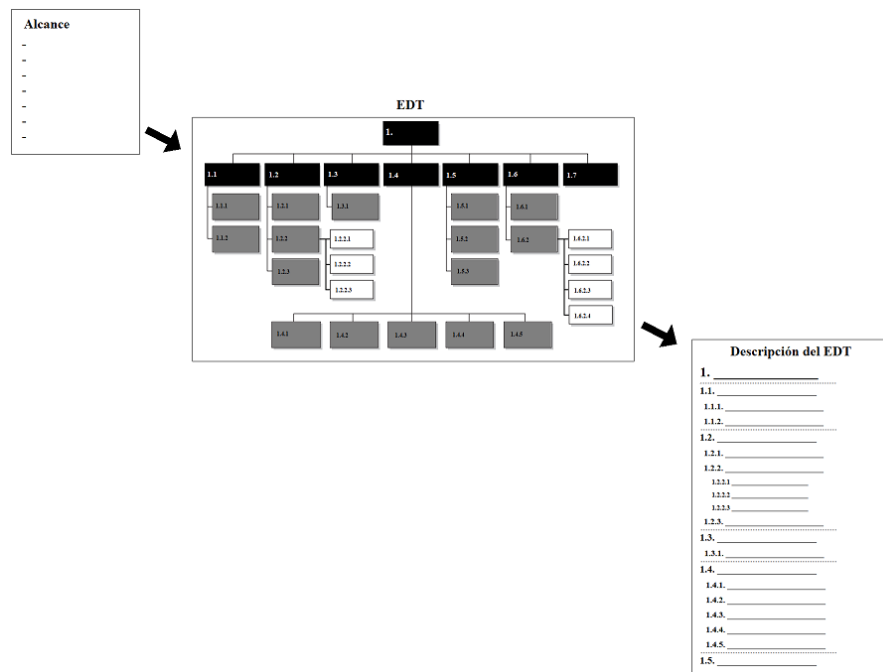


Ilustración 2.23: Línea base del alcance del proyecto.

Fuente original: Elaboración Propia.

Esta línea base sirve como comparación para verificar el cumplimiento del alcance y controlar posibles cambios en el proyecto.

Control del Alcance

Controlar el alcance del proyecto significa asegurar que los entregables y resultados del trabajo, sean completados satisfactoriamente y aceptados.

El uso del EDT es muy útil para efectos del control ordenado y sistemático. Al igual que apoyarse en procesos para medir, examinar y verificar si el trabajo y los entregables cumplen con los requisitos y criterios de aceptación.

Durante la ejecución de las obras es posible encontrar ciertas obras que no estaban dentro del alcance del proyecto, pero que son necesarias para la ejecución final de estas. Es imprescindible que un buen control identifique estos casos previo a la necesidad de construcción y gestione los cambios necesarios para agregarlos y modificar el alcance.

Gestión y Control de problemas o “Issues”

Gestión de Problemas

La gestión de problemas también conocida como “Issues” es la identificación, análisis y resolución de problemas, desafíos o circunstancias dificultosas que pueden surgir durante el desarrollo del proyecto. Una buena gestión comienza por la identificación y el origen de los problemas, luego se evalúa el impacto que puede significar para el proyecto y se analiza la urgencia para buscar e implementar medidas de resolución o mitigar los efectos que causen estos mismos.

En ocasiones los problemas pueden llegar a ser de mayor importancia que las actividades normales del trabajo planificado diario. Movilizar al personal y los recursos para cumplir con las soluciones es parte importante de una buena gestión para la resolución de problemas.

Control de Problemas

El control de problemas o “Issues” se refiere a las actividades o procesos implementados para monitorear y evaluar las soluciones implementadas.

Se prepara una lista de control de los issues y se hace seguimiento hasta su solución, en particular:

- a) Fecha de detección
- b) Responsable de la solución
- c) Prioridad y fecha planificada de solución
- d) fecha real de solución

Gestión y Control de Cambios

Gestión de Cambios

Los cambios son inevitables en un proyecto, estos pueden surgir en base a problemas, a modificaciones, a cambios en lo planificado, etc. La gestión de cambios se refiere a una vez pro-

puesto el cambio evaluar el impacto que puede proporcionar en el proyecto, con tal de que se complete el cambio de forma correcta.

Control de Cambios

El control de cambios se realiza a través de un sistema de control integrado que asegure que todos los cambios solicitados y acciones correctivas sean centralizadas a través de un sistema específico.

El sistema de control integrado de cambios, se basa en un conjunto de reglas, procedimientos y acciones establecidas para monitorear y aprobar los cambios propuestos, la aprobación de los cambios significa una actualización del plan del proyecto y las líneas base según corresponda, por lo mismo es importante generar un comité de cambios, formado por el Project Management, el dueño del proyecto, contratista general y profesionales de dirección que puedan analizar los efectos del cambio a las distintas áreas del proyecto, incluyendo los recursos involucrados en la modificación.

El sistema de control de cambios define los procedimientos mediante los cuales se puede modificar la línea base del proyecto y debe incluir al menos los siguientes procesos:

1. Identificación del cambio (reconocimiento)
2. Formulario de registro y de seguimiento del cambio
3. Evaluación de su impacto en la línea base que corresponda
4. Análisis del efecto en otras líneas base asociadas
5. Revisión, aprobación o rechazo interno del cambio
6. Revisión, aprobación o rechazo del dueño del cambio

Si el cambio es aprobado:

- a) Modificación de la(s) línea(s) base que correspondan
- b) Implementación del cambio
- c) Comunicación – difusión del cambio implementado

Si el cambio es rechazado

- a) Comunicación- difusión del rechazo
- b) Registro y Activos

2.5.2. Gestión y Control del Contrato

La gestión de los Contratos es principalmente velar por el cumplimiento de los términos del o los contratos y subcontratos del proyecto, es esencial para garantizar que todas las partes

involucradas en el proyecto cumplan con sus obligaciones y responsabilidades. El manejo adecuado de las legislaciones y normativas chilenas es requisito para la gestión contractual, existe una gran cantidad de información que no están estipuladas dentro del contrato, pero se asumen como obligaciones para cualquier proyecto de construcción en base a las regulaciones nacionales.

Actualmente hay diferentes métodos de entrega en que el propietario puede materializar su proyecto, generando un acuerdo legal entre los interesados del proyecto. El acuerdo general del proyecto es nombrado el contrato principal del proyecto. Si bien el contrato principal es entre el propietario y una empresa que se adjudique el proyecto, según el método de entrega surgen diferentes nuevos acuerdos contractuales entre la empresa adjudicada y subcontratistas necesarios para cumplir con todo el alcance del proyecto. La gestión del contrato se basa en hacer cumplir los intereses del propietario estipulados en el contrato con el contratista general y entre este último y los subcontratistas, administrando y dando cuenta de los entregables necesarios para que se cumplan todas las responsabilidades contractuales.

Gestión del Contrato Principal

Para gestionar el contrato principal lo primero es identificar el tipo de método de entrega por el cual se está generando el acuerdo. Para el contrato de concesiones se tiene un método de entrega de sociedad público – privado (P3), en donde el estado establece las bases de licitación (BALI) que pasan a ser el contrato principal del proyecto. Conocer, administrar, hacer un seguimiento y responder a todos los requerimientos que establecen las BALI son parte esencial de la gestión contractual.

El contrato principal de un proyecto de concesiones define los siguientes requerimientos:

Bases Administrativas

- Descripción del Contrato y Antecedentes Generales
- Define las legislaciones aplicables
- Define los alcances y objetivos del proyecto
- Define el proceso de la licitación y ofertas del proyecto
- Define el proceso de evaluación de oferentes y la adjudicación del contrato
- Define los costos y pagos asociados al contrato
- Define los plazos de hitos del proyecto
- Define las relaciones entre el propietario y el adjudicado (MOP y Concesionario)
- Define las garantías y procedimientos de reclamos
- Define los canales de comunicación y la información a entregar por el adjudicado al propietario
- Define la infraestructura preexistente dispuesta para el proyecto
- Define los terrenos necesarios para el proyecto, su forma de adquisición, expropiación y entrega
- Define las obligaciones para el desarrollo sustentable del proyecto y su relación con el SEIA
- Define las infracciones, multas y sanciones

- Define los seguros que se deben contratar para la seguridad del proyecto
- Define los entregables para la fase de ingeniería
 - Define el detalle y descripción de los entregables de ingeniería de detalle del proyecto
 - Define el detalle y descripción de los entregables del Sistema BIM
- Define los entregables para la fase de construcción
 - Define el detalle y descripción del Programa de Ejecución de las Obras
 - Define el detalle y descripción del Plan de Autocontrol de Calidad de las Obras
 - Define el detalle y descripción del Plan de Prevención de Riesgos
 - Define el detalle y descripción del Plan de Manejo Ambiental y Territorial del proyecto
 - Define el detalle y descripción del Programa de información a los usuarios, sistema de sugerencias, consultas y reclamos
 - Define el medio de comunicación entre el propietario y el adjudicado (Libro de Obra, Oficios, etc.)
 - Define la responsabilidad laboral del adjudicado
 - Define el detalle y descripción del inicio de la construcción y declaraciones de avance
 - Define los detalles y descripción frente a la subcontratación
 - Define el detalle y descripción de la instalación de faenas de las obras
 - Define los planos finales entregables una vez ejecutada las obras, planos as-built
 - Define los requisitos para la puesta en servicio provisionales de las obras
 - Define el detalle para el despeje y limpieza final de las obras
 - Define el detalle para la sustitución de obras y realización de obras adicionales
- Define los entregables para la fase de explotación
 - Define los requisitos para la autorización de la puesta en servicio provisoria de las obras
 - Define los requisitos para la autorización de la puesta en servicio definitiva de las obras
 - Define el medio de comunicación entre el propietario y el adjudicado (Libro de Obra, Oficios, etc.)
 - Define el plazo de entrega del reglamento de servicio de las obras
 - Define los planes de conservación de las obras
 - Define la estadística, mediciones y controles
 - Define el comité técnico de la operación del embalse
- Define los términos para la suspensión y extinción del proyecto

Bases Técnicas

- Define los aspectos técnicos de los proyectos de ingeniería de detalle del proyecto
 - Define las normas y documentos para el diseño
 - Define los criterios de diseño

- Define los términos de presentación de la ingeniería de detalle
- Define los aspectos técnicos de la construcción de las obras
 - Define los requisitos de cada una de las obras
 - Define la delimitación del área de la concesión
 - Define los cambios de canales, cambios de servicios y construcción de servidumbres para la construcción
 - Define los aspectos técnicos del Plan de Autocontrol de Calidad de las Obras
- Define los aspectos técnicos de la explotación de las obras de la concesión
 - Define los aspectos técnicos del Plan de conservación de las obras
 - Define los aspectos técnicos de los servicios de entrega de aguas
 - Define el reglamento de servicio de las obras
- Define los aspectos técnicos del Plan de Prevención de Riesgos
- Define las medidas de control de accidentes o contingencias
- Define los aspectos técnicos del Plan de Manejo Ambiental y Territorial

Bases Económicas

- Describe los factores considerados para la licitación
- Define el rango de los montos para la oferta económica
- Describe las fórmulas de evaluación de las ofertas económicas

Gestión de los Subcontratos

La empresa adjudicada con el contrato principal (Concesionario), dependiendo del interés de la empresa puede subcontratar el diseño e ingeniería del proyecto, la construcción del proyecto y la operación de las obras, si bien el concesionario es el principal responsable del cumplimiento de las bases del contrato de concesión este puede designar las fases del proyecto a empresas calificadas por el mandante para la ejecución de estas.

El formato de un subcontrato debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Nombre del Contrato
- Condiciones Generales
- Descripción de trabajos (Alcance)
- Plazos de ejecución, hitos y programa de trabajo
- Procedimientos en caso de cambios
- Multas, Precios, Reajustes y modalidades de pago
- Garantías y Retenciones
- Seguros
- Responsabilidades Laborales
- Condiciones Respecto del Personal del Contratista
- Comunicación entre las partes
- Evaluación del desempeño e incentivos
- Arbitrajes

- Reclamos

Subcontrato de Diseño e Ingeniería

El subcontrato de diseño e ingeniería es un acuerdo entre un contratista principal y otra empresa (subcontratista) en el que se incluye todos los estudios de ingeniería de detalle del proyecto.

La ingeniería de detalle de un contrato de concesiones estipula los siguientes estudios para cada una de las obras que contempla el proyecto:

- Ingeniería Básica
 - Estudios Topográficos
 - Estudios Geotécnicos
 - Estudios Geológicos
 - Estudios Hidrológicos
 - Estudios de Mecánica Fluvial
 - Estudios de Sedimentación
 - Estudios de Yacimientos y de Botaderos
 - Estudios Hidrogeológicos
 - Estudios de Mecánica de Suelos para Caminos
- Ingeniería de Detalle de las Obras
 - Diseño Hidráulico de las Obras
 - Diseño Estructural de las Obras
 - Diseño Mecánico de las Obras
 - Diseño Vial de las Obras
 - Diseño de Alimentación y Suministro eléctrico de las Obras
 - Diseño de Control de las Obras
 - Diseño de Arquitectura de las Obras
 - Diseño de Terminaciones y Paisajismo
 - Protocolos para la Puesta en Servicio

Subcontrato de Construcción

El subcontrato de Construcción es un acuerdo entre un contratista principal y otra empresa (subcontratista) en el que se incluye la construcción de la totalidad de las obras o una parte de ellas, si bien se puede contratar la construcción de todo el proyecto este subcontratista puede volver a subcontratar parte de las obras todo mientras este dentro de las bases del contrato.

Los subcontratos de construcción abarcan las siguientes áreas:

- Instalaciones de Faena
- Suministro y Operación de Planta de Hormigón
- Suministro y Operación de Planta de Áridos
- Ensayos de Laboratorio

- Movimientos de Tierra Masivos
- Excavaciones
- Rellenos
- Túneles
- Colocación de Hormigones
- Montaje de Estructuras
- Montajes Eléctricos
- Montajes Mecánicos
- Construcción de Caminos
- Pavimentos Asfáltico
- Saneamiento
- Equipamientos e Instrumentación
- Terminaciones y Paisajismo
- Transporte de materiales, equipos, personal
- Etc.

Subcontrato de la Operación

El subcontrato de Operación es un acuerdo entre un contratista principal y otra empresa (subcontratista) en el que se incluye la operación, control y mantención de las obras construidas, los detalles de la entrega del servicio estarán sujetos al contrato principal.

Modalidades de Pago

Es importante que el contratista principal y los subcontratista acuerden un método de pago adecuado y justo antes de comenzar el trabajo, y que documenten dicho acuerdo en el contrato de subcontrato.

Diseño e Ingeniería

Existen varias modalidades de pago que pueden utilizarse en un subcontrato de diseño e ingeniería. Algunos de los métodos más comunes son los siguientes:

1. Pago por horas trabajadas: En este método, el subcontratista recibe una tarifa por hora de trabajo y el pago se realiza a medida que se acumulan las horas trabajadas. Este método es adecuado cuando el alcance del trabajo es poco definido o cuando el subcontratista está proporcionando servicios profesionales.
2. Pago por trabajo completado: En este método, el subcontratista recibe un pago por cada tarea o fase del trabajo que se completa. Este método es adecuado cuando el alcance del trabajo es bien definido y se puede dividir en tareas o fases distintas.
3. Pago por costo más honorarios: En este método, el subcontratista recibe un pago que incluye el costo de los materiales, mano de obra y cualquier otro gasto incurrido en la realización del trabajo, más un porcentaje adicional (los honorarios) como ganancia. Este método es adecuado cuando el subcontratista asume el riesgo de los costos del proyecto y proporciona una garantía de cumplimiento del plazo y del presupuesto.

Construcción

Existen varias formas de contratación según la modalidad de pago que pueden utilizarse en un subcontrato de diseño e ingeniería. A continuación, se presentan los más comunes:

1. **Suma Alzada:** Contratista realiza la totalidad de la obra por una suma fija de dinero según las especificaciones y el diseño del proyecto, el cual debe estar determinado y validado de forma previa. El riesgo del proyecto recae de forma directa en el contratista, mientras que el mandante sabe desde el inicio de la materialización el costo total de la obra.
2. **Precio Unitario:** Se establece el pago de la obra por Precios Unitarios. Las cantidades de obras preliminares las entrega el mandante, pero finalmente se pagan las cantidades realmente realizadas.
3. **Administración delegada:** La administración de la obra es delegada al contratista, quien recibe el pago de honorarios fijos o variables según un previo acuerdo entre los agentes involucrados. El riesgo recae totalmente en el mandante, mientras que el riesgo que recae en el contratista es mínimo.

Gestión y Control de Claims (Reclamos)

Los claims o reclamos son solicitudes de compensación o indemnización presentadas por una de las partes involucradas en un contrato debido a una violación o incumplimiento del contrato por parte de la otra parte. Sirven como una herramienta importante para proteger los derechos y obligaciones de las partes involucradas.

Pueden ser presentados por cualquier motivo, como retrasos en la entrega, cambios no autorizados en el contrato, desacuerdos asociados a costos, incumplimientos de las condiciones del contrato, etc.

Se identifican 3 procesos principales para la gestión de Claims:

1. **Identificación y Prevención:** Realizar un análisis detallado de potenciales y reales Claims, identificándolos en una planilla para un futuro control y seguimiento.
2. **Evaluación:** Analizar la precisión y exactitud de la información que describe el reclamo, validar si procede o no procede y de proceder identificar las variables a las cuales se refiere e involucra.
3. **Solución:** Mediante un comité de revisión de los reclamos, generar soluciones dirigidas a negociación, mediación y litigios. Para la resolución de conflictos es necesario que se establezca un trato justo, respaldos por escrito, interlocutores válidos, efectividad resolutoria. Una vez resuelto el Claims significa que se transforma en un cambio aprobado o rechazado según corresponda.

El control de Claims es también parte del control de cambios, se basa en los mismos procedimientos de registros y acción.

Control del Contrato Principal y Subcontratos

El control del contrato principal y subcontratos debe hacerse de la misma manera, se debe establecer un procedimiento de monitoreo constante para verificar el cumplimiento de las bases del contrato, esto incluye la revisión regular de los términos y condiciones del contrato, verificando que todas las partes respondan a sus obligaciones.

Es importante establecer una comunicación regular entre las partes involucradas en el contrato y los subcontratos, asegurarse de mantener un buen trato y de estar pendientes de manera oportuna a cualquier reclamo, problema o cambio que pueda surgir.

Una buena práctica es adecuar los requerimientos del contrato a un tablero de control, en el cual se puede identificar el tipo de contrato, los requerimientos, los entregables, e ir actualizando según el estado de avance, hacer un seguimiento apropiado para el cumplimiento en fecha de los hitos importantes y dejar registro de las modificaciones posibles o reales.

Tabla 2.1: Tablero de Seguimiento de Contratos.

ID	Nombre del Contrato	Tipo de Contrato	Empresa	Periodicidad	Valor del contrato
		Contrato Principal			
		Subcontrato de Ingeniería			
		Subcontrato de Construcción			
		Subcontrato de Operación			
		...			

Tabla 2.2: Tablero de Control de un Contrato.

Contrato: Contrato Principal							
ID	Área	Tipo	Descripción	Fecha Limite	Estado	Cumple (Si/No)	Fecha de Entrega
		Obligaciones					
		Hitos					
		Entregables					
		Requerimientos					
		Problemas					
		Cambios					
		Reclamos					
		...					

Adicionalmente se deben considerar las siguientes actividades para un mejor control de los contratos y subcontratos:

- a) reuniones de control
- b) coordinación de interfaces entre subcontratos
- c) aprobación de estados de pagos
- d) aprobación de solicitudes de cambios técnicos
- e) aprobación de solicitudes de cambios de alcance, plazos, costos

2.5.3. Gestión y Control del Tiempo

Gestión del Tiempo

La gestión del tiempo es principalmente velar por el cumplimiento de la entrega total del proyecto y los hitos contractuales, dentro del plazo acordado. Por lo cual se planifica y coordinan las actividades y tareas que contemplan el alcance del proyecto. En un proyecto de Concesiones el Plazo es definido por el mandante en las Bases de Licitación, sin embargo, frente a posibles sucesos externos que escapen del actuar del Contratista Principal este plazo puede modificarse según el criterio del mandante y la debida justificación técnica del retraso.

Para llevar a cabo la terminación en plazo del proyecto es necesario utilizar modelos y herramientas de programación como lo son: Carta Gantt, CPM (Critical Path Method), PERT, Líneas de balance, programación rítmica, etc. Cada una de estas técnicas incluye duraciones, dependencias y otra información con la que finalmente, se genera el cronograma del proyecto, en donde se define y secuencia las actividades y se estiman las duraciones necesarias para el desarrollo de estas.

Los procesos que se relacionan entre sí y por los cuales se debe pasar para gestionar el tiempo adecuadamente según la *Guía del PMBOK 6ta Edición* [26] son los siguientes:

1. Planificar la Gestión del Cronograma
2. Definir las Actividades
3. Secuenciar las Actividades
4. Estimar la Duración de las Actividades
5. Desarrollar Cronograma
6. Controlar el Cronograma

Planificar la Gestión del Cronograma

Establecer las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto. (PMBOK)

Este proceso se lleva a cabo en el mismo momento que se desarrolla el programa de ejecución del proyecto, proporcionando una guía y dirección sobre cómo se gestionará el avance del proyecto en relación con la variable tiempo.

Es importante utilizar el juicio de expertos, opiniones en reuniones del equipo de trabajo y análisis de datos, documentación, plantillas estándares y políticas de la empresa para unificar criterios a la hora de la concepción del cronograma.

Definir las Actividades

Identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto. (PMBOK)

Este proceso es clave para llevar el alcance del proyecto a acciones y actividades específicas que proporcionen una base para la estimación, programación, ejecución, monitoreo y control del trabajo del proyecto.

Algunas de las recomendaciones para definir las actividades son:

- Descomponer cada elemento del nivel más bajo del EDT en actividades requeridas para su realización, siguiendo la descomposición por niveles de detalle de igual forma que el EDT.
- Representar actividades “resumen” como niveles más alto, pero con menor detalle para la planificación del trabajo, estas son compuestas de actividades en corto plazo.
- Representar actividades de corto plazo en niveles más bajos, pero con un mayor detalle de descripción para la correcta ejecución de estas.

Secuenciar las Actividades

Identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. (PMBOK)

Este proceso debe definir la secuencia lógica de trabajo para tener la máxima eficiencia considerando las restricciones del proyecto, para es necesario tener en consideración lo siguiente:

- Relaciones lógicas entre las actividades:

- Básicas

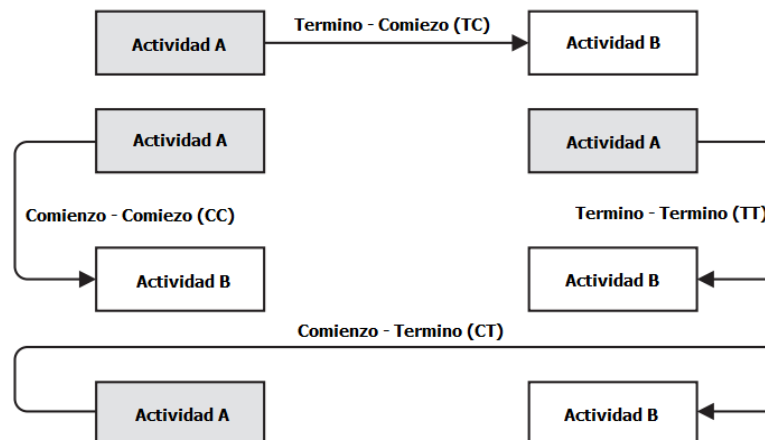


Ilustración 2.24: Relaciones lógicas entre actividades.

Fuente original: Elaboración Propia.

- Avanzadas (Restricciones)

ASAP - Comenzar lo antes posible (As soon as possible): restricción suave que incita a que la tarea comience el primer día permitido según la lógica de la red.

ALAP - Comenzar lo más tarde posible (As late as possible): restricción suave que incita a que la tarea no comience hasta que todas las tareas que se puedan desarrollar antes según la lógica de la red lo hagan.

SNET - Comienza no antes de cierta fecha (Start no earlier than): restricción que incita que la tarea comience al menos después de una fecha indicada.

SNLT - Comienza no después de cierta fecha (Start no late than): restricción que incita que la tarea debe comenzar a lo más antes de una fecha indicada.

FNET - Termino no antes de cierta fecha (Finish no earlier than): restricción que incita que la tarea deba terminar después de cierta fecha indicada.

FNLT - Termino no después de cierta fecha (Finish no late than): restricción que incita que la tarea deba terminar antes de cierta fecha indicada.

MSO - Debe iniciar en la fecha (Must start on): restricción fuerte que implica que la tarea inicie en cierta fecha específica sí o sí.

MFO - Debe terminar en la fecha (Must finish on): restricción fuerte que implica que la tarea termine en cierta fecha específica sí o sí.

- Dependencias entre las actividades:

Las dependencias entre las actividades se caracterizan a través de los siguientes atributos: obligatoria o discrecional, interna o externa. Solo se pueden aplicar dos simultáneamente, de la siguiente forma: obligatorias internas, obligatorias externas, discrecional internas, discrecional externas.

Obligatoria (lógica dura): Requerimientos del contrato, legales o inherentes a la naturaleza del trabajo, por ejemplo: restricción técnica, requisitos del mandante, necesidad y llegada de recursos, aprobaciones ambiental, permisos de seguridad, etc.

Discrecional (lógica blanda): Secuencia en base a conocimientos de mejores prácticas pero que no necesariamente sea obligatorio, es decir, seguir una secuencia aun así existiendo otras secuencias aceptables, pero por experiencia profesional seguir la más preferida, por ejemplo: realizar trabajos eléctricos después del trabajo de plomería, a pesar de que pueden ocurrir en el mismo tiempo, se realizan en orden secuencial por reducir el riesgo del proyecto.

Internas: Relación de precedencia entre actividades que están íntimamente relacionadas con el equipo del proyecto, es decir, si existen dependencias de algunas actividades con la acción del equipo del trabajo, por ejemplo: que el equipo cuente con una maquinaria que no esté aprobada aún y este en mantención retrasa cierta actividad.

Externas: Relación entre las actividades del proyecto y aquellas que no pertenecen al proyecto, es decir, influyen en el proyecto, pero están fuera del control del equipo del proyecto: por ejemplo, que algún software de trabajo necesario en el proyecto tenga una caída general desde el proveedor y no se pueda utilizar durante un tiempo.

- Desfases entre las actividades:

Adelantos: cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se puede anticipar con respecto a una actividad predecesora, por ejemplo: llega antes una maquinaria prevista para días más tarde y el trabajo puede comenzar con anticipación, esto es considerado un adelanto en la programación.

Retrasos: cantidad de tiempo en que una actividad sucesora se retrasa con respecto a una actividad predecesora, por ejemplo: no ha llegado la maquinaria necesaria para una actividad en el plazo predefinido entonces el trabajo debe comenzar más tarde, esto es considerado un retraso en la programación.

Estimar la Duración de las Actividades

Realizar una estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados. (PMBOK)

Este proceso es clave para calcular la duración total del proyecto, es importante para ello definir el calendario del proyecto el cual muestra los periodos en cuando se puede trabajar, se debe tener en consideración lo siguiente:

- días hábiles o días corridos
- feriados, fiestas tradicionales
- sobre tiempos autorizados
- turnos
- vacaciones
- clima favorable o adverso

La duración de la actividad depende del tipo de recursos asignados, de su disponibilidad y del rendimiento, no obstante, para estimar esta duración se recomiendan las siguientes técnicas:

- Estimación por analogía: se estima la duración de una actividad utilizando datos históricos de una actividad o proyecto similar.
- Estimación por cálculo paramétrico: se estima la duración de una actividad mediante algún algoritmo de datos históricos y parámetros del proyecto (metros cuadrados, cantidad de obra, etc.)
- Estimación por promedio de 3 valores: se estima la duración mediante una distribución triangular (promedio aritmético) de los tres valores estimados siguientes:
 - Más probable: estimación basada en función de los recursos que se le asignen, de la productividad, de las expectativas realistas, de las dependencias con otros factores y de las interrupciones.
 - Optimista: estimación basada en el mejor escenario posible para la actividad.

- Pesimista: estimación basada en el peor escenario posible para la actividad.
- Estimación por ascendencia: se estima la duración mediante la duración de actividades que descomponen la actividad de análisis, es decir, según la duración de niveles inferiores.

La exactitud de las estimaciones va a mejorar si se tienen en cuenta más variables conocidas, se considera la incertidumbre para valores desconocidos y se evalúa el riesgo asociado a cada actividad. Este error en las estimaciones puede representarse como muestran los siguientes ejemplos:

- Ejemplo: 4 semanas +/- 3 días
- Ejemplo: 90% de probabilidad de que la actividad dure menos de 2 semanas

Desarrollar Cronograma

Analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear un modelo de programación con fechas planificadas para la ejecución, el monitoreo y el control de las actividades del proyecto. (PMBOK)

Este proceso para por varias etapas donde finalmente se obtiene la línea base del cronograma del proyecto a continuación se describen estas etapas.

- Etapa 1: Análisis de la Malla (Análisis de la Red)

Para generar la malla lo primero es utilizar el método de del diagrama de precedencia PDM (Precedence Diagram Method), este método usa las relaciones lógicas entre las actividades y mediante un diagrama Nodo – Actividad, describe la secuenciación general del proyecto desde el comienzo hasta el término.

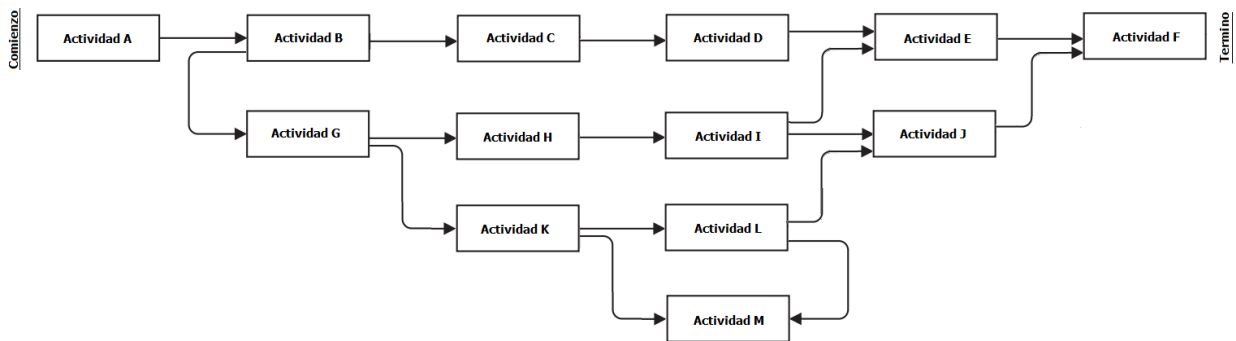


Ilustración 2.25: Diagrama de precedencia de actividades, proyecto ejemplo.

Fuente original: Elaboración Propia.

Luego de tener la malla lógica del proyecto se utilizan metodologías de red que ingresan las duraciones de cada actividad, se calculan las fechas más tardías, las fechas más tempranas de inicio y termino de cada actividad, y se permite identificar el camino crítico de la red y las holguras permitidas para cada actividad. Los métodos de malla más conocidos son el método del camino crítico CPM (Critical Path Method) y el método de Técnica

de revisión y evaluación de programas PERT (Program Evaluation and Review Technique).

El camino crítico de la red puede definirse como el camino que está compuesto solo por actividades que no presentan holguras en el transcurso del proyecto, también conocidas como actividades críticas.

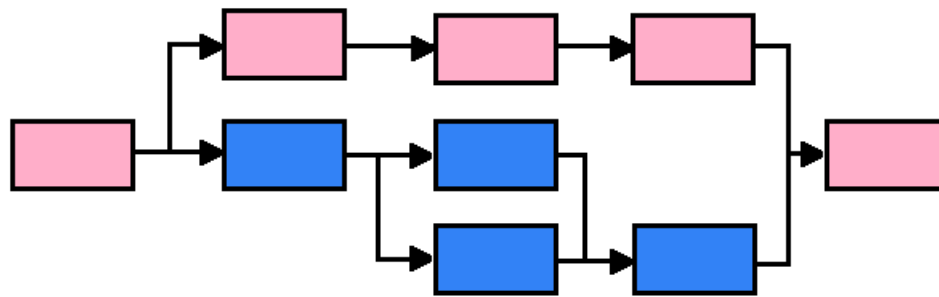
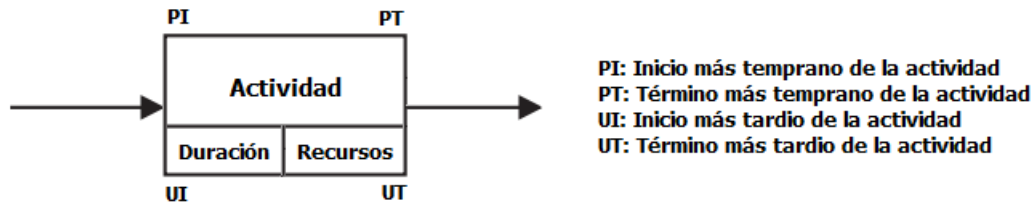


Ilustración 2.26: Método del camino crítico CPM
Fuente original: Elaboración Propia.

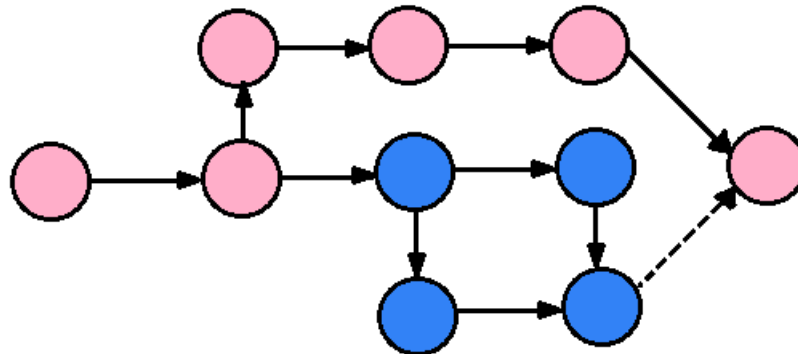
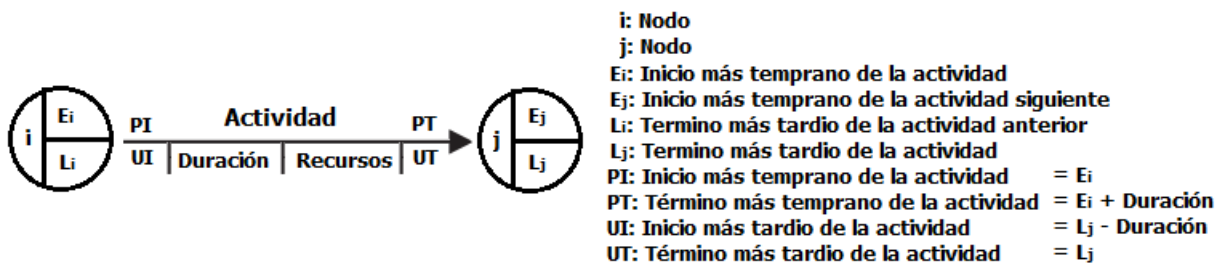


Ilustración 2.27: Método de Técnica de revisión y evaluación de programas PERT
Fuente original: Elaboración Propia.

Las holguras pueden clasificarse en:

a) Holgura total = es el tiempo en el que una actividad puede atrasar su inicio más temprano, su término más temprano o aumentar su duración, sin atrasar el término del proyecto. Está íntimamente relacionado al camino de la actividad, es decir, esta holgura se puede consumir completamente en una de las actividades del camino o distribuir entre distintas actividades de este. Suele ser conocida como el “margen del camino”

Se calcula como la diferencia entre el tiempo disponible total y la duración de la actividad.

b) Holgura libre = es el tiempo en el que una actividad puede atrasar su inicio más temprano, su término más temprano o aumentar su duración, sin atrasar el inicio más temprano de las actividades que pertenecen a su camino. Si se mantiene el retraso dentro de este límite, no se afectarán las actividades que vengan después. Suele ser conocida como el “margen de la actividad”

Se calcula como la diferencia entre el tiempo disponible libre y la duración de la actividad

c) Holgura interferente = es el tiempo en que se puede demorar terminar una actividad, sin demorar la terminación del proyecto, pero cuyo uso retrasará el inicio de algunas de las actividades siguientes.

Se calcula como la diferencia entre la holgura total y la holgura libre.

d) Holgura independiente = es el tiempo de retraso que puede sufrir una actividad con su inicio retraso al máximo por las actividades precedentes, sin que este retraso ocasione aplazamientos en el comienzo de cualquier actividad posterior. Similar a la holgura libre, esta es independiente no se comparte con otras actividades. Suele ser conocida como “holgura mínima”.

Se calcula como la diferencia entre el tiempo disponible independiente y la duración de la actividad. Otra formas de calcularla como la diferencia entre la holgura total y la suma de los márgenes de las etapas inicial y final de la actividad. Suele ser un valor muy pequeño, incluso negativo y debe ser siempre menor o igual a la holgura libre.

e) Holgura condicionada = es el tiempo en que una actividad puede atrasar su inicio demorado al máximo por las actividades precedentes, su término más temprano o su duración, sin atrasar el término del proyecto.

Se calcula como la suma entre la holgura independiente y la holgura interferente.

Proyecto Ejemplo:

Tabla 2.3: Tabla de relaciones lógicas y dependencias, proyecto ejemplo

Actividad	Restricciones lógicas	PI	PT	UI	UT	Duración
Actividad A	TC (B)	0	20	0	20	20
Actividad B	CC (G); TC (C)	20	50	20	50	30
Actividad C	TC (D)	50	60	85	95	10
Actividad D	TC (E)	60	65	95	100	5
Actividad E	TC (F)	100	160	100	160	60
Actividad F	-	160	170	160	170	10
Actividad G	TC (H); TC (K)	20	60	20	60	40
Actividad H	TC (I)	60	80	60	80	20
Actividad I	TC (E); TC (J)	80	100	80	100	20
Actividad J	TC (F)	120	125	155	160	5
Actividad K	TC (L); TC (M)	60	110	95	145	50
Actividad L	TC (J); TT (M)	110	120	145	155	10
Actividad M	-	110	115	150	155	5

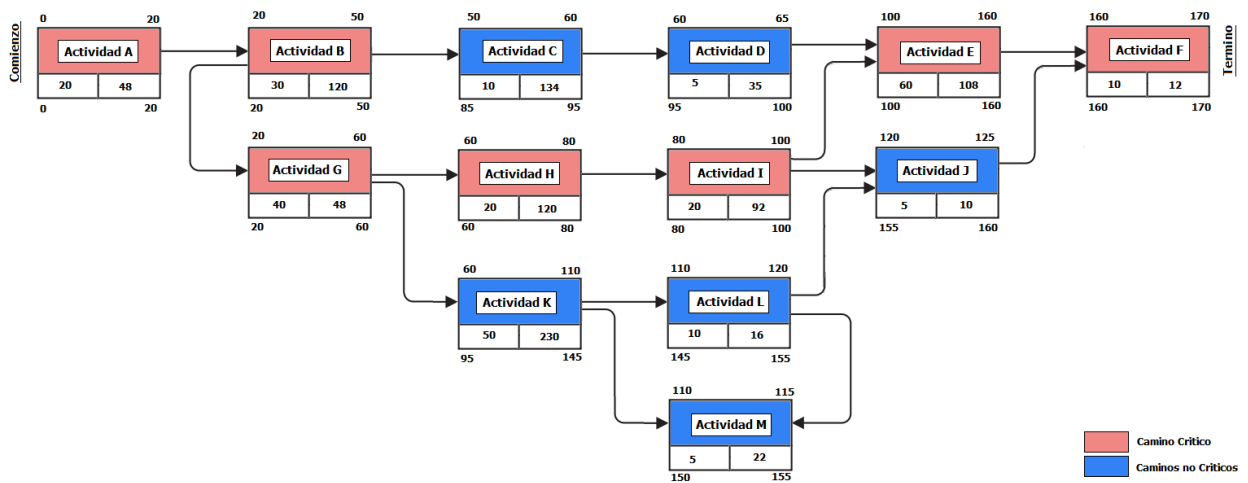


Ilustración 2.28: Método del camino crítico CPM, proyecto ejemplo
Fuente original: Elaboración Propia.

Tabla 2.4: Tabla de holguras, proyecto ejemplo

Actividad	Holgura				
	Total	Libre	Interferente	Independiente	Condicionada
Actividad A	0	0	0	0	0
Actividad B	0	0	0	0	0
Actividad C	35	0	35	0	35
Actividad D	35	35	0	0	0
Actividad E	0	0	0	0	0
Actividad F	-	-	-	-	-
Actividad G	0	0	0	0	0
Actividad H	0	0	0	0	0
Actividad I	0	0	0	0	0
Actividad J	35	35	0	0	0
Actividad K	35	0	35	0	35
Actividad L	35	0	35	-35	0
Actividad M	40	5	35	-30	5

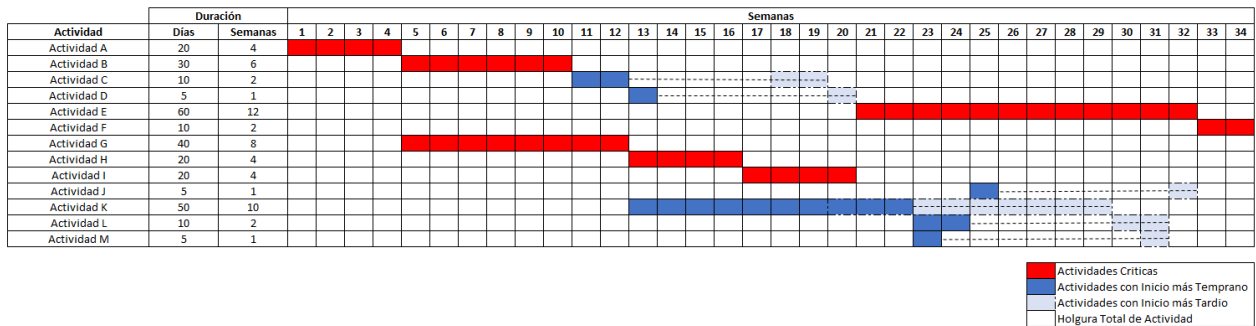


Ilustración 2.29: Holguras y Camino crítico representadas en formato Carta Gantt, proyecto ejemplo
Fuente original: Elaboración Propia.

▪ Etapa 2: Determinación y Análisis de Recursos

La duración de cada actividad está relacionada a la cantidad de recursos que se utilicen para la ejecución de esta, por lo mismo es necesario optimizar estos recursos para ajustar el uso planificado y cumplir con los plazos estimados, de lo contrario reprogramarlos en función de la disponibilidad de cada uno de ellos.

Se debe tener en cuenta para la determinación de recursos:

- cuáles son los recursos (personas, equipos, maquinarias o materiales)
- qué cantidad de cada recurso se utilizará por actividad
- cuándo estarán disponibles cada recurso para su uso
- verificar datos publicados por la industria y el historial de la empresa (productividad, rendimientos, etc.)
- analizar alternativas de ejecución (manual, automatizada, innovación)

Una vez definido lo anterior es posible especificar un calendario de recursos que pueda reajustar el calendario del proyecto. Los recursos al igual que la duración de actividades se suman en niveles de jerarquía según el EDT del proyecto.

El Análisis de Recursos consiste el reajuste nombrado anteriormente en donde se desplazan las fechas de inicio de las actividades por precedencia y holgura, para modificar el requerimiento de recurso a lo deseado, buscando la optimización. He de considerar que la duración del proyecto se puede ver afectada o el uso de los recursos puede ser más costoso para cumplir los plazos esperados.

La optimización del cronograma debe ser nivelada según los siguientes criterios del uso de recursos:

- Prioridad según por cantidad de recursos
- Prioridad de uso según tipo de recursos
- Prioridad según menor holgura total de la actividad

▪ Etapa 3: Comprensión del Cronograma

Esta etapa está pensada para acortar la duración del cronograma sin reducir el alcance del proyecto, cumpliendo con todas las restricciones del cronograma, sean fechas impuestas, sean objetivos a lograr en plazos o sean interés de la empresa por razones de interés interno.

Los métodos más conocidos para reducir los plazos son:

a) Metodología de Intensificación (Aceleración): Esta técnica permite acortar la duración total del cronograma incidiendo en las actividades críticas del proyecto, insertando recursos adicionales que permiten reducir su duración, esto con el menor incremento de costos posibles, si bien es una alternativa puede ocasionar un incremento del riesgo y a su vez de los costos.

Ejemplo: - Horas extras de trabajo, turnos adicionales o sobretiempo

- Pago adicional para acelerar la entrega de trabajos, compromisos e incentivos
- Aportación de recursos adicionales

b) Metodología de Ejecución Rápida (Fast Track): Esta técnica permite acortar la duración total del cronograma incidiendo en las actividades críticas del proyecto, traslapando actividades que normalmente se ejecutan de forma secuencial al menos en una parte de su duración, si bien es una alternativa puede ocasionar un incremento del riesgo, bajando la calidad en ciertas actividades y a su vez aumentando los costos del proyecto por un re-trabajo.

Ejemplo: - Construir sin tener la aprobación de los planos de ingeniería de detalle

Algunas recomendaciones prácticas para reducir los plazos que están correlacionadas con el desempeño del personal pueden ser las siguientes:

- Diseños simples, estándares y repetitivos, evita las fallas y la adaptación del personal
- Uso de personal de alta productividad
- Evitar interrupciones, tiempos ociosos
- Focalizar recursos en las actividades críticas

▪ Etapa 4: Línea Base del Cronograma

Esta etapa es la definición final del cronograma del proyecto aprobado pasando a ser la línea base, la cual solo puede cambiarse mediante procedimientos formales de control de cambios, esta es la misma que se utiliza como base comparativa y de medición con los avances reales del proyecto.

Esta línea base tiene un valor contractual y es parte del programa de ejecución del proyecto, todos los atrasos, adelantos y cumplimientos son medidos desde este punto de partida y evaluados para posibles multas o bonos según sea el caso.

En este documento se define la fecha de inicio planificada y la fecha de termino planificada para cada una de las actividades y el total del proyecto, esta información es clave para la ejecución del proyecto y debe distribuirse a todos los participantes del proyecto.

La actualización de este documento debe ser periódica y deben estar identificados claramente los cambios con su respectiva justificación técnica asociados a la nueva versión para una posterior aprobación.

El cronograma del proyecto es un máster plan que incluye todo el proyecto, objetivos finales e intermedios, muestra hitos o eventos claves para el desarrollo del proyecto, suele ser representado en formato de carta Gantt como diagrama de barras incluyendo la secuenciación lógica (malla) de las actividades.

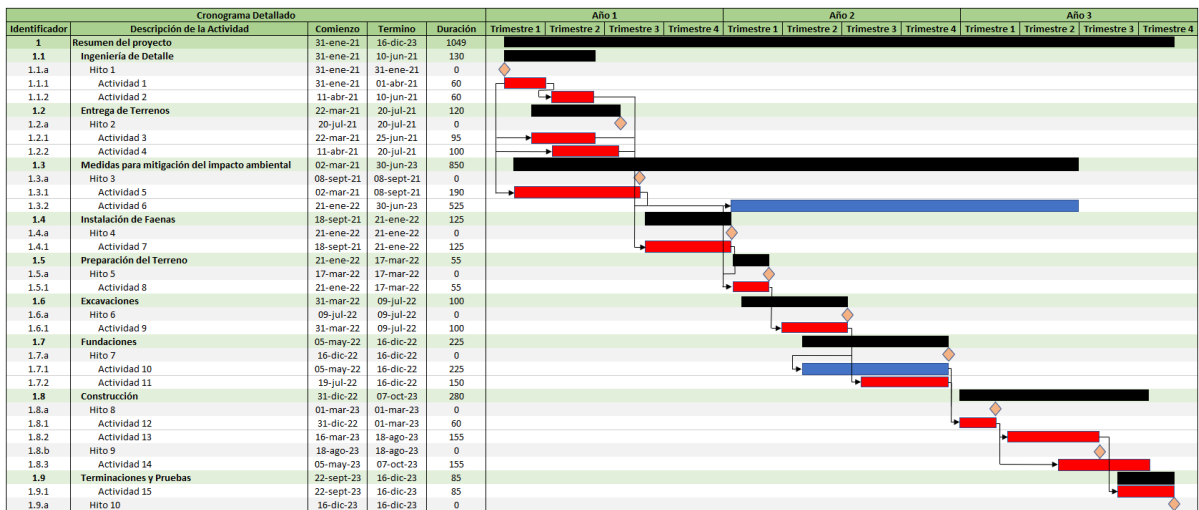


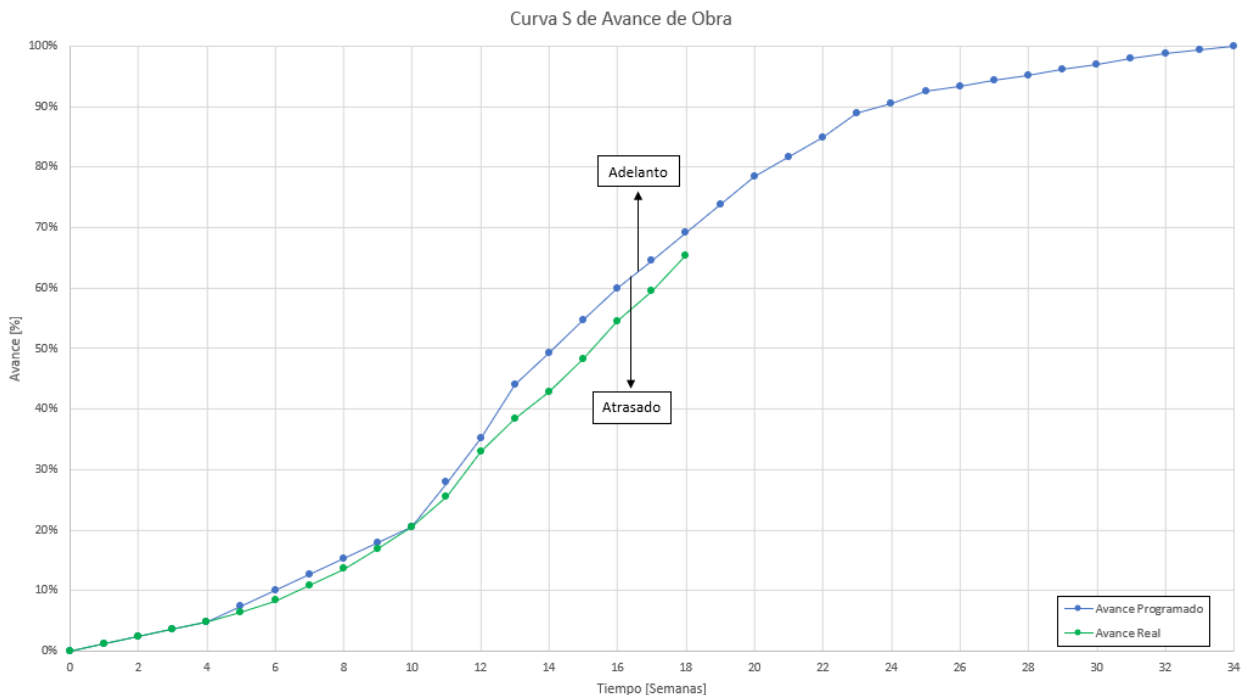
Ilustración 2.32: Master Plan del Cronograma, proyecto ejemplo
Fuente original: Elaboración Propia.

El cronograma si bien incluye todo el proyecto puede ser representado en varios formatos.

- Por Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)
- Por cumplimientos contractuales
- Por Especialidades
- Por Actividades
- Por Hitos
- Por Calendario
- Por Avance Trimestral, Mensual, Semanal o Diario

Esta curva permite identificar de forma gráfica si la obra se encuentra adelantada, atrasada o avanza de acuerdo con la programación, de esta forma es posible llevar a cabo modificaciones en caso de que sea necesario.

- Si la curva de avance real coincide con la curva de avance programada, la obra avanza de acuerdo con la programación.
- Si la curva de avance real se encuentra sobre la curva de avance programada, la obra se encuentra adelantada.
- Si la curva de avance real se encuentra bajo la curva de avance programada, la obra se encuentra atrasada.



*Ilustración 2.37: Curva S de Avance Real y Programado de las Obras, proyecto ejemplo
Fuente original: Elaboración Propia.*

▪ **Control del camino crítico:**

Mantener un seguimiento del avance de las actividades críticas es determinante para conocer el estado del cronograma puesto que una desviación en plazo de una de estas actividades impacta directamente en las fechas de término del proyecto.

Un análisis importante es identificar potenciales riesgos que puedan perjudicar la duración de estas actividades, a su vez desarrollar una curva S para algunas actividades críticas de la obra por separado puede ayudar a distinguir posibles cuellos de botella o causas de retraso en estas actividades.

▪ **Método del valor ganado (EVM) e indicadores de control del cronograma:**

El método del valor ganado (descrito más abajo en el control de costos) permite mediante un análisis de costos generar medidas del desempeño del cronograma, tales como:

- Variaciones del Cronograma (SV)
- Índice de desempeño del Cronograma (SPI)

Estas variables permiten evaluar la magnitud de desviación con respecto a la línea base del cronograma y a su vez pronosticar el plazo de término del proyecto.

Para este pronóstico se debe calcular el plazo en que se debería haber tenido el valor ganado (EV) de acuerdo con el cronograma y se compara con el plazo real transcurrido donde se logró el EV. Esta diferencia corresponde al atraso o adelanto del cronograma.

Conociendo el valor de desviación se analiza si el proyecto podrá recuperar su atraso o no, o si este aumentará en función del desempeño, esto mediante un análisis de escenarios dependiendo de las actividades críticas afectadas y de las holguras permitidas en las demás actividades, con ello se define el valor de termino aproximado de la finalización total del proyecto considerando el índice de desempeño del cronograma SPI que ha tenido el proyecto y la diferencia en el porcentaje de avance entregado por SV.

- Actualización de la línea base del cronograma:

Si bien el control del cronograma permite llevar un seguimiento real del desempeño del proyecto, tener una línea base del cronograma desactualizada con la realidad puede significar desviaciones y descoordinación con el equipo de trabajo para la correcta ejecución de las actividades, por lo tanto, solicitar mediante el sistema de control de cambios una actualización a la línea base del cronograma debe ser el camino recomendado a seguir.

El cambio a la línea base del cronograma significa un cambio al programa de ejecución del proyecto, es decir, mientras no exista una nueva aprobación del programa de ejecución, prevalece la línea base original del cronograma. La aprobación de un nuevo cronograma para el proyecto es de exclusiva responsabilidad del mandate de la obra y estos tienen la potestas de rechazar cambios siempre que estos no estén establecidos en el contrato.

2.5.4. Gestión y Control del Costo

Gestión del Costo

La gestión del costo es principalmente velar por el cumplimiento de la ejecución del proyecto dentro del presupuesto establecido en el contrato del proyecto. Por lo cual se planifica y coordinan los costos asociados a cada actividades y recursos que componen el proyecto. En un proyecto de Concesiones el financiamiento proviene del Estado y se llega a un acuerdo contractual donde la oferta presentada para el proyecto por parte de la empresa que se adjudica el contrato es el valor económico máximo del proyecto, a partir de este valor presentado la empresa genera su presupuesto oficial.

El presupuesto oficial del proyecto es un documento que establece la cantidad de dinero que la empresa puede incurrir como límite máximo durante la etapa de construcción, su estructura se compone principalmente por:

- Costos Directos: Gastos asociados directamente con la ejecución de la obra y la construcción del proyecto.
- Costos Indirectos: Gastos necesarios para llevar a cabo el proyecto que no están directamente relacionados con la construcción en sí. Estos costos incluyen los costos indirectos de la obra, los gastos generales y administrativos.
- Costos del Dueño: Los costos del dueño en una obra de construcción se refieren a los gastos en los que incurre el propietario del proyecto durante el proceso de construcción, son independientes de los costos directos e indirectos y pueden variar según el tipo de proyecto y las necesidades del mandante.
- Costos de Contingencia: Gastos que no están contemplados dentro de la estimación de costos inicial pero que se ingresan como un porcentaje de los costos directos (3-5%), considerando que existen cambios impredecibles y pueden generarse por diversas razones.
- Impuestos: Impuesto al valor agregado (IVA) correspondiente al 19% de la suma de los costos anteriormente descritos
- Utilidades: Es la ganancia esperada por la empresa que se adjudica el proyecto.

El presupuesto una vez aprobado pasa a ser la línea base para el control de costos del proyecto, en base a este se puede comparar los costos reales frente a los planificados. Los costos con mayor influencia en el cambio de la línea base son los costos directos, asociados a los recursos del proyecto con disponibilidad limitada, es decir:

- Mano de Obra
- Materiales
- Equipos y Maquinaria
- Subcontratos

Los procesos que se relacionan entre sí y por los cuales se debe pasar para gestionar los costos adecuadamente según la *Guía del PMBOK 6ta Edición* [26] son los siguientes:

1. Planificar la Gestión de los Costos
2. Estimar los Costos
3. Determinar el Presupuesto
4. Controlar los Costos

Planificar la Gestión de los Costos

Definir como se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto. (PMBOK)

Este proceso se lleva a cabo en el mismo momento que se desarrolla el programa de ejecución del proyecto, proporcionando una guía y dirección sobre cómo se gestionará el avance del proyecto en relación con la variable costos.

Es importante utilizar el juicio de expertos, opiniones en reuniones del equipo de trabajo y análisis de datos, documentación, plantillas estándares y políticas de la empresa para unificar criterios a la hora de la concepción del presupuesto oficial.

Estimar los Costos

Desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto. (PMBOK)

Si bien este proceso es clave para calcular el presupuesto total del proyecto, se debe tener en cuenta que el estimado de costos es una predicción basada sobre la información disponible en el momento determinado que se desea realizar, también cambia según la perspectiva del desarrollador (dueño, ejecutor, proveedor, contratista).

Las estimaciones de costos incluyen la identificación y consideración de diversas alternativas de cálculo de costos para iniciar y completar el proyecto, a continuación, se presentan las técnicas más recomendadas:

- Estimación por analogía: se estiman los costos de una actividad utilizando datos históricos de una actividad o proyecto similar.
- Estimación por cálculo paramétrico: se estiman los costos de una actividad mediante algún algoritmo de datos históricos y parámetros del proyecto (metros cuadrados, cantidad de obra, etc.)
- Estimación por promedio de 3 valores: se estiman los costos mediante una distribución triangular (promedio aritmético) de los tres valores estimados siguientes:
 - Más probable: estimación basada en función de los recursos que se le asignen, de la productividad, de las expectativas realistas, de las dependencias con otros factores y de las interrupciones.
 - Optimista: estimación basada en el mejor escenario posible para la actividad.
 - Pesimista: estimación basada en el peor escenario posible para la actividad.
- Estimación por ascendencia: se estiman los costos mediante la duración de actividades que descomponen la actividad de análisis, es decir, según el costo de niveles inferiores.

El documento formal que surge de la estimación de costos es las Bases del Estimado el cual debe ser aprobado para la justificación final del presupuesto, en estas se especifican todas las variables y ajustes económicos que determinan la dimensión de calidad de la estimación de costos.

- Validez: Que el costo este dentro del alcance del proyecto y de las metodologías tomadas para el desarrollo de este.
- Exactitud: Margen de error esperado. (Ej: -10%, +5%)
- Confiabilidad: Probabilidad de que se cumpla la exactitud. (Ej: 90%)
- Precisión: Nivel de desglose, detalle del estimado.
- Base económica: Moneda a utilizar (Pesos CLP, UF, USD)
- Tasas de Cambio: Valor del cambio entre las monedas.

Importante:

- Evitar Subestimación: se produce un descontrol y el costo final resulta mayor
- Evitar Sobreestimación: se produce un exceso de confianza y se gasta el total, se habla de la profecía autocumplida.

Determinar el Presupuesto

Consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos aprobada. (PMBOK)

Para la determinación del presupuesto se debe tener en cuenta 2 conceptos relacionados con los movimientos de efectivo que considera un proyecto, estos son los gastos de capital (CAPEX) y los gastos de operación (OPEX).

El CAPEX considera un monto fijo de presupuesto de inversión para la ejecución del proyecto, dentro de este monto se genera un presupuesto oficial detallado que permita la viabilidad del proyecto monetariamente, incluyendo todos los estudios, ingeniería, compras, construcción, contratación y pruebas para la puesta en servicio del proyecto.

Este proceso suma diferentes datos de entrada y costos donde el resultado final obtiene la línea base del presupuesto oficial del proyecto a continuación se describen estos.

- Datos de entrada:
 - Cubicaciones (de Obras, de Materiales, de Equipos)
 - Estos valores reciben un ajuste según un Factor de Crecimiento y un Factor por Perdida de Material.
 - Especificaciones (Técnicas de Materiales, Técnicas de Equipos)
 - Cotizaciones (de Materiales, de Equipos, de Maquinaria, de Insumos básicos)
 - Subcontratos (Alcances, Cotización, Modalidad de Pago)
- Costos Directos:

El costo directo del proyecto es la suma de los costos asociados a cada actividad, el costo de cada actividad es la cantidad por el precio unitario de cada subpartida, incluyendo:

- Materiales: Costos unitarios de los materiales y la estimación respectiva
 - Cantidad de obra x costo unitario
 - Mano de Obra necesaria para la actividad: Costos unitarios de la mano de obra y la estimación respectiva, incluyendo salarios, beneficios, reajustes, productividad.
 - Cantidad de horas x costo unitario
 - Uso de maquinarias: Cotizaciones aproximadas de su uso y la estimaciones respectiva, incluyendo operadores, combustibles, energía, productividad.
 - Cantidad de horas x costo unitario
 - Subcontratos: Cotizaciones aproximadas y la estimación respectiva.
 - Costo del subcontrato
- Costos indirectos:

El costo indirecto del proyecto es la suma de los costos asociados a gastos indirectos de la obra y gastos generales del proyecto, estos incluyen:

- Gastos indirectos de la Obra
 - Personal de la Construcción
 - Supervisión y jefes de Obra
 - Personal Gestión y Control
 - Personal Especialistas
 - Personal Administrativo
 - Personal Calidad
 - Personal Seguridad y Prevención de Riesgos
 - Personal Medio Ambiente
 - Personal Topografía
 - Personal Geotecnia
 - Personal Hidrología
 - Personal Eléctrica
 - Personal Mecánica
 - Honorarios según corresponda
 - Otros Asociados al Personal
 - Alojamiento
 - Comida
 - Movilización y Transportes
 - Elementos de Seguridad
 - Comunicación
 - Policlínico
 - Instalación de Faenas
 - Faenas
 - Laboratorio y Ensayos
 - Oficinas

- Planta de Áridos
 - Planta de Hormigón
 - Taller Mecánico
 - Dormitorios
 - Luz, Agua, Gas, Internet, etc.
 - Consumibles, Fungibles
 - Equipos menores y fletes
 - Camiones
 - Camionetas
 - Maquinaria liviana
 - Otros equipos
 - Fletes
 - Combustibles
 - Gastos del Contrato
 - Seguros
 - Boletas fiel cumplimiento
 - Retenciones
 - Planes
 - Permisos
 - Recepciones
 - Mantenciones
 - Caja chica
 - Ingeniería de Detalle
- General
 - Imprevistos (incógnitas conocidas)
 - Oficina Central – gerencia empresa
 - Garantías
 - Utilidad
- Costos del Dueño:

Los costos del dueño se tienen en cuenta a la hora de planificar y presupuestar la construcción del proyecto, se considera la suma de los costos asociados a gastos que debe incurrir el propietario para la ejecución de la obra, entre ellos se incluyen:

- Oficina en Terreno del Propietario
- Supervisión e Inspección del Propietario
- Alojamiento, Comida
- Derechos, Tasas, Aranceles
- Royalties, Licencias
- Personal Extranjero
- Representación

- Permisos
- Puesta en Marcha
- Inauguración, Publicidad

▪ **Costos de Contingencia:**

Los costos de contingencia se expresan como un monto porcentual del costo directo del proyecto, para su definición se considera lo siguiente:

- Este monto está asignado para Imprevistos desconocidos (potenciales riesgos), y está relacionado con el cumplimiento de lo estimado.
- Este monto también está asignado para cambios no planificados de alcance y costo.
- Es una representación de la diferencia entre el costo final probable y el resultado estimado.
- Importante hay que mencionar que esta reserva monetaria:
 - No considera cambios de alcance
 - No considera siniestros, catástrofes
 - No se debe confundir con holguras por imprevistos conocidos
 - Se debe incluir en los fondos de financiamiento del proyecto
 - Disminuye a medida que el proyecto avanza
- Su cálculo está relacionado con la experiencia del profesional de costos, suele determinarse por la analogía con proyectos similares y con cálculos probabilísticos de estimación.

▪ **Costo Total:**

El costo Total del proyecto (CAPEX), es la suma de costos directos, los costos indirectos, los costos del dueño y los costos de contingencia. Este valor debe estar dentro del estimado de acuerdo con las bases del contrato, y se entrega en un documento oficial como el presupuesto oficial de inversión, describiendo todos los recursos económicos aprobados y disponibles para la ejecución total del proyecto.

Ejemplo de Formato Presupuesto Oficial:

que se utiliza como base comparativa y de medición con los costos reales del proyecto, cabe destacar que para la línea base de costos se excluyen los costos de contingencia.

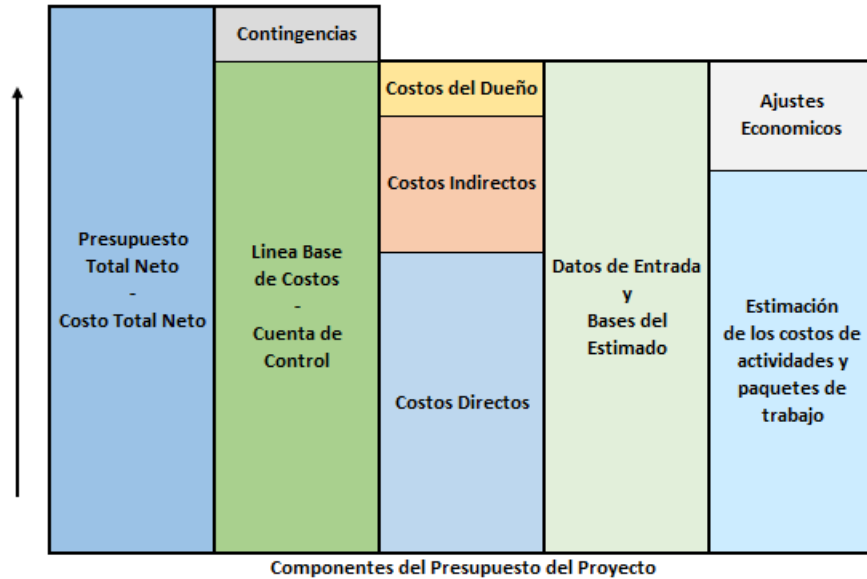


Ilustración 2.38: Componentes del Presupuesto
Fuente original: Elaboración Propia.

Esta línea base tiene un valor contractual y es parte del programa de ejecución del proyecto, los costos asociados a cada partida son de exclusiva responsabilidad del que se adjudica la obra.

En este documento se describen todos los costos asociados a cada una de las actividades y al total del proyecto, tomando por cada actividad un valor de costo unitario que está determinado proporcionalmente conforme al desglose de costos (costos directos, costos indirectos, costos del dueño, costos de contingencia), esta información es clave para la ejecución del proyecto, puesto que la planificación, cotización, contratación y compras de recursos necesarios para la ejecución de partidas debe ser concretada con anticipación a la fecha programada y dentro de los límites que demarca el presupuesto, si bien es información financiera solo algunos participantes del proyecto tienen acceso a esta información y es distribuida de manera precavida dentro del personal del proyecto.

La actualización de este documento debe ser periódica y de acuerdo con la aprobación del propietario del proyecto, en esta se debe identificar claramente los cambios con su respectiva justificación técnica asociados a la nueva versión para una posterior aprobación.

Ejemplo de Presupuesto Oficial de Inversión:

Presupuesto de Obra					
EDT	Designación	Unidad	Cantidad	P.U. (\$)	Total (\$)
1	Instalación de Faenas	n°	1	1.118.084.127	1.118.084.127
2	Roces, Descepes, Escarpes y Limpieza	m3	62.180	1.604	99.749.120
3	Excavaciones abiertas	m3	1.292.906	6.935	8.966.281.497
3.1	Excavación en material común	m3	251.821	5.093	1.282.406.687
3.1.1	En fundación de la presa	m3	116.592	4.940	575.929.620
3.1.2	En laderas zona presa	m3	26.326	5.328	140.264.928
3.1.3	En evacuador de crecidas	m3	96.403	5.313	512.189.139
3.1.4	En fundaciones ataguía	m3	10.000	4.013	40.130.000
3.1.5	En portales de túnel de desvío	m3	1.000	5.349	5.349.000
3.1.6	En casa de válvulas y otros lugares	m3	1.500	5.696	8.544.000
3.2	Excavación abierta en roca	m3	1.041.085	7.381	7.683.874.810
3.2.1	En casa de válvulas y otros lugares	m3	2.500	34.218	85.545.000
3.2.2	En laderas y zona del valle (zona de la presa)	m3	100.970	8.512	859.456.640
3.2.3	En evacuador de crecidas	m3	869.615	6.958	6.050.781.170
3.2.4	En portales túnel de desvío	m3	68.000	10.119	688.092.000
4	Rellenos de la Presa	m3	2.306.960	6.615	15.260.726.488
4.1	Rellenos de la Presa	m3	2.249.963	6.376	14.345.110.658
4.1.1	Zona 1A	m3	1.000	28.722	28.722.000
4.1.2	Zona 2A	m3	11.195	16.228	181.672.460
4.1.3	Zona 2B	m3	63.625	13.101	833.551.125
4.1.4	Zona 3B	m3	1.209.055	6.739	8.147.821.645
4.1.5	Zona 3C	m3	940.376	5.282	4.967.066.032
4.1.6	Zona 3D	m3	22.390	7.279	162.976.810
4.1.7	Zona 4	m3	1.260	5.769	7.268.940
4.1.8	Carpeta de rodado en coronamiento (e = 20 cm)	m3	630	13.853	8.727.390
4.1.9	Material granular seleccionado (9" < D < 16")	m3	432	16.908	7.304.256
4.2	Relleno Ataguía	m3	54.842	15.630	857.180.460
4.3	Rellenos estructurales	m3	600	20.469	12.281.400
4.4	Relleno de nivelación	m3	600	20.272	12.163.200
4.5	Enrocado sin Consolidar	m3	720	11.524	8.297.280
4.6	Enrocados consolidados	m3	235	109.334	25.693.490
...
Total Neto					69.367.281.174
IVA (19%)					13.179.783.423
Total					82.547.064.597

Ilustración 2.39: Presupuesto oficial de inversión según partidas, proyecto ejemplo

Fuente original: Elaboración Propia.

El presupuesto oficial de inversión suele representarse según la estructura de desglose del trabajo (EDT), sin embargo, también puede ser representado por especialidades o periodos de trabajo.

Los costos del presupuesto oficial pueden distribuirse a lo largo del cronograma del proyecto para identificar la cantidad de recursos y costos necesarios para el cumplimiento de cada actividad del proyecto en cada periodo de tiempo, a partir de esta información se puede construir la curva S de costos (Cronograma de inversión), mostrando como avanza el gasto de presupuesto para cumplir con el 100% del proyecto en la fecha programa de finalización.

Actividad	Costo	Semanas																																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34			
Actividad A	75	10	15	20	30																																	
Actividad B	155				20	25	25	25	30	30																												
Actividad C	90										50	40																										
Actividad D	45											45																										
Actividad E	180																						20	25	25	25	15	15	15	10	10	10	5	5				
Actividad F	5																																					
Actividad G	210				25	25	25	25	25	25	20	40																										
Actividad H	170												80	50	50	40																						
Actividad I	130																40	35	35	20																		
Actividad J	20																										20											
Actividad K	500												30	60	60	60	60	60	50	50	40	30																
Actividad L	10																																					
Actividad M	10																																					
Total	1.600																																					

Total Semanal	10	15	20	30	45	50	50	50	55	55	70	80	105	110	110	100	100	95	85	70	60	55	40	30	35	15	15	10	10	10	5	5	3	2
Total Acumulado	10	25	45	75	120	170	220	270	325	380	450	530	635	745	855	955	1.055	1.150	1.235	1.305	1.365	1.420	1.460	1.490	1.525	1.540	1.555	1.565	1.575	1.585	1.590	1.595	1.598	1.600

Distribución de Costos en el Cronograma

Ilustración 2.40: Costos representados en el cronograma del proyecto, proyecto ejemplo
Fuente original: Elaboración Propia.

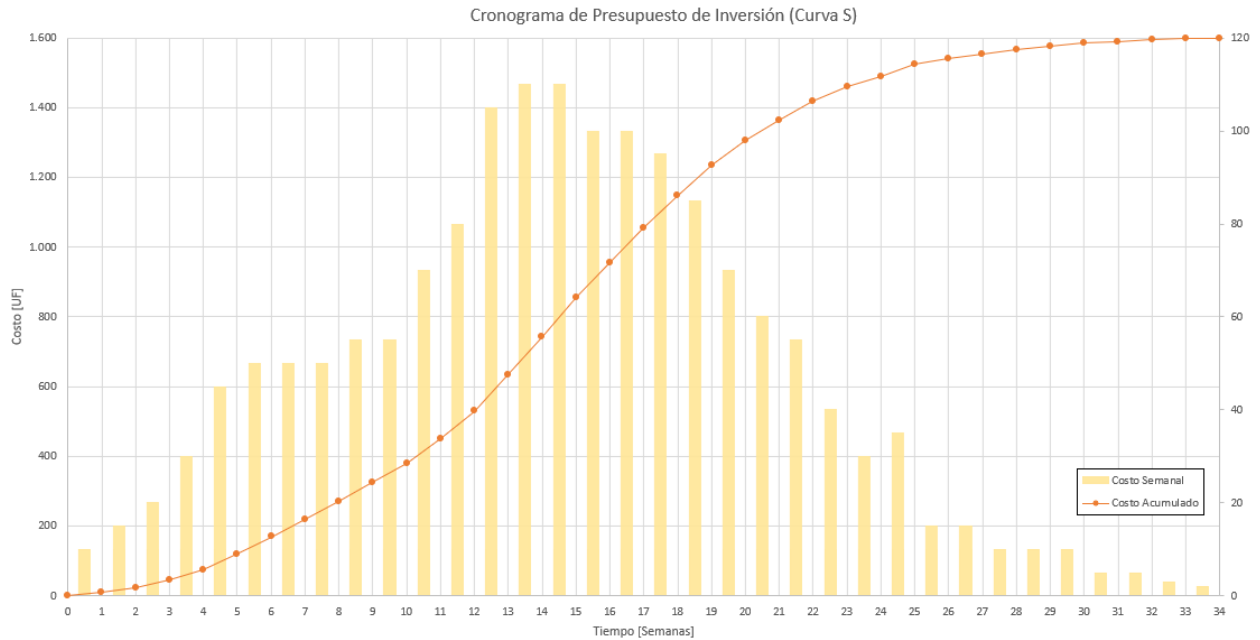


Ilustración 2.41: Curva S – Cronograma de presupuesto de inversión, proyecto ejemplo
Fuente original: Elaboración Propia.

Controlar los Costos

Supervisar y medir el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base, para una posterior actualización. (PMBOK)

Para llevar a cabo este proceso se requiere conocer los costos reales efectuados a una fecha predefinida de control y luego calcular indicadores de cumplimiento para posteriormente analizar las tendencias y estimar el pronóstico de resultado al final del proyecto.

- Registrar los costos reales efectuados de la obra:

Los costos reales de la obra se van registrando en base a los informes diarios, semanales, mensuales, trimestrales y anuales de avance de la obra (la periodicidad de estos es predefinida por el mandante y el ejecutor), en ellos se especifican los costos reales efectuados para cada actividad ejecutada en el periodo según el cronograma vigente de trabajo.

Actividad	Costos		Semanas																																												
	Programado	Real	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34											
Actividad A	75	75	10	15	20	30																																									
Actividad B	155	155						20	25	25	25	30	30																																		
Actividad C	90	90											50	40																																	
Actividad D	45	25																		10	15																										
Actividad E	180	0																												20	25	25	25	15	15	15	10	10	5	5							
Actividad F	5	0																																	9	2											
Actividad G	210	210					25	25	25	25	25	25	20	40																																	
Actividad H	170	170													30	50	50	40	40	10																											
Actividad I	130	40																			40	35	35	20																							
Actividad J	20	0																								20																					
Actividad K	500	330											30	60	60	60	60	60	50	50	40	30																									
Actividad L	10	0																							5	5																					
Actividad M	10	0																												10																	
Total	1.600	1.095																																													
Costo Semanal Programado			10	15	20	30	45	50	50	55	55	70	80	105	110	110	100	100	95	85	70	60	55	40	30	35	15	15	10	10	10	5	5	3	2												
Costo Programado Acumulado			10	25	45	75	120	170	220	270	325	380	450	530	635	745	855	955	1.055	1.150	1.235	1.305	1.365	1.420	1.460	1.490	1.525	1.540	1.555	1.565	1.575	1.585	1.590	1.595	1.598	1.600											
Costo Semanal Real			5	25	20	25	40	65	90	80	40	40	45	45	70	110	100	100	80	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Costo Real Acumulado			5	30	50	75	115	180	270	350	390	430	475	520	590	700	800	900	980	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095	1.095											

■ Costos de Actividades Programadas
■ Costo Real de Actividades
■ Fecha de Avance Actual

Ilustración 2.42: Costo real de las actividades ejecutadas representadas en el cronograma del proyecto, proyecto ejemplo
 Fuente original: Elaboración Propia.

A partir de esta información se puede confeccionar la curva S de costos (Cronograma de inversión) real del proyecto, esta curva permite tener una referencia de si el gasto efectuado a la fecha de control esta sobre el valor programado o está bajo este, no obstante, no significa que exista un sobrecosto o un ahorro por parte de la empresa.

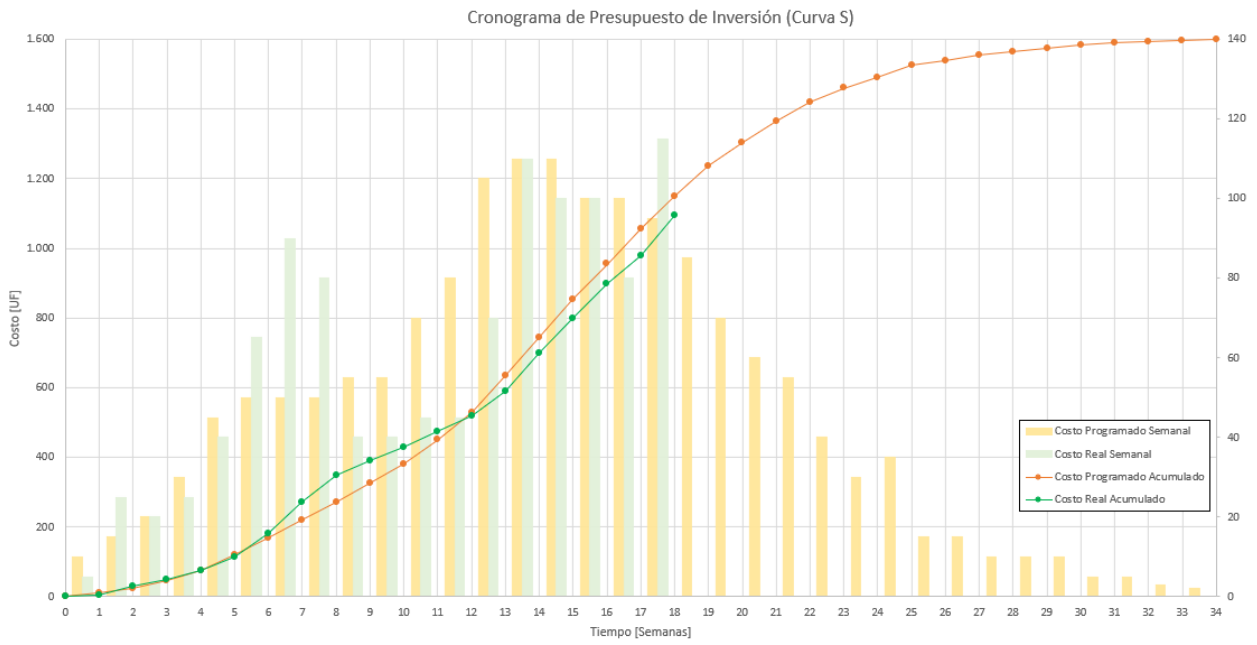


Ilustración 2.43: Curva S de Costos (Cronograma de Inversión), proyecto ejemplo
 Fuente original: Elaboración Propia.

- Método del valor ganado (EVM) e indicadores de control de costos:

El método del valor ganado es una herramienta de análisis que compara la línea base de costos para la medición del desempeño esperado en la ejecución de la obra con respecto al desempeño real del costo y el cronograma. Permite a su vez evaluar el nivel de cumplimiento

del proyecto en el alcance, costo y tiempo, así como también pronosticar el posible costo y plazo final del proyecto.

Para el análisis establece y monitorea tres variables que pueden ser determinadas en cualquier periodo de control:

- Costo Planificado (PV): Es el presupuesto aprobado que se ha asignado al total del trabajo programado en el periodo en específico de control.

El costo planificado total del proyecto al termino también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC).

- Costo Real (AC): Es el costo incurrido por el total del trabajo llevado a cabo en el periodo en específico de control.
- Valor Ganado (EV): Es el presupuesto que debería costar el trabajo real realizado a la fecha de control.

Se puede calcular como el porcentaje de trabajo real realizado a la fecha por el presupuesto hasta la conclusión.

$$EV = X\% \text{ del total} * BAC$$

El valor ganado a menudo se utiliza para calcular el porcentaje completado de un proyecto, además nunca debería ser mayor al costo planificado.

A partir de estas variables se analizan las variaciones de costo y variaciones del cronograma del desempeño real con respecto a la línea base para determinar las causas y grados de desviaciones existentes. Esto permitirá determinar si es necesario acciones correctivas o preventivas para el correcto desarrollo del proyecto.

- Variaciones del Cronograma (SV): Medida de desempeño que se expresa como la diferencia entre el valor ganado y el costo planificado.

$$SV = EV - PV$$

Determina en qué medida el proyecto esta adelantado o retrasado en relación con la fecha de entrega, si bien el valor de SV es un valor monetario se puede extrapolar a una medida de porcentaje de trabajo con $X\% = SV / BAC$.

Si el valor de la variación del cronograma es menor a cero, significa que las actividades están retrasadas con respecto a lo programado, por el contrario, si el valor es mayor a cero, las actividades están adelantadas con respecto a lo programado.

- Variaciones del Costo (CV): Medida de desempeño del costo del proyecto que se expresa como la diferencia entre el valor ganado y el costo real.

$$CV = EV - AC$$

Determina el monto del déficit o superávit presupuestario en un momento determinado de control. Es un indicador especialmente crítico puesto que indica la rela-

ción entre el desempeño real y los costos realmente incurridos, de tenerse un valor de CV negativo a menudo es difícil recuperar para el proyecto.

Si el valor de la variación del costo es menor a cero, significa que las actividades están sobre los costos presupuestados, por el contrario, si el valor es mayor a cero, las actividades causaron un ahorro con respecto a lo presupuestado.

- Índice de desempeño del cronograma (SPI): Medida de eficiencia que se expresa como la razón entre el valor ganado y el costo planificado.

$$SPI = EV / PV$$

Determina la medida de eficiencia con que el equipo del proyecto está llevando a cabo el trabajo.

Si el valor del índice de desempeño del cronograma es menor a uno, significa que la cantidad de trabajo llevada a cabo es menor que la prevista por el cronograma, por el contrario, si el valor es mayor a uno, la cantidad de trabajo efectuada es mayor.

- Índice de desempeño del Costo (CPI): Medida de eficiencia que se expresa como la razón entre el valor ganado y el costo real.

$$CPI = EV / AC$$

Determina la medida de eficiencia del costo de los recursos presupuestados.

Si el valor del índice de desempeño del costo es menor a uno, significa que el proyecto lleva un costo superior al planificado con respecto al trabajo completado, por el contrario, si el valor es mayor a uno, se lleva un costo menor al planificado con respecto al trabajo desempeñado.

Sobre la base del desempeño del proyecto es posible pronosticar una estimación del costo del proyecto al término (EAT), que particularmente difiere del BAC presupuestado, por lo cual se realizan proyecciones de condiciones y eventos futuros posibles para el proyecto. Para esta estimación se debe tener en cuenta cualquier información adicional que pudiera causar un impacto significativo sobre el futuro del proyecto.

La estimación del costo al término EAT se basan principalmente en los costos reales que se han incurrido a la fecha de control más una estimación del costo hasta la conclusión del trabajo restante (ETC).

$$EAT = AC + ETC$$

El valor de ETC puede variar según el pronóstico y los escenarios que se planteen, proporcionando distintos valores del costo al término EAT para el director del proyecto, a continuación, se describen los más comunes:

- Pronóstico del EAT a la tasa de desempeño presupuestada: Este pronóstico considera que el desempeño que tendrá el proyecto hasta la conclusión será la que está

indicada por el presupuesto inicial ($CPI = 1$), por lo tanto, el valor de ETC será igual a la diferencia entre el BAC presupuestado y el valor ganado EV.

$$EAT = AC + (BAC - EV)$$

- Pronostico del EAT a la tasa de desempeño actual del costo: Este pronóstico considera que el desempeño del costo que tendrá el proyecto hasta la conclusión será la que está teniendo actualmente el equipo de trabajo (CPI), por lo tanto, el valor de ETC será igual a la razón entre la diferencia entre el BAC presupuestado y el valor ganado EV sobre el índice de desempeño del costo CPI.

$$EAT = AC + \frac{(BAC - EV)}{CPI} = \frac{BAC}{CPI}$$

- Pronostico del EAT a la tasa de desempeño actual del costo y del cronograma: Este pronóstico considera que el desempeño del costo y del cronograma que tendrá el proyecto hasta la conclusión será la que está teniendo actualmente el equipo de trabajo (CPI y SPI), por lo tanto, el valor de ETC será igual a la razón entre la diferencia entre el BAC presupuestado y el valor ganado EV sobre el índice de desempeño del costo CPI y el índice de desempeño del cronograma, a estos últimos se les suele asignar un ponderado según el peso que el director del proyecto desee darle mayor importancia si al desempeño de los costos o desempeño del cronograma.

$$EAT = AC + \frac{(BAC - EV)}{\alpha \cdot CPI + \beta \cdot SPI} \quad ; \quad \alpha + \beta = 1$$

Los indicadores del método del valor ganado nos permiten generar una representación gráfica de la tendencia del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si está mejorando o si se está deteriorando el desempeño del trabajo, también visualmente es mucho más sencillo interpretar como se comporta el proyecto frente a los distintos indicadores.

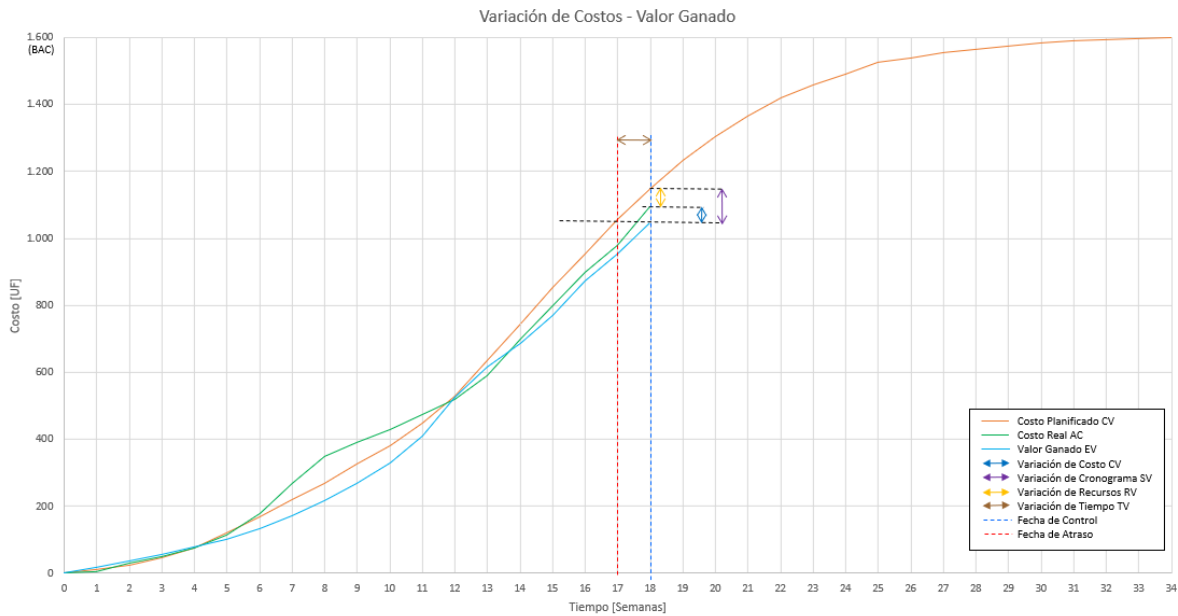


Ilustración 2.44: Representación gráfica de los indicadores del método del valor ganado, proyecto ejemplo

Fuente original: Elaboración Propia.

Pronóstico al Termino EAT

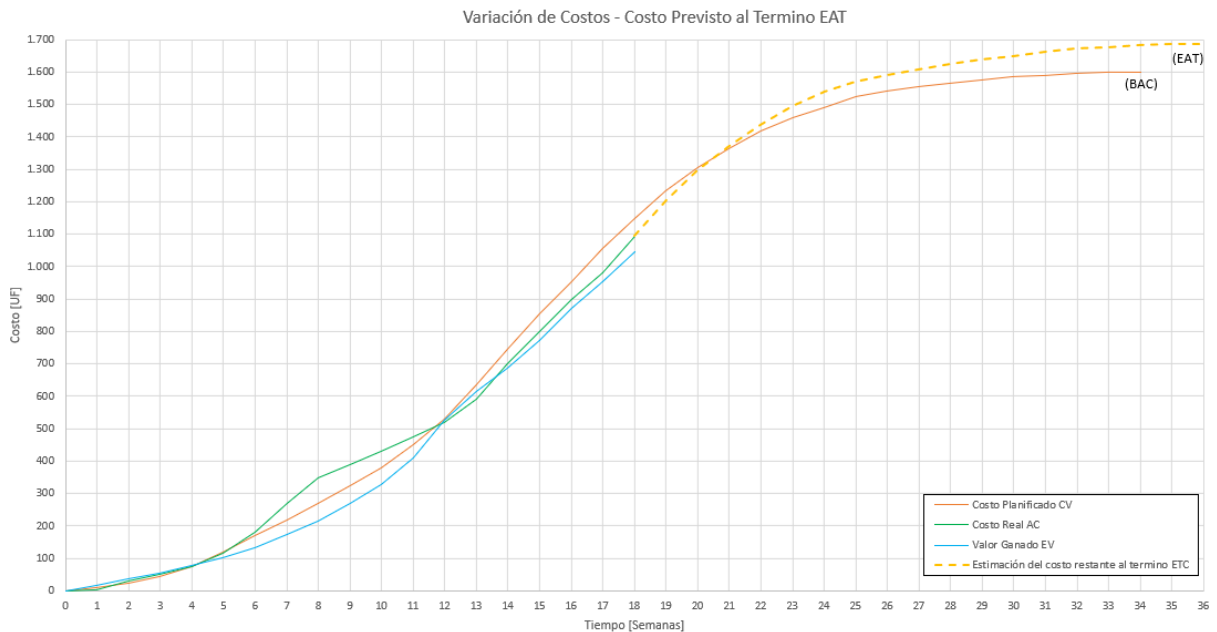


Ilustración 2.45: Representación gráfica del pronóstico al termino EAT

Fuente original: Elaboración Propia.

Frente a un pronóstico de costos total del proyecto superior al presupuestado por la línea base de costos se debe hacer un análisis y considerar el uso de las reservas por contingencias del presupuesto oficial, estos recursos monetarios están disponibles para suplir costos de riesgo o de eventos de incertidumbre que no están considerados en la línea base. Así como es posible

ocupar estos recursos también en situaciones de ahorro de costos, esos fondos se pueden redireccionar al monto de contingencias para tener un mayor resguardo a potenciales riesgos.

Existe un último indicador de desempeño útil para la toma de decisiones futuras ante el análisis de pronósticos, conocido como:

- Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI): Medida de la eficiencia del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes para cumplir con el presupuesto del costo al término BAC o a su vez con el nuevo pronóstico del costo al término EAT, se expresa como la razón entre el costo para culminar el trabajo pendiente y el presupuesto restante.

$$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$$

$$TCPI = (BAC - EV) / (EAT - AC)$$

Si el valor del índice de desempeño del trabajo por completar es mayor a uno, significa que la cantidad de trabajo y recursos necesarios para completar el pronóstico al término es mucho mayor debido a la dificultad de obtener ese pronóstico, por el contrario, si el valor es menor a uno, la cantidad necesaria para completar el pronóstico al término es mucho menor.

- Actualización de la línea base de costos:

Si bien el control de costos permite llevar un seguimiento real del desempeño del proyecto, tener una línea base de costos muy alejada de la realidad puede significar pérdidas significativas para el adjudicatario del proyecto por lo tanto solicitar mediante el sistema de control de cambios una actualización a la línea base de costos debe ser el camino recomendado.

El cambio a la línea base de costos significa un cambio al programa de ejecución del proyecto, es decir, mientras no exista una nueva aprobación del programa de ejecución, prevalece la línea base original de costos. La aprobación de un nuevo presupuesto para el proyecto es de exclusiva responsabilidad del mandante de la obra y estos tienen la potestas de rechazar cambios siempre que estos no estén establecidos en el contrato.

2.5.5. Gestión y Control de la Calidad

Gestión de la Calidad

La gestión de la calidad es principalmente velar por el cumplimiento de los estándares de calidad en la ejecución del proyecto. Por lo cual se planifican y coordinan, procesos y estrategias de calidad solicitados por el contrato del proyecto para lograr estos objetivos. En un proyecto de concesiones el estándar de calidad es el dado por la norma ISO 9001:2015 “Sistemas de Gestión de Calidad-Requisitos” [38] y la empresa adjudicataria del proyecto debe acreditar la certificación respectiva de este estándar.

Es importante para definir los procedimientos específicos a seguir identificar los requisitos de calidad del proyecto, definir estándares y criterios de medición, implementar medidas para

cumplir con estos estándares y realizar revisiones y evaluaciones periódicas para garantizar que se está cumpliendo con la calidad deseada.

Algunos conceptos importantes a entender la gestión de la calidad son:

- Requisitos: Son las expectativas, las características, los aspectos esperados del proyecto por el cliente, generalmente estas son implícitas u obligatorias en el contrato principal.
- Satisfacción del Cliente: La percepción del cliente sobre el grado de cumplimiento de los requisitos.
- Inspecciones técnicas: Verificar que el proyecto y sus actividades se haya hecho de acuerdo con los procedimientos, planos, especificaciones técnicas y requisitos del contratos. El no cumplimiento de estos genera Hallazgos y No conformidades
- Auditorias: Revisión y análisis detallado de cada uno de los procesos ejecutados, revisando toda la documentación disponible.
- Hallazgos: Cualquier registro, documento, evento o declaración que se presenta en una auditoria o inspección y que sirva para evaluar si se cumple o no con un requisito buscado.
- No conformidad (NC): Es el hallazgo de incumplimiento de un requisito.
- Acción correctiva: Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad.
- Solución: Acción tomada para eliminar una NC detectada.
- Mejora continua: Búsqueda de alternativas que mejoren los procesos e incrementen la productividad mejorando la eficiencia total del proyecto.

Los procesos que se relacionan entre sí y por los cuales se debe pasar para gestionar la calidad adecuadamente según la *Guía del PMBOK 6ta Edición* [26] son los siguientes:

7. Planificar la Gestión de la Calidad
8. Gestionar la Calidad
9. Controlar la Calidad

Planificar la Gestión de la Calidad

Identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento de estos. (PMBOK)

Este proceso se lleva a cabo para definir la línea base de calidad del proyecto generando el plan de aseguramiento de la calidad, proporcionando una guía y dirección sobre cómo se gestionará el avance del proyecto en relación con la variable calidad.

La planificación en la gestión de la calidad del proyecto se apoya en diferentes herramientas y técnicas según la función que se desea ejecutar, esto con el fin de unificar criterios a la hora de la concepción del plan de aseguramiento de la calidad, algunas de estas son:

- Recopilación de datos
 - Estudios comparativos con proyectos similares

- Tormenta de ideas
- Entrevistas a profesionales experimentados
- Análisis de datos
 - Análisis costo – beneficio de las alternativas de planificación
 - Costos de la calidad (costos de prevención, costos de evaluación, medición, auditoría y prueba, costos internas y externas asociados a no conformidades)
- Representación de datos
 - Diagramas de flujo o mapas de procesos
 - Diagramas matriciales
 - Modelo lógico de datos
 - Mapeo mental
- Toma de decisiones
 - Análisis de decisiones con múltiples criterios (Matriz de priorización)
- Planificación de pruebas e inspección
 - Determinar cómo se probarán e inspeccionarán las obras y sus componentes, (ensayos de materiales, inspecciones técnicas de obra, etc.)
- Reuniones
- Juicio de expertos

El resultado de Planificar la Gestión de la Calidad es el siguiente entregable con sus respectivos componentes:

- Plan de Aseguramiento de la Calidad
 - Descripción del contrato
 - Alcance del plan
 - Procedimientos
 - Objetivos de calidad
 - Normas y estándares
 - Roles y responsabilidades
 - Recursos a Controlar la Calidad
 - Planificación de pruebas y ensayos
 - Planificación la implementación de auditorías

- Productos No conformes y acciones correctivas
- Control de Cambios

Gestionar la Calidad

Convierte el plan de gestión de la calidad en actividades ejecutables de calidad que incorporen al proyecto las políticas de calidad de la organización. (PMBOK)

Este proceso es clave puesto que incrementa la probabilidad de cumplir con los objetivos de calidad incentivando a que se utilicen los procesos preestablecidos, así como también aumenta la probabilidad de identificar los procesos ineficaces y las causas de la calidad deficiente. Este proceso además permite mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos y actividades a fin de lograr mejores resultados y desempeño y aumentar la satisfacción de los interesados.

La gestión de la calidad del proyecto se apoya en diferentes herramientas y técnicas según la función que se desea ejecutar, algunas de estas son:

- Recopilación de datos
 - Lista de verificación para comprobar el cumplimiento de requisitos
- Análisis de datos
 - Análisis de alternativas
 - Análisis de documentos
 - Análisis de procesos
 - Análisis de la causa raíz
- Representación de datos
 - Diagramas de afinidad
 - Diagramas de causa y efecto
 - Diagramas de flujo
 - Diagramas matriciales
 - Diagramas de dispersión
 - Histogramas
- Toma de decisiones
 - Análisis de decisiones con múltiples criterios (Matriz de priorización)
- Auditorias
 - Proceso estructurado e independiente utilizado para determinar si las actividades del proyecto cumplen con las políticas, los procesos y los procedimientos del proyecto y de la organización.
- Resolución de Problemas

- Encontrar soluciones para los incidentes, desafíos o no conformidades.
- Métodos de mejora de la Calidad
 - Las mejoras de calidad se pueden producir en base a los hallazgos y recomendaciones de los procesos de control de calidad, los resultados de las auditorías de calidad o la resolución de problemas en el proceso Gestionar la Calidad.

Ciclo Planificar-hacer-verificar-actuar (PDCA plan-do-check-act) y Six Sigma son dos de las herramientas de mejora de calidad más comunes utilizadas para analizar y evaluar las oportunidades de mejora.

El resultado de gestionar la calidad son los informes de seguimiento entregados por la unidad de calidad, entre ellos están:

- Informe semanales unidad de aseguramiento de la calidad
- Informes quincenales de laboratorios
- Informe mensual unidad de aseguramiento de la calidad
 - Seguimiento del Plan de Aseguramiento de la Calidad
 - Procedimientos de actividades y recomendaciones de mejoras
 - Cumplimiento de los objetivos de calidad
 - Certificaciones de calidad en recursos y proveedores
 - Capacitaciones al personal
 - Incidentes de Gestión de la Calidad escalados por el equipo
 - Inspecciones de calidad ejecutadas
 - Auditorias ejecutadas
 - Resultados de pruebas y ensayos
 - Notificación de no conformidades y hallazgos encontrados
 - Recomendaciones de acciones correctivas
 - Mejoras en los procesos de trabajo

Control de la Calidad

Monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad para evaluar el desempeño y asegurar que las salidas del proyecto sean completas, correctas y satisfagan las expectativas del cliente. (PMBOK)

Este proceso es clave para verificar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con las especificaciones técnicas, normas, estándares y requisitos especificados por el contrato de concesiones y el inspector fiscal del proyecto.

El enfoque en el control de calidad varía dependiendo de la fase del proyecto:

a) Control de Calidad en la fase de Ingeniería:

- Revisar los planos y documentos de diseño respecto a las normativas de cálculo y criterios de diseño aprobados del proyecto.
- Revisar que no existan interferencias entre los diseños de las otras disciplinas.
- Revisar consistencia de bases de datos, cantidad de materiales en planos y en órdenes de compra.

b) Control de Calidad en la fase de construcción:

- Controlar el plan de aseguramiento de la calidad.
- Inspección técnica de acuerdo con el plan de calidad.
- Auditorias de acuerdo con el plan de calidad
- Pruebas y ensayos de materiales, maquinarias y herramientas.
- Cumplimiento de tolerancias.
- Cumplimiento de especificaciones técnicas.
- Reparación de defectos.
- Acciones frente a No conformidades.
- Oportunidades de mejora

El control de la calidad en el proyecto se apoya en diferentes herramientas y técnicas, según la función que se desea analizar, a continuación, se describen las más utilizadas por función.

- Recopilación de datos
 - Lista de verificación para comprobar el cumplimiento de requisitos
 - Hojas de verificaciones (similar a la lista)
 - Muestreo estadístico
 - Cuestionarios y encuestas
- Análisis de datos
 - Revisiones de desempeño
 - Análisis de la causa raíz
- Representación de datos
 - Diagramas de causa y efecto
 - Diagramas de control
 - Diagramas de dispersión
 - Histogramas

- Inspección y Reuniones
 - Examinar los resultados de un trabajo para determinar si cumple con los estándares documentados
- Pruebas / evaluaciones de resultados
 - Se lleva a cabo para proporcionar información objetiva sobre la calidad del trabajo que se está probando, de acuerdo con los requisitos del proyecto. La intención de la prueba es encontrar errores, defectos u otros problemas de no conformidad.

El resultado de controlar la calidad es determinar la conformidad de las actividades desarrolladas, de cumplir con los requisitos solicitados se genera un protocolo que pasa a ser verificado y validado por los encargados de calidad del proyecto y de la inspección fiscal de las obras, por el contrario de no cumplirse lo esperado se levanta una no conformidad y de ser un cambio que afecte al desempeño total del proyecto proporcionar mediante gestión de cambios alternativas de solución para no afectar el objetivo final del proyecto.

Capítulo 3

Descripción del Proyecto Embalse las Palmas

3.1. Descripción del Proyecto

El proyecto denominado “Concesión Embalse Las Palmas” consiste en la construcción, mantención y explotación de un embalse cuyo principal objetivo será asegurar y permitir el riego de la zona media y baja de la cuenca del valle del Río Petorca. El embalse se encuentra ubicado en el Estero Las Palmas, aguas arriba de la localidad de Las Palmas a unos 17 km al oeste de la Ciudad de Petorca, en la Comuna de Petorca, Región de Valparaíso.



Ilustración 3.1: Ubicación del Proyecto Embalse las Palmas.

Fuente original: Elaboración Propia.

Descripción del Proyecto

El Embalse Las Palmas será un embalse destinado a abastecer principalmente las necesidades de riego con un volumen total de 55 millones de m³ de capacidad, inundando una superficie total de aproximadamente 252 hectáreas, por aguas provenientes de dos afluentes (Estero Las Carditas y Estero sin nombre en Quebrada frutillar), además de las aguas captadas del río Petorca por el canal alimentador que presenta este proyecto.

La obra consiste en la construcción de dos muros, uno principal de tipo CFRD (Concrete Face Rockfill Dam), que en términos simples se define como un muro de enrocados y/o gravas permeables, compactado, con una pantalla de hormigón en el paramento de aguas arriba, de 560 m de largo y 70 m de altura aproximada; y un muro secundario de 110 m de largo y 10 m de

altura aproximada. Además, considera un canal alimentador de 57 km que permitirá la conducción de aguas desde la cuenca del río Petorca hasta el Embalse, permitiendo aumentar los recursos hídricos que es posible almacenar.

Este embalse considera entre sus principales Obras Anexas las Obras de Desvío, de Toma, de Desagüe de Fondo, de Entrega a Riego, Obras de Entrega del Caudal Ecológico y de Evacuación; por otra parte, considera como Obras Complementarias obligatorias, entre otras, el Canal Alimentador y su Bocatoma, las Variantes a las Rutas E-37D y E-315, los Caminos de Operación y Acceso a las Obras y las Estaciones de Control.

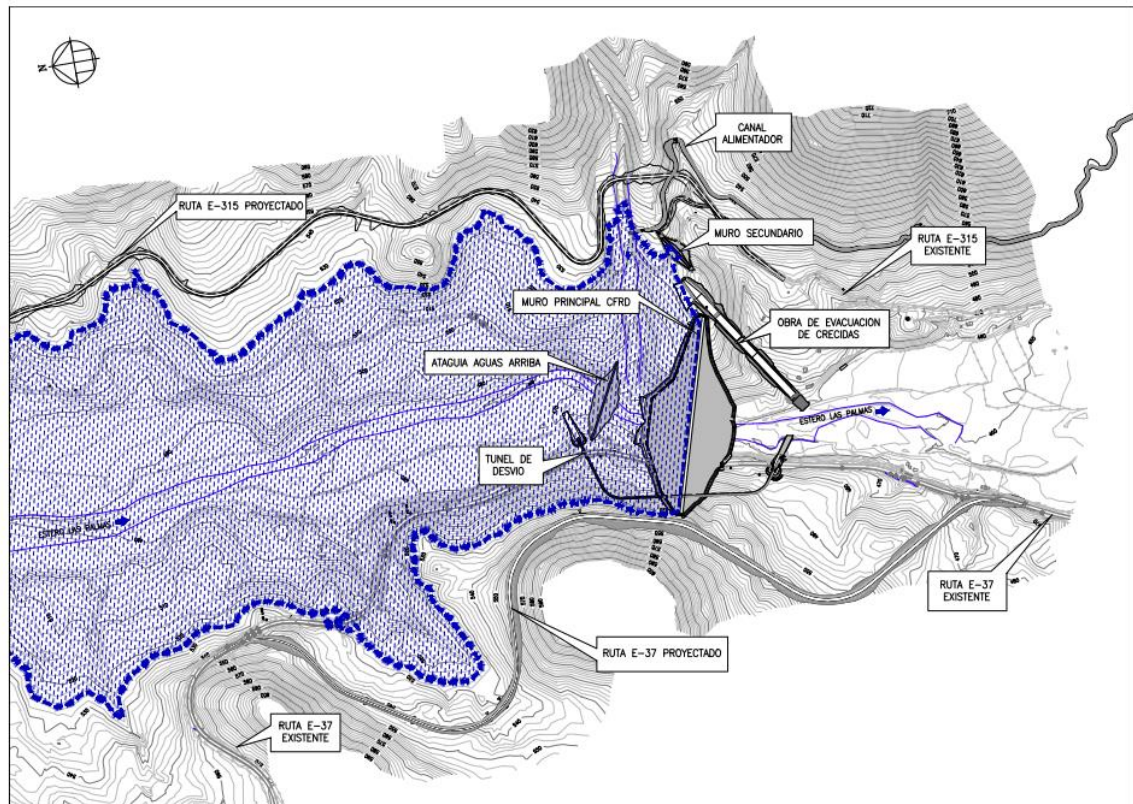


Ilustración 3.2: Plano general del Embalse las Palmas, sus obras anexas y obras complementarias.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Beneficios del proyecto

Esta concesión permitirá regular la entrega de agua para regadío, agua para consumo humano y otorgar almacenamiento de aguas de terceros. Asegurará el riego de alrededor de 3.000 hectáreas. El embalse servirá de plataforma ecológica para crear un nuevo ecosistema.

El proyecto contempla los servicios de entrega según la siguiente prioridad en el uso y goce de las aguas del proyecto:

1^{er} Entrega de agua regulada para consumo humano (CH)

2^{do} Mejoramiento del Riego Actual a titulares de DAA superficiales que hayan trasladado estos derechos al embalse (MR)

3^{er}o Aumentar la superficie de riego actual a titulares de DAA superficiales, que hayan comprado más derechos a la DOH y los hubiesen trasladados al embalse (ASRa); y permitir el Nuevo Riego a no titulares de DAA superficiales, que quieran beneficiarse del proyecto comprando DAA a la DOH y que de igual forma los trasladasen al embalse (NR).

4^{to} Almacenamiento de aguas a terceros (AT), personas con DAA superficiales fuera del área beneficiada del proyecto que deseen regular sus aguas en el embalse.

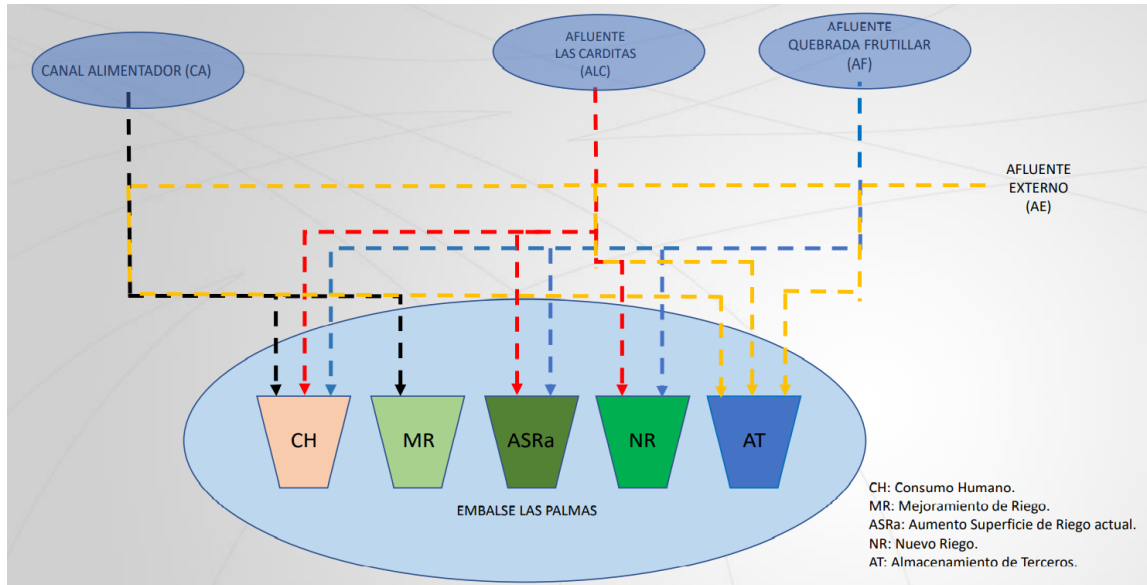


Ilustración 3.3: Esquema de Almacenamiento de aguas en el Embalse.
 Fuente original: Elaboración Propia.

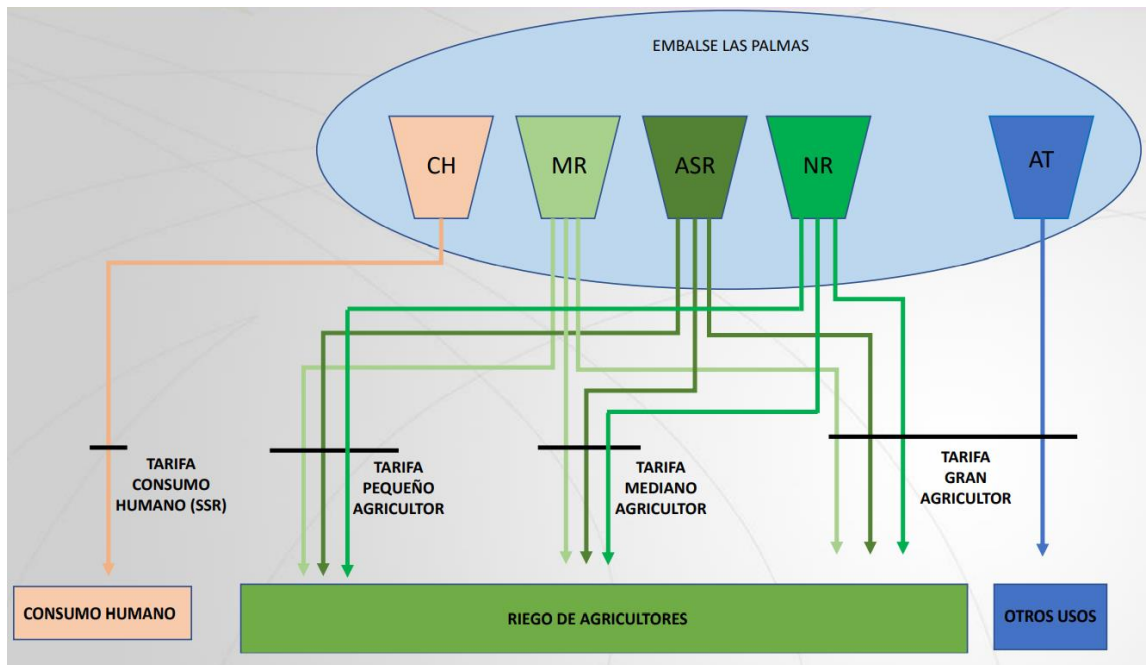


Ilustración 3.4: Esquema del uso y goce de las aguas del proyecto.
 Fuente original: Elaboración Propia.

Proceso de Contratación del Proyecto

El proceso de licitación de la obra pública fiscal denominada “Concesión Embalse Las Palmas” se inicia el 17 de julio de 2017, cuando la Dirección General de Obras Públicas (DGOP) aprueba las Bases de Licitación del proyecto, con la finalidad de impulsar este proceso para la ejecución, reparación, conservación y explotación de la obra pública señalada. Este procedimiento se lleva a cabo a través del Sistema de Concesiones.

El llamado a licitación fue el 28 de julio de 2017, siendo de carácter internacional, pudiendo participar en ella personas naturales o jurídicas nacionales o extranjeras, consideradas individualmente o dentro de un Grupo Licitante, debiendo cumplir los requisitos exigidos en la Ley de Concesiones, en las Bases de Licitación (BALI) y en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) aprobadas para este proyecto en particular.

Respecto a la conformación de las Bases de Licitación, se pueden identificar tres secciones principales, las que se precisan a continuación.

- Las bases administrativas establecen los lineamientos del proceso de licitación que se debe llevar a cabo, presentando los antecedentes y objetivos del proyecto, así como, las exigencias que deben seguir aquellos licitantes o grupos licitantes interesados. Además, regulan los procesos que se deben cumplir desde la etapa de postulación hasta el término del proyecto y determinan los métodos de pago, multas y exigencias para el licitante adjudicatario.
- Las bases técnicas rigen los aspectos técnicos de la etapa de construcción y explotación del embalse, donde se incluyen la elaboración de los proyectos de ingeniería de detalle de las obras, indicando las normas y criterios de diseño a considerar, las obras a realizar y los aspectos a tener en cuenta para la explotación de las obras, como también las consideraciones ambientales respectivas del proyecto. Además, las bases técnicas indican las exigencias mínimas a los protocolos asociados al primer llenado del embalse y el vaciado de emergencia, cuando este último sea requerido. En síntesis, este documento establece los estándares técnicos que deben ser respetados en el desarrollo del proyecto.
- Las bases económicas establecen la forma en que se resolverá la licitación del proyecto embalse Las Palmas, entre aquellas ofertas determinadas como técnicamente aceptables. Las ofertas económicas que se presenten deben incluir los siguientes factores de licitación:

Subsidio Fijo a la Construcción (SFC)

Subsidio Fijo a la Operación (SFO)

Luego, se establece la cota máxima para cada una de estas variables, donde todas aquellas ofertas que no cumplan tales condiciones quedarán descalificadas.

La evaluación de las ofertas económicas se obtiene mediante un puntaje, calculado según:

$$P(i)=-[Cuota\ SFC+SFO]$$

Donde,

P(i): Es el puntaje obtenido por el licitante o grupo licitante “i”.

Cuota SFC: Monto solicitado por el licitante o grupo licitante en su oferta económica, el cual corresponde al valor de cada una de las cuotas del Subsidio Fijo a la Construcción.

SFO: Monto solicitado por el licitante o grupo licitante en su oferta económica, a partir del cual se calcularán las cuotas del Subsidio a la Operación.

La concesión del embalse Las Palmas se adjudica a aquel licitante o grupo licitante cuya oferta económica obtenga el mayor puntaje. Si se produce un empate de dos o más puntajes, la concesión será adjudicada al licitante o grupo licitante que haya obtenido la mayor puntuación en la oferta técnica.

Cabe señalar que, durante el proceso de licitación del proyecto, se emitieron tres Circulares Aclaratorias, en las cuales se efectúan aclaraciones, rectificaciones y adiciones a las Bases de Licitación del embalse Las Palmas. La última de ellas fue aprobada el 5 de diciembre de 2017.

El 20 de diciembre del 2017 el MOP emite el acta de recepción de las ofertas y apertura de las ofertas técnicas de la licitación denominada “Concesión Embalse Las Palmas”, la cual se ejecutará por el Sistema de Concesiones.

Los licitantes y/o grupos licitantes que presentaron ofertas técnicas sobre este proyecto fueron los siguientes:

- i. CONPAX – BELFI – ICAFAL
- ii. Consorcio BME
- iii. Consorcio Sacyr
- iv. Acciona Concesiones Chile Limitada
- v. China Harbour Engineering Company LTD.

Posteriormente, con fecha 17 de enero de 2018, se emite el acta de evaluación de las ofertas técnicas, en el cual la comisión de evaluación califica las distintas ofertas presentadas por los grupos licitantes. La evaluación final para cada licitante se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 3.1: Evaluación de las ofertas técnicas.

Licitante/Grupo Licitante	Nota final
CONPAX – BELFI – ICAFAL	5,4
Consorcio BME	5,2
Consorcio Sacyr	4,7

Acciona Concesiones Chile Limitada	5,1
China Harbour Engineering Company	5,0

Cabe destacar, que la comisión de evaluación designada aprobó la totalidad de las ofertas técnicas presentadas para esta concesión, es decir, todas las ofertas mostradas en la tabla anterior son declaradas técnicamente aceptables.

Luego, el 18 de enero de 2018 se efectuó la apertura de las ofertas económicas de los grupos licitantes ofertantes para la concesión Embalse Las Palmas, donde se dan a conocer los valores propuestos por cada uno de estos, respecto a los factores de licitación considerados en las bases económicas.

Con fecha 30 de enero de 2018, se lleva a cabo la calificación de las ofertas económicas recibidas por la Comisión de Evaluación de Ofertas Económicas, quienes proceden a calcular el puntaje de las ofertas propuestas por los grupos licitantes, atendiendo a los criterios establecidos.

En la tabla siguiente se pueden observar las ofertas económicas de los grupos licitantes interesados, junto al puntaje alcanzado por cada una de ellas.

Tabla 3.2: Evaluación de las ofertas económicas.

Licitante/Grupo Licitante	Cuota SFC UF	SFO	Puntaje P(i)
CONPAX – BELFI – ICAFAL	526.000	68.000	-594.000
Consorcio BME	481.377	56.400	-537.777
Consorcio Sacyr	467.619	38.000	-505.619
Acciona Concesiones Chile Limitada	526.000	60.530	-586.530
China Harbour Engineering Company	263.000	91.400	-354.400

En consecuencia, la comisión de evaluación recomienda adjudicar la obra pública “Concesión Embalse Las Palmas” al licitante China Harbour Engineering Company Ltd. (CHEC). El día 31 de enero de 2018 se emite un acta, en la cual la Dirección General de Obras Públicas declara oficialmente la intención de que la empresa CHEC se adjudique la concesión del proyecto Embalse Las Palmas, ya que esta oferta cumple con todos los requisitos contemplados en las bases de licitación.

Posteriormente, el día 6 de marzo de 2018 se emite el Decreto Supremo de Adjudicación para la concesión de la obra pública fiscal denominada “Concesión Embalse Las Palmas”, en el cual se establece la adjudicación del contrato de concesión para la ejecución, reparación, conservación y explotación de la obra en estudio, al licitante China Harbour Engineering Company Ltd.

El inicio del plazo de concesión se cuenta a partir de la fecha de publicación del Decreto Supremo de Adjudicación del contrato de concesión en el Diario Oficial de la República de Chile, es decir el 4 de mayo de 2018, de acuerdo con lo establecido en las Bases de Licitación. El plazo

definido para la concesión es de 228 meses, a partir del hito de inicio mencionado anteriormente.

La empresa adjudicada con el proyecto tiene un plazo de 60 días desde la publicación en el Diario Oficial para constituir legalmente la sociedad anónima concesionaria, así es como a partir del 4 de junio de 2018 según escritura pública ante notario se constituye la Sociedad Concesionaria CHEC Embalse Las Palmas S.A.

Si bien por bases de licitación el proyecto es responsabilidad en su totalidad por la Sociedad Concesionaria, esta a su vez a contratado a CHEC Chile SpA (empresa contratista de CHEC Chile) mediante un contrato EPC para el diseño, los suministros necesarios, la construcción y los servicios adicionales del proyecto durante la fase de construcción de la concesión.

A su vez la Sociedad Concesionaria a contratado a Arcadis para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle del proyecto, a partir del anteproyecto referencial presentado en la oferta técnica y los antecedentes del estudio de factibilidad del proyecto realizado en el año 2007 por AC Ingenieros Consultores Ltda.

Pagos al Concesionario

El MOP pagará a la Sociedad Concesionaria, por concepto de Subsidio Fijo a la Construcción, con el objeto de aportar al financiamiento de las obras necesarias para la materialización del Proyecto, 15 (quince) cuotas sucesivas y cuyo valor corresponde al monto de la Cuota SFC solicitado por el Licitante o Grupo Licitante Adjudicatario en su Oferta Económica.

El MOP pagará a la Sociedad Concesionaria, cuotas anuales y sucesivas, por concepto de Subsidio a la Operación (SO). El valor de cada cuota de Subsidio a la Operación se determinará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$SO_n = SFO - |\text{Saldo_FDO}_{n-1}| \quad \text{para } n > 1 \text{ y } n \neq \text{último año de la Concesión}$$

$$SO_n = \% \cdot SFO \quad \text{para } n=1 \text{ y } n = \text{último año de la Concesión}$$

donde:

SO_n : Monto de la Cuota Anual del Subsidio a la Operación efectivo a pagar para el año “n” de la Etapa de Explotación.

SFO : Subsidio Fijo a la Operación solicitado por el Licitante o Grupo Licitante Adjudicatario en su Oferta Económica.

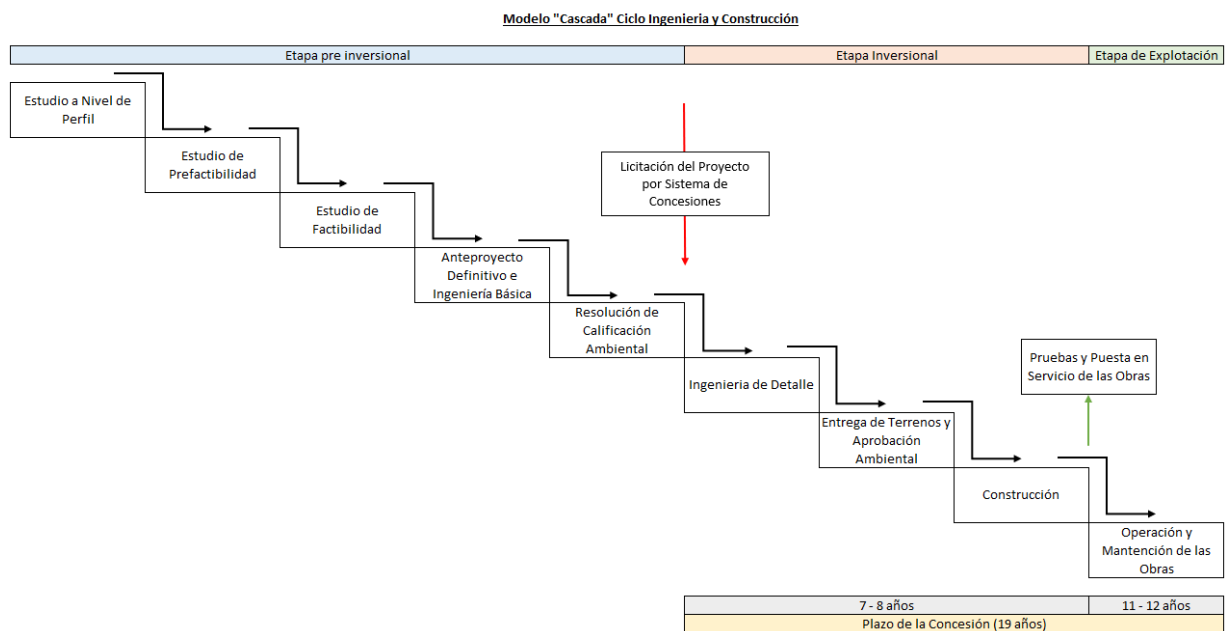
Saldo_FDO_{n-1} : Corresponde al valor del Saldo del Fondo al Desempeño Operacional (expresado en UF), del año “n-1” de la Etapa de Explotación y que se imputa al Subsidio a la Operación efectivo a pagar para el año “n” de la Etapa de Explotación, cuando dicho Saldo sea menor que cero

$\%$: Corresponde al cociente entre el número de días que explotó la Concesión y 365, en el caso del primer y último año de explotación de la Concesión.

Ciclo de Vida del Proyecto

El proyecto contempla varias etapas desde su idea hasta su operación las cuales se caracterizan por tener un enfoque secuencial y predecible, en el que cada etapa del proyecto se completa con sus objetivos y actividades específicas antes de pasar a la siguiente.

La fase pre-inversional del proyecto es ejecutada por el Estado, que lleva a cabo un proceso de licitación mediante el sistema de concesiones. Una vez adjudicado el proyecto, comienza la etapa inversional, en la que el concesionario debe cumplir con los objetivos establecidos en el contrato del proyecto. El plazo de concesión es de 19 años, durante los cuales el concesionario tiene una restricción de 7 años para la puesta en servicio provisoria de las obras. Una vez cumplido este plazo, se realizan pruebas para identificar la capacidad del proyecto para ser operado. Si el proyecto no tiene problemas operativos, se comienza a operar el embalse y se realiza la mantención de las obras durante los años restantes de la concesión.



*Ilustración 3.5: Ciclo de Vida del Proyecto Embalse Las Palmas.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.*

Principales Obras del Proyecto

A continuación, se describen las características técnicas de las principales Obras que contemplan el proyecto “Concesión Embalse las Palmas”.

Muro Principal

Presa de tipo CFRD (Concrete Face Rockfill Dam), en términos generales, se define como un muro compuesto por distintos tipos de rellenos, como enrocados y/o gravas permeables, compactado, con una pantalla de hormigón en el paramento de aguas arriba, de 560 m de largo y 70 m de altura aproximada.

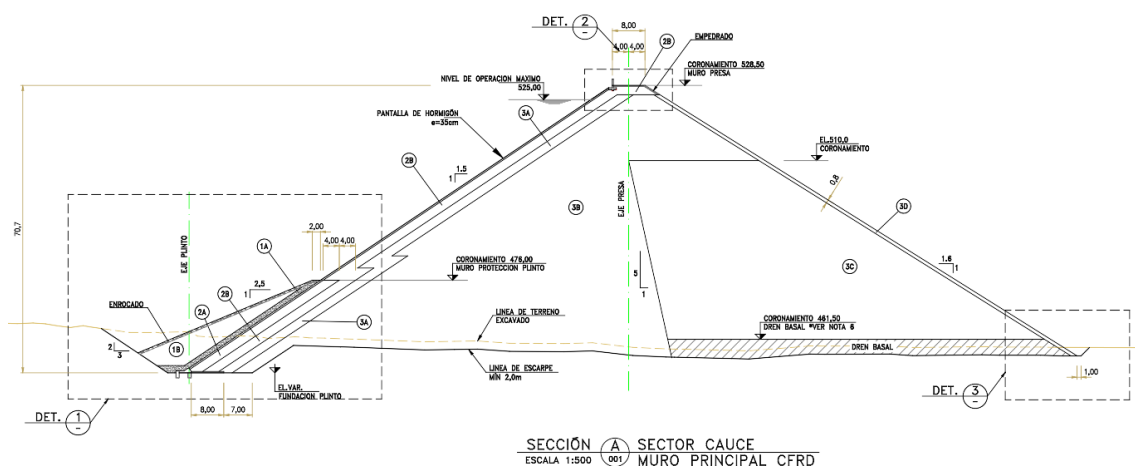


Ilustración 3.6: Plano Muro Principal, secciones y detalles.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Cada tipo de relleno posee una función determinada para que la presa se comporte adecuadamente ante las distintas solicitaciones a las que se verá sometida. Para lograr que cada tipo de relleno cumpla su función de manera autónoma, se requiere que estos estén compuestos por ciertos materiales que tengan un desempeño acorde con la función que deben cumplir.

Las características de los tipos de rellenos considerados para el muro principal se presentan enseguida.

Tabla 3.3: Rellenos del muro principal.

Identificación	Materiales - Uso
1 ^a	Arenas limosas o limos arenosos – Sellar fugas de agua
1B	Gravas y arenas limosas – Estabilidad relleno 1 ^a
2B	Gravas arenosas con finos limosos – Superficie de apoyo pantalla
3 ^a	Gravas arenosas – Filtro de relleno 2B
3B	Gravas arenosas (TM<24") – Espaldón apoyo muro
3C	Gravas y roca sana (TM<32") – Espaldón apoyo muro
3D	Bolones – Protección del talud de aguas abajo

Fundaciones y Plinto

El plinto corresponde al elemento de unión entre la pared impermeable de hormigón y el lecho de fundación, otorgándole estanqueidad a esta unión. El espesor del plinto se proyectó en 0,5 m en todo su largo, de acuerdo con lo reportado en la literatura técnica, mientras que el ancho se obtuvo de la división entre la carga hidráulica y el gradiente. Este elemento estructural será protegido por un material de tipo 1^a y luego un espaldón de tipo 1B en todo su desarrollo horizontal.

En la presa Las Palmas se considera la construcción de una cortina monolineal de impermeabilización, por medio de inyecciones de lechadas de cemento en la roca basal a lo largo de todo el plinto, cuyo fin es homogeneizar la permeabilidad en 10^{-7} m/s, lo cual es prácticamente impermeable. De esta forma las filtraciones bajo la presa serán nulas o despreciables si no existen defectos en la construcción.

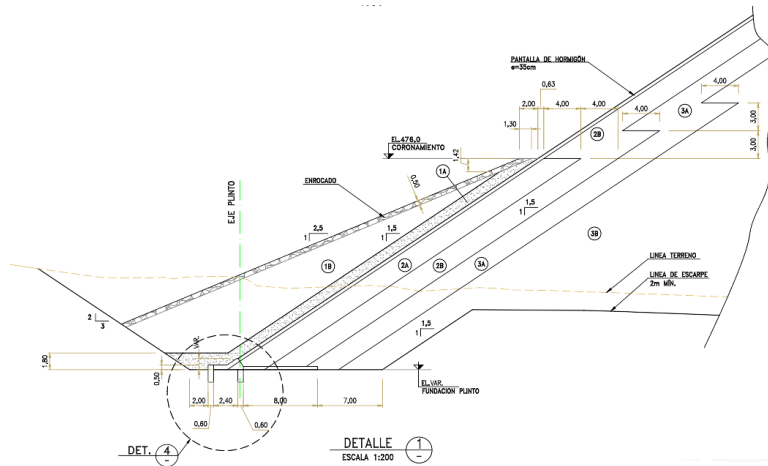


Ilustración 3.7: Plano Muro Principal, Detalle Plinto.
 Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

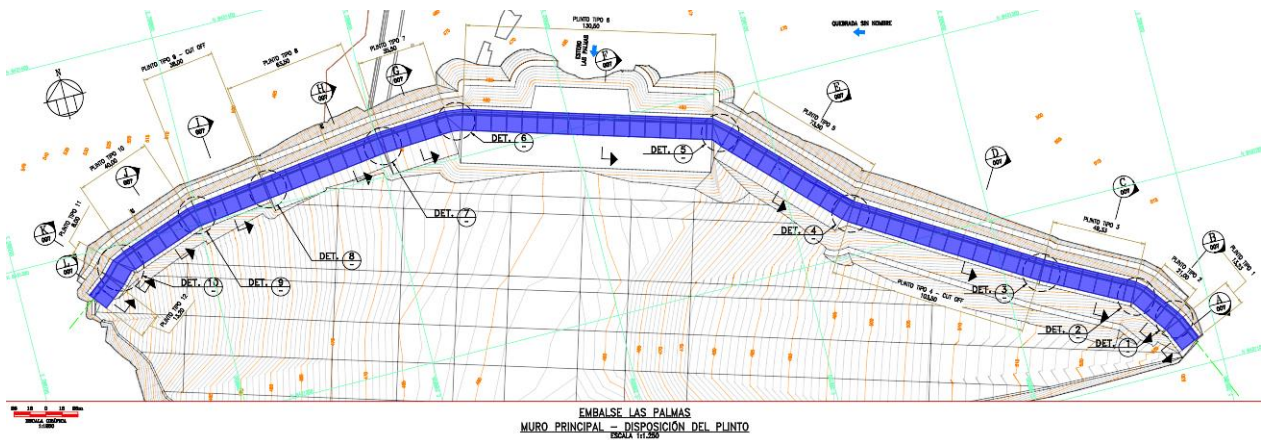


Ilustración 3.8: Plano en Planta del Plinto, secciones y detalles.
 Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Pantalla de Hormigón

El espesor de la pantalla de hormigón para el muro principal del embalse se proyectó constante a lo largo de toda su extensión, con un espesor de 0,35 m.

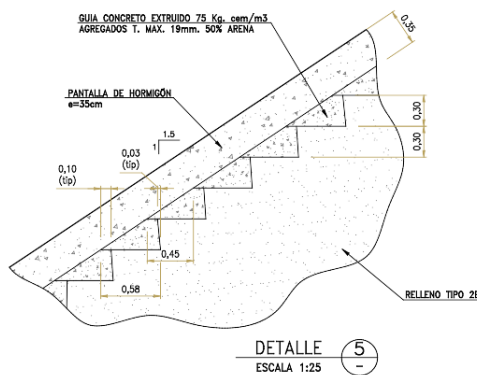
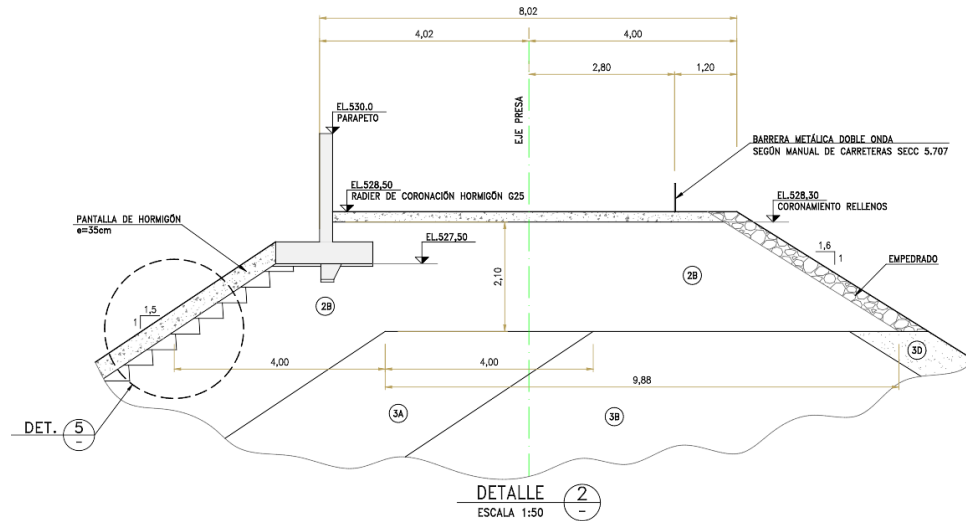


Ilustración 3.9: Plano Muro Principal, Detalle Pantalla de Hormigón.
 Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Coronamiento de la Presa

Se considera la construcción de un parapeto de hormigón en el muro principal, este elemento se diseña como un muro de contención en el coronamiento de la presa y determina la altura máxima de esta, su función es brindar protección hidráulica y sísmica.

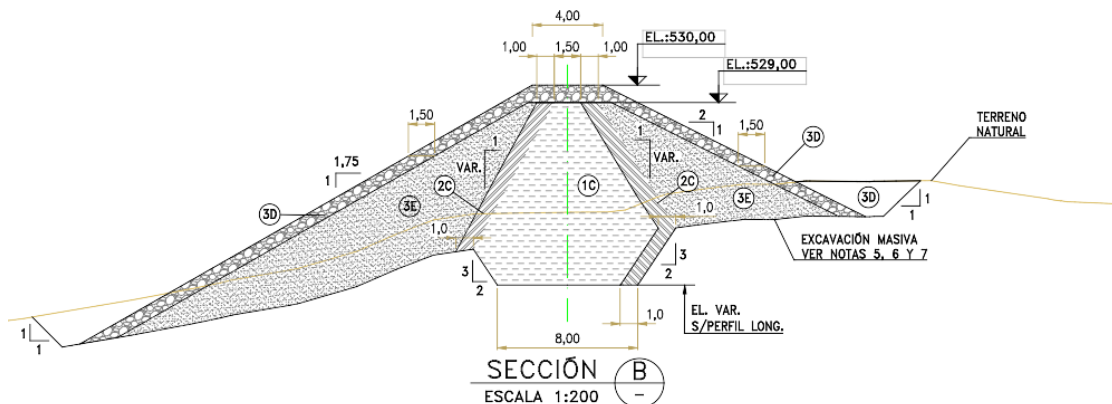
La cota de coronamiento del parapeto se calculó a partir de la cota del umbral del vertedero, la carga de diseño y la revancha. El umbral del vertedero se proyectó a la cota 525 msnm, para asegurar de esta manera el almacenamiento requerido de 55 hm³. La cota del radier de coronación se fijó en 528,5 msnm, considerando la dimensión del muro parapeto.



*Ilustración 3.10: Plano Muro Principal, Detalle Coronamiento de la Presa.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.*

Muro Secundario

Presas de tipo Núcleo de Arcilla con relleno zonificado, de 110 m de largo y 10 m de altura aproximada. La cota de coronamiento se proyectó a 530 msnm, idéntica a la cota del parapeto de hormigón.



*Ilustración 3.11: Plano Muro Secundario, secciones y detalles.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.*

Las características de los materiales de relleno considerados para la construcción del muro secundario se pueden observar en la tabla siguiente.

Tabla 3.4: Rellenos del muro secundario.

Identificación	Materiales - Uso
1C	Arenas arcillosas con gravas (TM<4") – Núcleo impermeable
2C	Gravas finas y arenosas (TM<1,5") – Filtro de relleno 1C
3D	Gravas arenosas (TM<10") – Espaldón
3E	Bolones (TM<16") – Protección de taludes

Obras de Desvío

Constituidas por un túnel con un portal de entrada y de salida de las aguas, una ataguía aguas arriba del embalse requerida para realizar el desvío del estero Las Palmas hacia el interior del túnel. El túnel permitirá el desvío de las aguas del estero durante la construcción de la obra.

Al finalizar la construcción del muro de la presa, el túnel debe ser sellado con un tapón de cierre, que permitirá el llenado progresivo del embalse.

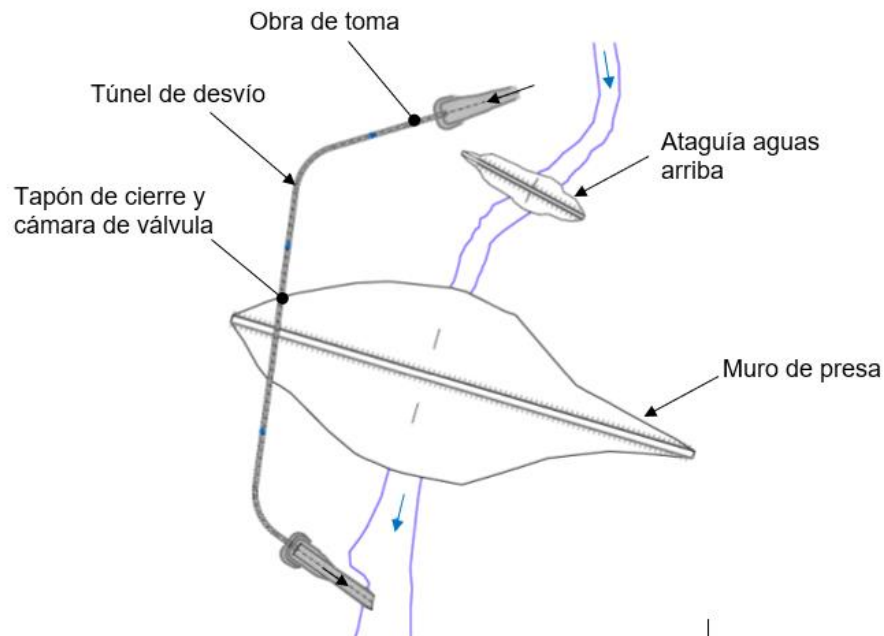
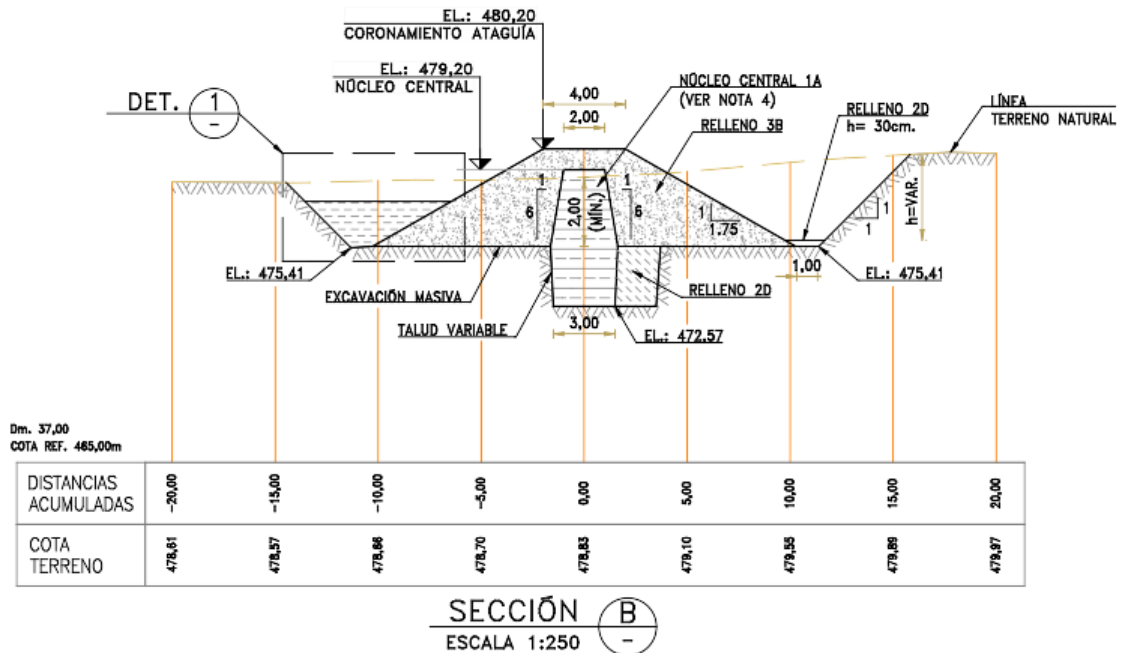


Ilustración 3.12: Plano en planta de las Obras de Desvío

Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

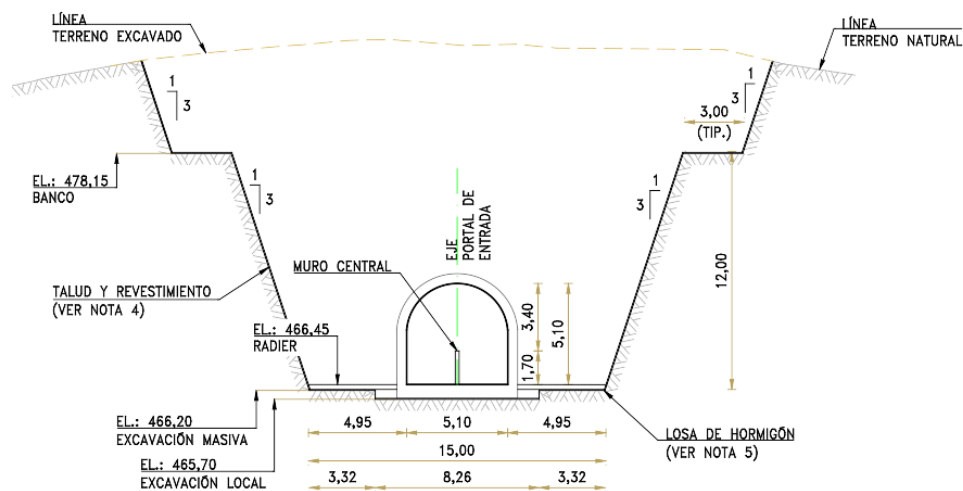
La ataguía tiene la función de detener el flujo del estero y desviarlo para su conducción a través del túnel. Se diseñó como una presa de tipo zonificada, con un núcleo central. Los taludes de aguas arriba y aguas abajo se proyectaron a razón de 1,0:1,75 (V:H). El ancho de coronamiento se estableció en 4 m y su altura en 13 m aproximadamente, además, esta obra posee una longitud no menor a 189 m.



*Ilustración 3.13: Plano Ataguía, Detalle de zonificación.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.*

El túnel de desvío está diseñado para conducir el caudal por un costado del muro entre-gando finalmente al estero aguas abajo del muro. Esta obra se diseña para conducir un caudal de 195 m³/s, asociado a un periodo de retorno de 20 años.

El revestimiento del túnel será de hormigón armado y su sección fue estimada como la mínima sección posible para que el flujo no escurra en presión, determinando una sección de medio punto de 5,1 m x 5,1 m. Además, este túnel tiene una longitud de 655 m.



*Ilustración 3.14: Plano Portal de Entrada Túnel de Desvío, proyectado sin la Obra de Toma.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.*

El túnel se sella con un tapón de hormigón tipo embudo de 7,7 m de largo, el que cubrirá la sección completa del túnel y dividirá el largo de túnel en tres secciones. Este tapón se proyectó alineado de manera de complementar las inyecciones de impermeabilización del muro con las inyecciones del tapón. La construcción de esta obra se realizará en dos etapas, de modo de no interferir con el caudal que se está desviando por el túnel.

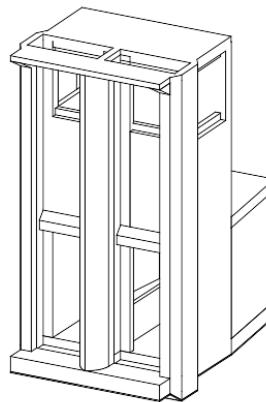


Ilustración 3.15: Plano Secciones del Túnel de Desvío.

Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Obras de toma

La Obra de Toma se construirá adherida al portal de entrada, formando con este un solo elemento y está diseñada para captar un caudal de 2,38 m³/s, de acuerdo con las demandas de riego estimadas. cuenta con una cámara de entrada con 4 orificios rectangulares y en su parte inferior llevará unas compuertas metálicas separadas por un machón central, que en su posición abierta permitirán el paso libre del agua a través del túnel de desvío y en su posición cerrada permitirá que las aguas ingresen al túnel a través de la reja de la torre. El túnel considera un muro central que lo divide en dos, por lo tanto, el manejo de las compuertas permitirá la ejecución de la mitad del tapón y equipamiento electromecánico sin carga de agua.



VISTA ISOMÉTRICA
8/ESCALA

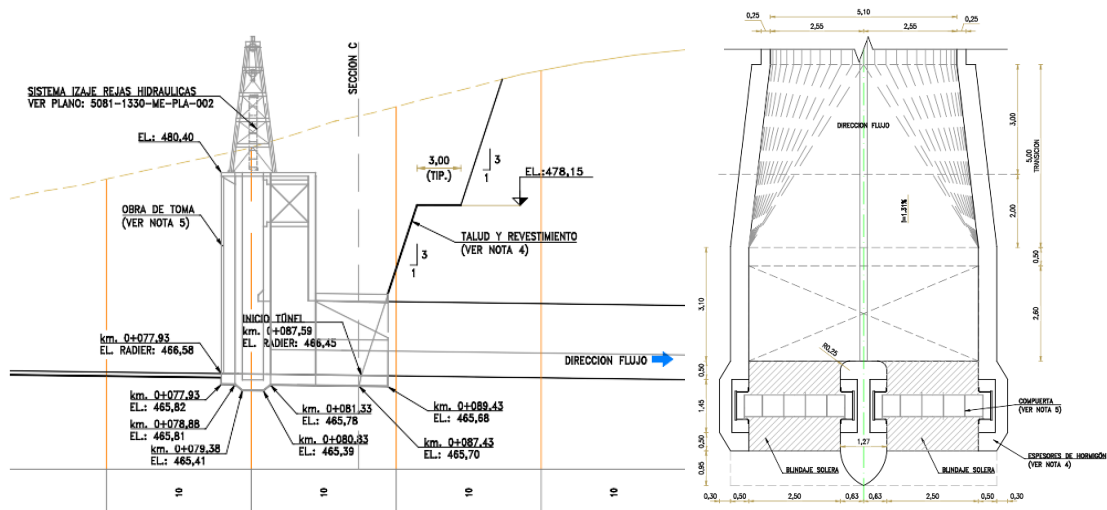


Ilustración 3.16: Planos de la obra de toma del túnel de desvío.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Obras de Desagüe de Fondo

La descarga de fondo del Embalse se ubicará en el interior del túnel, ocupando parte de la caverna de válvulas. Las aguas que serán evacuadas por esta descarga son captadas desde el túnel en presión a través del tapón de cierre. Esta obra tiene la capacidad de deprimir el nivel del embalse a la mitad en 27 días, mediante una sección rectangular de 0,6 m de ancho por 1,1 m de alto y una longitud de 7,7 m, atravesando el tapón descrito anteriormente. El flujo de la descarga de fondo será controlado por compuertas deslizantes tipo Bureau, accionadas desde el recinto de la caverna de válvulas y conducido al exterior por un canal en hormigón armado construido al interior del túnel, aguas abajo de la caverna. Comprende una tubería de longitud 240 m aproximadamente.

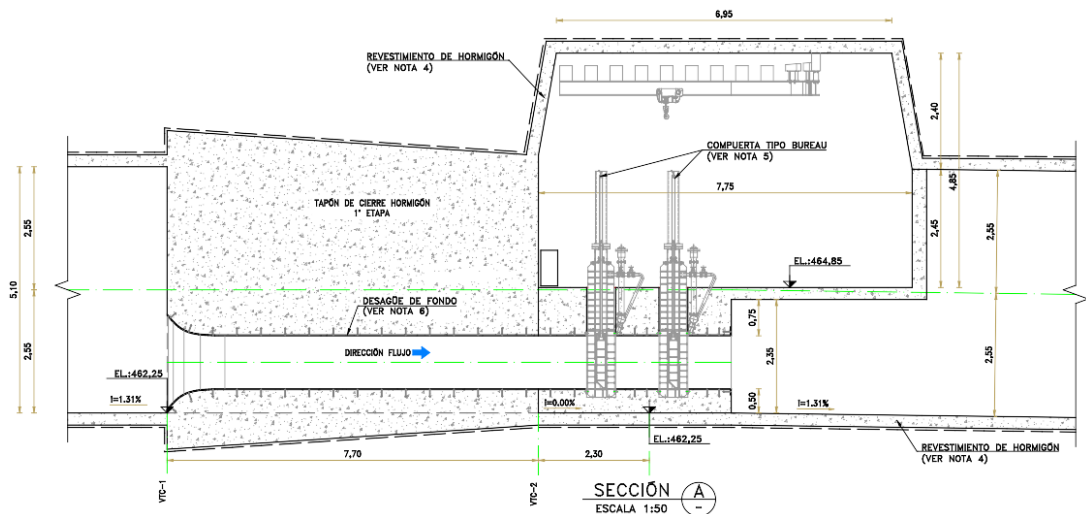


Ilustración 3.17: Planos del desagüe de fondo en el tapón y la caverna del túnel de desvío.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Obras de Entrega a Riego

Están constituidas por las siguientes partes de obra:

Túnel de Conducción: corresponde al primer tramo del Túnel, entre la boca de entrada y el Tapón de Cierre, el cual va revestido de hormigón en todo su perímetro y lleva un muro que lo divide en dos.

Una Caverna de Válvulas, con dos válvulas de guardia del embalse conectadas en serie y los Equipos Mecánicos y Eléctricos de fuerza, comando y control

Tubería de Salida: Se origina en el Tapón de Cierre del Túnel y luego de un recorrido por el interior del Túnel sale hacia el exterior. En este tramo va la tubería de entrega en un dado de hormigón, un muro vertical hasta la clave divide el acceso al túnel con el canal de salida.

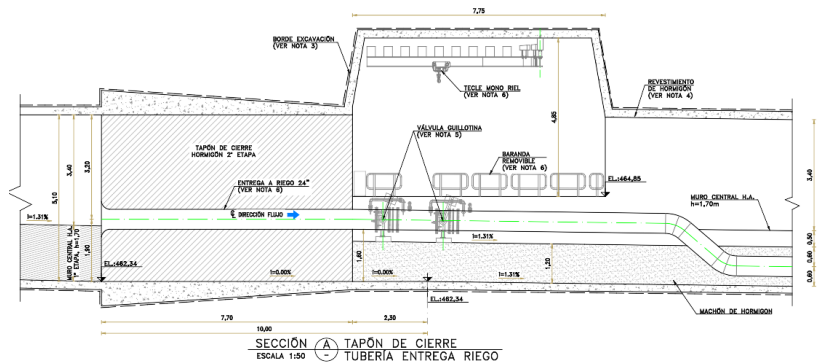


Ilustración 3.18: Planos de la entrega de aguas en el tapón y la caverna del túnel de desvío.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Sistema de Bifurcaciones que transmite las aguas para entrega a cada ramal en la caseta de válvulas.

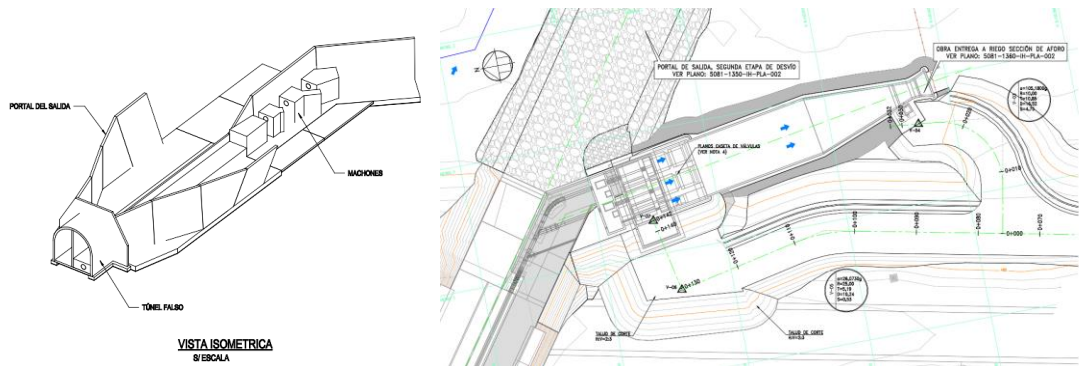


Ilustración 3.19: Planos de los muros para el sistema de bifurcación.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Caseta de Válvulas: estructura que aloja las válvulas disipadoras tipo Howell-Bunger y válvulas mariposa y las cámaras de disipación para su entrega al estero según el fin (riego, caudal ecológico, agua para consumo humano).

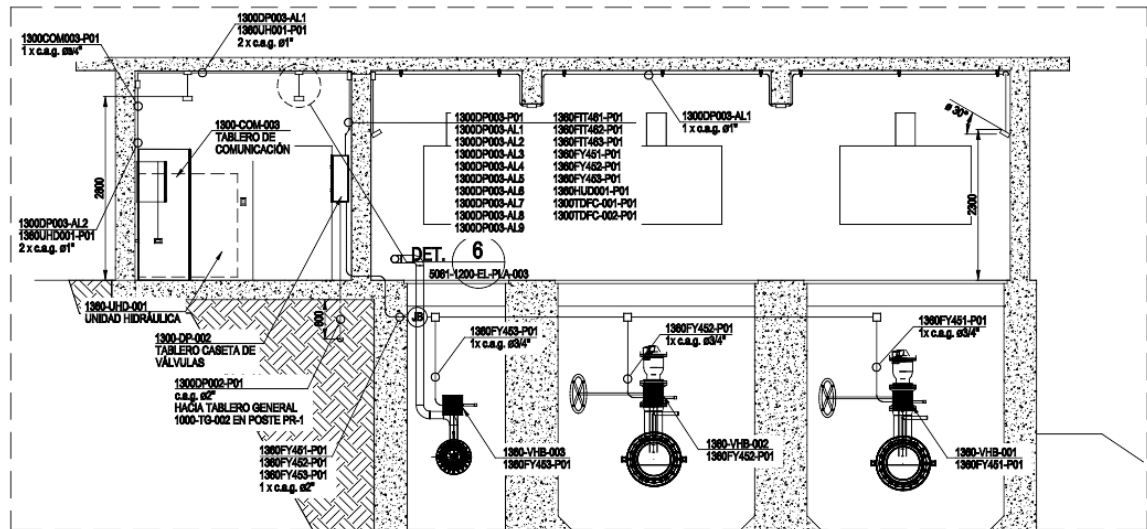
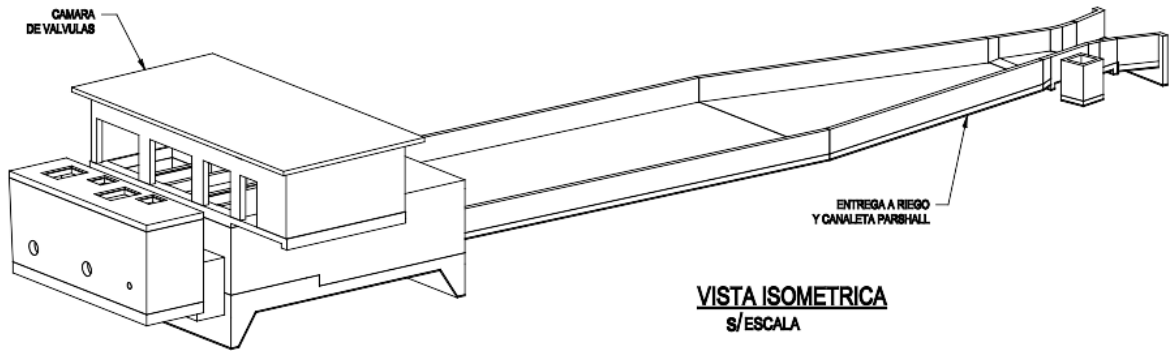


Ilustración 3.20: Planos de la caseta de válvulas, con detalle de las válvulas mariposa.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.

Obras de Evacuación

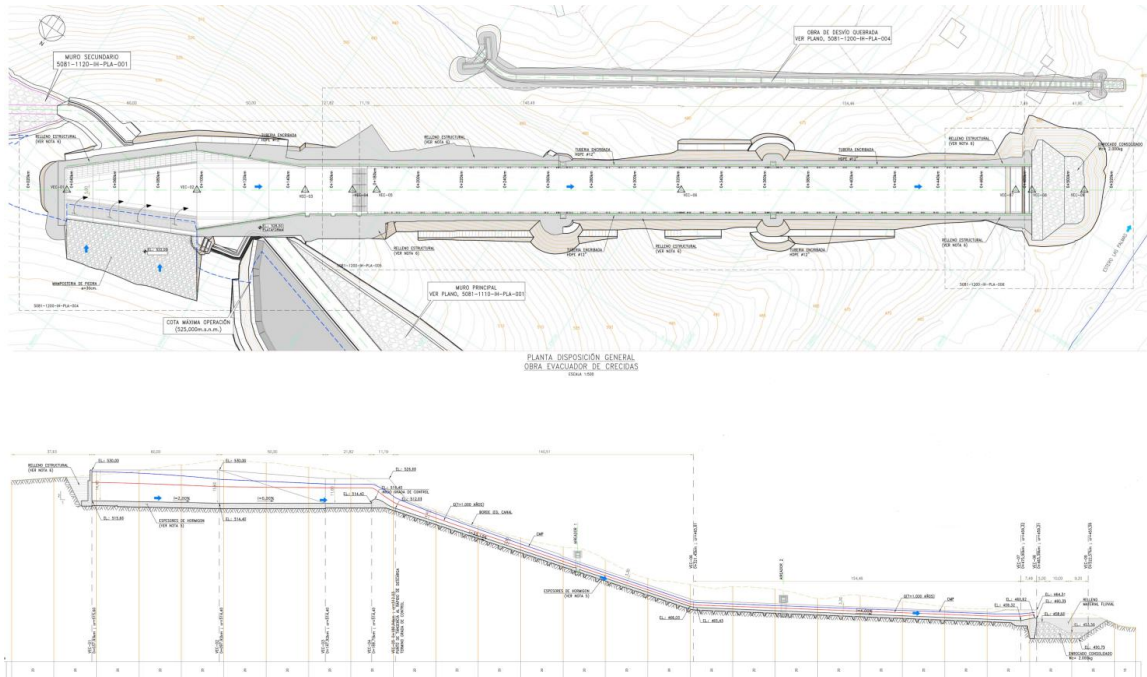
Las obras de evacuación del Embalse servirán para evacuar los caudales de crecidas una vez que se haya alcanzado la máxima altura de represamiento, se diseñaron para un caudal de 525 m³/s, correspondiente a la crecida milenaria, y se realizó la verificación para un caudal de 1.254 m³/s, asociado a la crecida máxima probable. Estarán constituidas por un canal de aproximación y vertedero frontal de cresta libre, canal colector con grada de control, seguido de un rápido de descarga con dos pares de aireadores, una sección de control y canal de salida. Todas estas obras se disponen en el empotramiento izquierdo de la Presa.

El agua que vierte cae a un canal lateral colector de 60 m de longitud, con un ancho basal variable de 5 a 20 m y una pendiente de 2%. A continuación del canal lateral, se diseñó una zona de transición seccionada en dos tramos, ambas tienen por objetivo estabilizar el flujo antes de entrar al rápido de descarga donde se generan altas velocidades, esta zona tiene una longitud total de 68 m.

Luego, se proyecta una grada de control que conecta con el rápido de descarga y permite controlar el flujo que ingresa a este. Aguas abajo de la grada se emplaza el rápido de descarga, en el cual se desarrolla un régimen supercrítico generando un escurrimiento con altas velocidades. Este canal se diseñó en dos tramos, con un ancho basal de 20 m y pendientes de 33% y 4%,

respectivamente. El rápido de descarga tiene una longitud total de 300 m y una altura de muro de 3 m.

Esta obra concluye en un salto de esquí diseñado con un radio de curvatura de 12 m y ángulo de salida de 35°, el cual permite el lanzamiento del chorro a una distancia tal que se alcance el lecho del estero Las Palmas, al momento de la crecida. El salto de esquí se diseñó con una altura de muro de 4 m en el sector del cuenco de lanzamiento.



*Ilustración 3.21: Vista en planta y longitudinal del evacuador de crecidas.
Fuente original: Plano de ingeniería de la entrega de diseños del proyecto.*

Obras Complementarias al Proyecto

Canal Alimentador: aproximadamente 57 km de longitud, revestido en hormigón. El diseño del canal es de sección trapecial cuando se emplace en terreno de cualquier naturaleza y de sección rectangular cuando se emplace en roca, dividiéndose en tramos según pendiente de fondo, cuyo valor varía entre 0,055% y 0,13%.

Bocatoma: barrera fija de tipo vertedora, dispuesta en el brazo derecho transversal al flujo del río Petorca, más una obra de toma superficial de tipo lateral. Para limpiar los sedimentos atrapados por la barrera, se debe considerar la construcción de un canal desripador.

Variantes a las Rutas E-377D y E-315: Rutas que deberán construirse puesto que sus rutas originales pasan por la zona de construcción del muro principal para el caso de la ruta E-377D y por el muro secundario para la ruta E-315.

Caminos de Operación y Acceso: Obras civiles y caminos dispuestos para acceder a todas las obras.

Estaciones de Control: Se construirán las siguientes Estaciones de Control, las cuales deberán estar ubicadas en los sectores que se indica en cada caso:

- Dos (2) estaciones fluviométricas aguas arriba del nivel máximo de inundación del Embalse, una en la quebrada Frutillar y otra en la quebrada Las Carditas.
- Una (1) estación de fluviométrica a continuación de la entrega a riego a pie de presa.
- Una (1) estación fluviométrica en el río Petorca, aguas arriba de la bocatoma del canal alimentador.
- Una (1) estación de fluviométrica en el canal alimentador en el sector de la bocatoma.
- Dos (2) estaciones de calidad físicoquímica de aguas en el río Petorca, aguas arriba de la bocatoma del canal alimentador.
- Dos (2) estaciones de calidad físicoquímica de aguas, aguas arriba del nivel máximo de inundación del Embalse, una en la quebrada Frutillar y otra en la quebrada Las Carditas.
- Trece (13) estaciones fluviométricas en las bocatomas de los canales secundarios, a objeto de obtener el balance hídrico preciso de las entregas de agua.

Red Secundaria: mejora de 30 canales, que totalizarán 129 km aproximadamente.

3.2. Programa de ejecución de las obras

Como parte de las bases de licitación del contrato, se solicita a la Concesionaria previo al inicio de las obras, la generación de un programa de ejecución de las obras, esto con el fin de poder cuantificar los avances del contrato y del proyecto respecto a una línea base. Para efectos de este estudio es un punto comparativo de inicio, puesto que en base a lo planificado podremos analizar las desviaciones del proyecto e identificar cuáles son sus causales. El programa de ejecución de las obras inicial del proyecto presentado a continuación es el aprobado en mayo del 2020.

Estructura de Desglose del Trabajo EDT

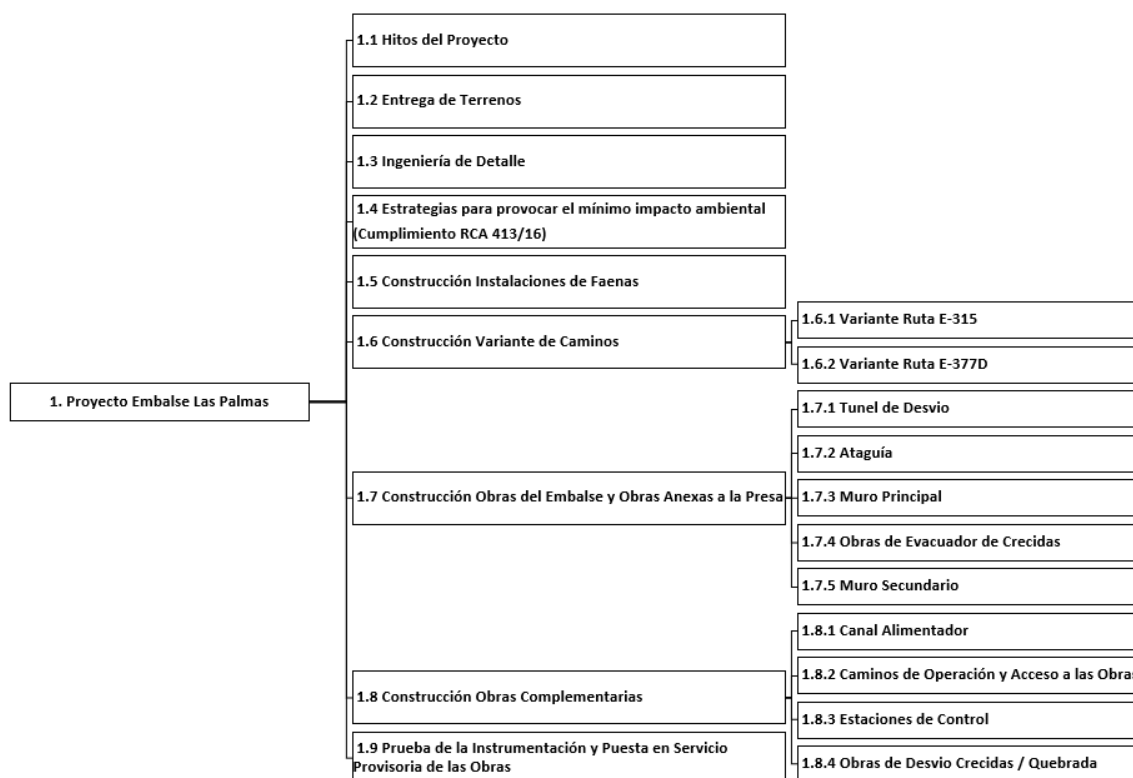


Ilustración 3.22: EDT general de la obra.

Fuente original: Informe ejecutivo Concesión Embalse las Palmas.

Descripción de Actividades (Alcance)

1.1 Hitos del Proyecto

Para mantener una visión global del proyecto se ha generado Hitos que representan la ejecución de las actividades claves y que describe la totalidad del alcance comprometido del proyecto. Como lo son la adjudicación del contrato, el cambio de titularidad de la RCA, El inicio de construcción de las obras, los hitos de avance máximo para el 4%, 30%, 50%, 70% y 90% del presupuesto de inversión y la puesta en servicio provisoria de las obras.

Tabla 3.5: Cronograma del proyecto inicial.

Hitos del Proyecto	Fecha
Adjudicación Contrato de Concesión Embalse Las Palmas	06-mar-18
Publicación en el Diario Oficial (PDO) - Inicio de la Concesión	04-may-18
Cambio de Titularidad RCA	25-jul-19
Inspector Fiscal autoriza el inicio de las obras	23-sept-19
Inicio Construcción de las Obras del Proyecto	01-nov-19
Declaraciones de avance según 4% (30 meses luego de la PDO)	04-nov-20
Declaraciones de avance según 30% (47 meses luego de la PDO)	04-abr-22
Declaraciones de avance según 50% (55 meses luego de la PDO)	04-dic-22
Declaraciones de avance según 70% (63 meses luego de la PDO)	04-ago-23
Declaraciones de avance según 90% (70 meses luego de la PDO)	04-mar-24
Puesta en Servicio Provisoria (PSP) - Plazo Máximo (84 meses luego de la PDO)	04-may-25

1.2 Entrega de Terrenos

El inicio de las actividades de construcción de las obras, están condicionadas a la entrega de los terrenos señalados en el antecedente referencial N°3 de las Bases de Licitación del contrato; de allí, la necesidad de identificar el cumplimiento de esta actividad dentro de la estructura de desglose del trabajo y el cronograma.

En conjunto con la entrega por parte del Estado de todos los terrenos necesarios para la construcción de las obras del proyecto, viene el traslado y acopio por parte de la concesionaria de los bienes calificados por el inspector fiscal como recuperables y no recuperables, además la actividad de entrega de terrenos finaliza con la delimitación del área entregada, cercando los terrenos.

1.3 Ingeniería de Detalle

Forman parte de los plazos de ejecución del proyecto el diseño de la ingeniería de detalle de las Obras incluidas en las Bases de Licitación, en los antecedentes referenciales y los anteproyectos alternativos, de la oferta técnica. Siendo indispensable la inclusión en la estructura de desglose del trabajo y en el cronograma la actividad que relaciona la aprobación por parte de la Inspección Fiscal, para el inicio de las Obras a ejecutar.

Tabla 3.6: Cronograma del proyecto inicial.

Plazo Máximo de entrega de proyectos de Ingeniería de Detalle	Fecha
Ing. de Detalle Variante a Rutas Enroladas	04-may-19
Ing. de Detalle Obras del Embalse	04-ago-19
Ing. de Detalle Obras Complementarias	04-ene-20
Ing. de Detalle Red Secundaria	04-ene-20
Ing. de Detalle de Obras asociadas al Modelo Hidráulico Reducido	04-ago-20

1.4 Estrategias para provocar el mínimo impacto ambiental (Cumplimiento RCA 413/16)

Contempla la ejecución de todas aquellas medidas, sean de mitigación, prevención y compensación, contempladas en la Resolución de Calificación Ambiental del Proyecto, con el fin de

provocar el mínimo impacto posible al medio ambiente y su ecosistema. Los permisos y autorizaciones sectoriales para construir forman parte de esta actividad.

La entrega de terrenos, la entrega de ingeniería de detalle y la aprobación ambiental son todos condicionales para un inicio de las obras, si alguno de estos no está terminado en el plazo preestablecido es un atraso significativo a la ejecución de las obras.

1.5 Construcción Instalaciones de Faenas

Antes del inicio de las actividades de construcción de las Obras del Embalse y Obras Complementarias, se considera en el cronograma, un plazo para realizar los trabajos previos que corresponde a la Instalación de las Faenas del Contratista, Instalaciones de la Sociedad Concesionaria e Instalaciones del MOP, requeridas para el normal desarrollo de las obras, tanto en términos operativos, administrativos, como logísticos.

La instalación de Faenas estará compuesta por las siguientes instalaciones:

- Instalaciones y Campamento del Contratista: Se localizará a un costado del muro de la presa, a unos 200 metros del evacuador de crecidas y serán instalaciones del tipo temporal, ya que una vez finalizadas las obras las mismas serán desmanteladas.
- Planta de hormigón y Laboratorios: Esta obra se encuentra en el área de inundación. Serán instalaciones del tipo temporal, ya que una vez finalizadas las obras las mismas serán desmanteladas.
- Talleres, bodegas y oficinas: Se localizará a un costado del muro de la presa, a unos 200 metros del evacuador de crecidas y serán instalaciones del tipo temporal, ya que una vez finalizadas las obras las mismas serán desmanteladas.
- Planta de Agregados: Esta obra se encuentra en el área de inundación. Serán instalaciones del tipo temporal, ya que una vez finalizadas las obras las mismas serán desmanteladas.
- Instalaciones Inspección Fiscal - Instalaciones Sociedad Concesionaria: Se localizará a un costado del muro de la presa, a unos 800 metros del evacuador de crecidas. Serán instalaciones permanentes que permitan el normal desenvolvimiento de las actividades administrativas de la Sociedad Concesionaria y de la Inspección Fiscal, se ha dispuesto la construcción de los espacios necesarios para albergar al personal que laborará tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación del proyecto.

1.6 Construcción Variante de Caminos

La zona de inundación del Embalse hace necesaria la construcción de las variantes de reposición para dos caminos que serán afectados, estos caminos son:

- Camino La Ligua – Illapel Ruta E-377-D: La Ruta E-377-D, posee una calzada de 7,0 m con bermas de 1,0 m y cunetas revestidas de igual dimensión en la zona de cortes. El pavimento corresponde a un doble tratamiento superficial, en muy buen estado de conservación. La variante propuesta consiste en un trazado del orden de 2,8 km.

- Camino Palquico – Frutillar Ruta E-315: Este camino es de menor estándar que la Ruta E-377-D, en general no está pavimentado, y tiene una carpeta de rodado granular, con sus obras de arte transversales en buen estado y con un saneamiento longitudinal regular. El camino en el tramo entre Palquico – Frutillar tiene una longitud total aproximada de 25 km. Para este camino se propuso una variante del orden de 4,3 km.

1.7 Construcción Obras del Embalse y Obras Anexas a la Presa

Construcción del Túnel de desvío de principio a fin, la obra de toma para la captación de aguas y la ataguía para el desvío del cauce natural.

En seco, construir el muro principal, el muro secundario y el evacuador de crecidas. Al finalizar la construcción del muro de la presa, se debe sellar el túnel de desvío con su tapón de hormigón. Una vez taponeado el túnel se puede finalizar las obras de entrega de aguas.

1.8 Construcción Obras Complementarias

Para el funcionamiento del Embalse en la fase de operación del proyecto, se hace indispensable la construcción de obras que aporten caudal al llenado del embalse, y obras que permitan el acceso, control y operación del embalse.

Será necesaria la construcción del Canal Alimentador como alimentador principal del embalse, contemplando todos sus detalles como la construcción de obras de cruce, sifones y desagües. En el Sector de Petorca será atravesado por medio un túnel de sección 3m x 3m. Este Canal Alimentador, recorrerá la ladera norte del río Petorca hasta descargar en el Embalse Las Palmas. A lo largo de su trazado se considera, para las funciones de mantención y operación del canal, la construcción de un camino lateral para tránsito liviano.

Se construirán estaciones de control fluviométrica, una estación meteorológica y estaciones para la medición de la calidad del agua, estas obras se encuentran distribuidas en las quebradas Frutillar y Las Carditas, en la bocatoma del canal alimentador y aguas arriba de la bocatoma del canal, así como en todas las bocatomas de la red secundaria, a fin de medir la entrada del flujo de agua y calidad de esta.

Para el ingreso al coronamiento de la presa del embalse, se contempla la construcción de caminos de acceso, tanto para el muro principal como para el muro secundario. En esta zona de la presa, se ubicará el centro de control del embalse, para el sistema de monitoreo y transmisión de datos.

1.9 Prueba de la Instrumentación y Puesta en Servicio Provisoria de las Obras

Esta actividad contempla el primer llenado del embalse, y la prueba de instrumentos para la operación y funcionamiento del Embalse.

Cronograma del Proyecto

El cronograma del proyecto es presentado en el anexo B en formato de carta Gantt, en él se muestran todas las actividades y subactividades definidas para cumplir con la ejecución total del alcance de las obras.

El cronograma muestra gráficamente la relación y secuenciación lógica entre las actividades, además de la duración de cada una de ellas.

A continuación, se presenta una tabla resumen de las duraciones y un gráfico formato Gantt de la secuenciación entre actividades.

Tabla 3.7: Duración de Actividades según el Cronograma Inicial del Proyecto

EDT	Nombre de tarea	Comienzo	Duración	Fin
0	Programa de Ejecución de Obra	04-05-2018	2906	17-04-2026
1	PROYECTO EMBALSE LAS PALMAS – ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	04-05-2018	2906	17-04-2026
1.1	HITOS DEL PROYECTO	04-05-2018	2906	17-04-2026
1.1.1	Adjudicación Contrato de Concesión Embalse Las Palmas	06-03-2018	0	06-03-2018
1.1.2	Publicación en el Diario Oficial (PDO) - Inicio de la Concesión	04-05-2018	0	04-05-2018
1.1.3	Cambio de Titularidad RCA	25-07-2019	0	25-07-2019
1.1.4	Inspector Fiscal autoriza el inicio de las obras	23-09-2019	0	23-09-2019
1.1.5	Inicio Construcción de las Obras del Proyecto	01-11-2019	0	01-11-2019
1.1.6	Declaraciones de avance según 4% (30 meses luego de la PDO)	04-11-2020	0	04-11-2020
1.1.7	Declaraciones de avance según 30% (47 meses luego de la PDO)	04-04-2022	0	04-04-2022
1.1.8	Declaraciones de avance según 50% (55 meses luego de la PDO)	04-12-2022	0	04-12-2022
1.1.9	Declaraciones de avance según 70% (63 meses luego de la PDO)	04-08-2023	0	04-08-2023
1.1.10	Declaraciones de avance según 90% (70 meses luego de la PDO)	04-03-2024	0	04-03-2024
1.1.11	Puesta en Servicio Provisoria (PSP) - Plazo Máximo (84 meses luego de la PDO)	04-05-2025	0	04-05-2025
1.1.12	Puesta en Servicio Definitiva de las Obras (estimado)	17-04-2026	0	17-04-2026
1.2	ENTREGA DE TERRENOS (Art.1.8.8.3 BALI)	04-05-2018	793	04-07-2020
1.2.1	Entrega de Terrenos Obras del Embalse y Obras Anexas	04-05-2018	458	04-08-2019
1.2.2	Traslado y acopio de bienes calificados por el Inspector Fiscal como recuperables y no recuperables (Terrenos del Embalse)	05-08-2019	30	03-09-2019
1.2.3	Delimitación del Área de Concesión (Terrenos del Embalse)	05-08-2019	10	14-08-2019
1.2.4	Entrega Terrenos Obras del Canal Alimentador y Bocatoma	04-05-2018	763	04-06-2020
1.2.5	Traslado y acopio de bienes calificados por el Inspector Fiscal como recuperables y no recuperables (Terrenos Canal)	05-06-2020	30	04-07-2020
1.2.6	Delimitación del Área de Concesión (Terrenos del Canal)	05-06-2020	10	14-06-2020
1.3	ENTREGA DE INGENIERÍA DE DETALLE	01-10-2018	607	29-05-2020
1.3.1	Estudios Básicos Complementarios	01-10-2018	300	27-07-2019
1.3.2	Variante a Rutas Enroladas	04-05-2019	140	20-09-2019
1.3.3	Obras del Embalse	04-08-2019	297	26-05-2020
1.3.4	Otras Obras Complementarias	04-01-2020	147	29-05-2020
1.3.5	Modelos Hidráulicos Reducidos	17-12-2019	52	06-02-2020
1.3.6	Red Secundaria	04-01-2020	146	28-05-2020
1.4	ESTRATEGIAS PARA PROVOCAR EL MÍNIMO IMPACTO AMBIENTAL (Cumplimiento RCA 413/16)	07-01-2019	1818	29-12-2023
1.4.1	Aprobación Programa de Gestión Sustentable (PGS)	10-04-2019	40	07-06-2019
1.4.2	Actualización anual PGS	10-06-2019	250	09-06-2020
1.4.3	Aprobación Programa de Gestión Sustentable y Eficiencia Energética para Instalaciones de Faenas	10-04-2019	40	07-06-2019
1.4.4	Actividades Forestales	07-01-2019	1818	29-12-2023
1.4.5	Actividades Fauna Terrestre	17-04-2019	16	08-05-2019

1.4.6	Medidas Componente Arqueología	07-01-2019	1774	15-11-2023
1.4.7	Medidas Asociadas a Ruido	16-08-2019	1495	18-09-2023
1.4.8	Monitoreo de Pozos de Agua Potable Rural	13-01-2020	1260	25-06-2023
1.5	CONSTRUCCIÓN INSTALACIONES DE FAENA	09-04-2019	708	16-03-2021
1.5.1	Preparación del terreno	29-07-2019	113	18-11-2019
1.5.2	Instalaciones y Campamento del Contratista	09-04-2019	479	30-07-2020
1.5.3	Planta de hormigón y Laboratorios	25-07-2019	350	08-07-2020
1.5.4	Talleres, bodegas y oficinas	12-07-2019	417	31-08-2020
1.5.5	Planta de Agregados	12-09-2019	261	29-05-2020
1.5.6	Instalaciones Inspección Fiscal - Instalaciones Sociedad Concesionaria	16-08-2019	579	16-03-2021
1.5.7	Desarme de Instalaciones de Faena provisoria	19-03-2025	30	17-04-2025
1.6	CONSTRUCCIÓN VARIANTES DE CAMINOS	07-12-2019	578	06-07-2021
1.6.1	Variante Ruta E-315 - Palquico - Frutillar	07-12-2019	578	06-07-2021
1.6.2	Variante Ruta E-377 -D Pedegua-Illapel	20-02-2020	305	20-12-2020
1.7	CONSTRUCCIÓN OBRAS DEL EMBALSE Y OBRAS ANEXAS A LA PRESA	18-01-2020	1647	21-07-2024
1.7.1	Túnel de Desvío	18-01-2020	1647	21-07-2024
1.7.2	Atagüa Aguas Arriba	05-12-2020	340	09-11-2021
1.7.3	Muro Principal	01-07-2020	1307	28-01-2024
1.7.4	Obras de Evacuación de Crecidas	21-07-2020	486	18-11-2021
1.7.5	Muro Secundario	29-10-2020	110	15-02-2021
1.8	CONSTRUCCIÓN OBRAS COMPLEMENTARIAS	30-05-2020	1267	17-11-2023
1.8.1	Canal Alimentador	21-07-2020	1215	17-11-2023
1.8.2	Caminos de Operación y Acceso a las Obras	30-05-2020	240	24-01-2021
1.8.3	Estaciones de Control	28-08-2020	350	12-08-2021
1.8.4	Obras de desvío crecidas / Embalse	30-05-2020	360	24-05-2021
1.9	PRUEBA DE LA INSTRUMENTACIÓN Y PUESTA EN SERVICIO PROVISORIO DE LAS OBRAS	22-07-2024	270	17-04-2025

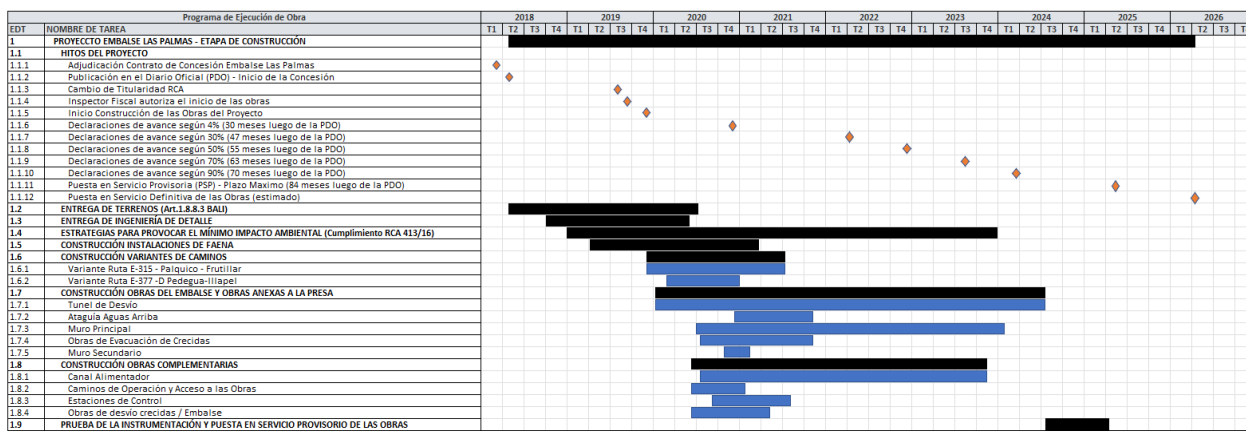


Ilustración 3.23: Resumen de la secuenciación de actividades según el cronograma inicial del Proyecto.
Fuente original: Elaboración Propia.

Curva de Avance Físico Mensual (Curva S)

La curva de avance físico del proyecto construida a partir de la incidencia de las actividades en el avance del proyecto y del cronograma, identifica que la secuenciación lógica de las

actividades cumple con las fechas de porcentaje de avance de los hitos contractuales. Validando la línea base del cronograma.

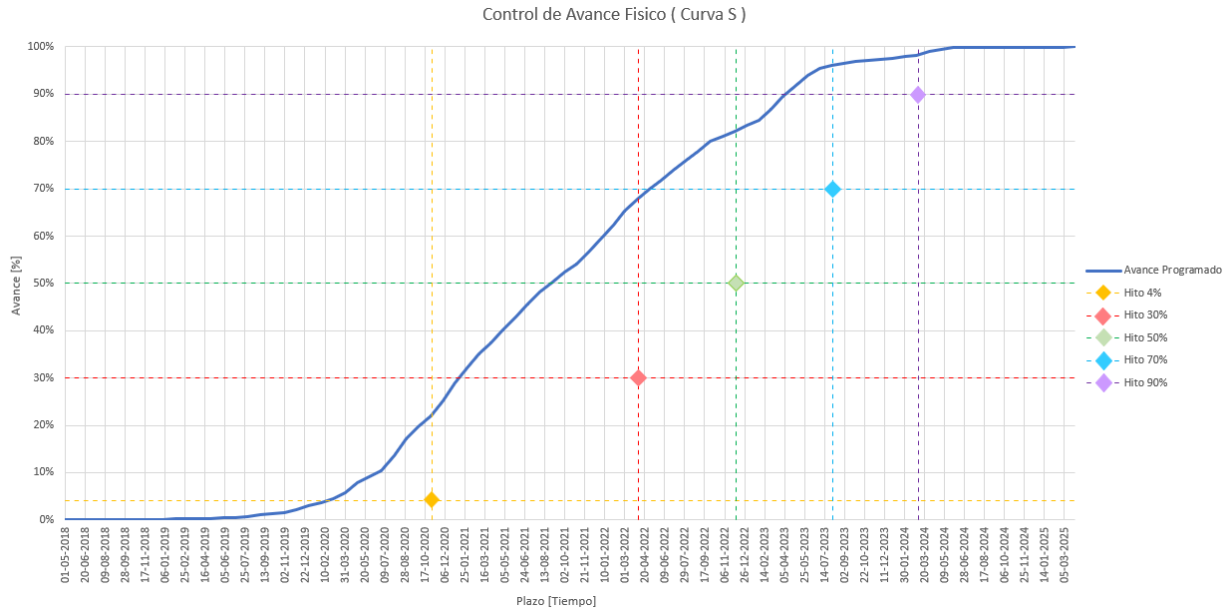


Ilustración 3.24: Curva de Avance Físico Mensual (Curva S).
Fuente original: Elaboración Propia.

Ruta Crítica del Proyecto

Las actividades críticas que forman la ruta crítica están representadas en el cronograma del proyecto (anexo B) en color rojo, a continuación, se presenta un resumen que muestra la ruta crítica para los niveles más altos de actividades resumen del EDT.

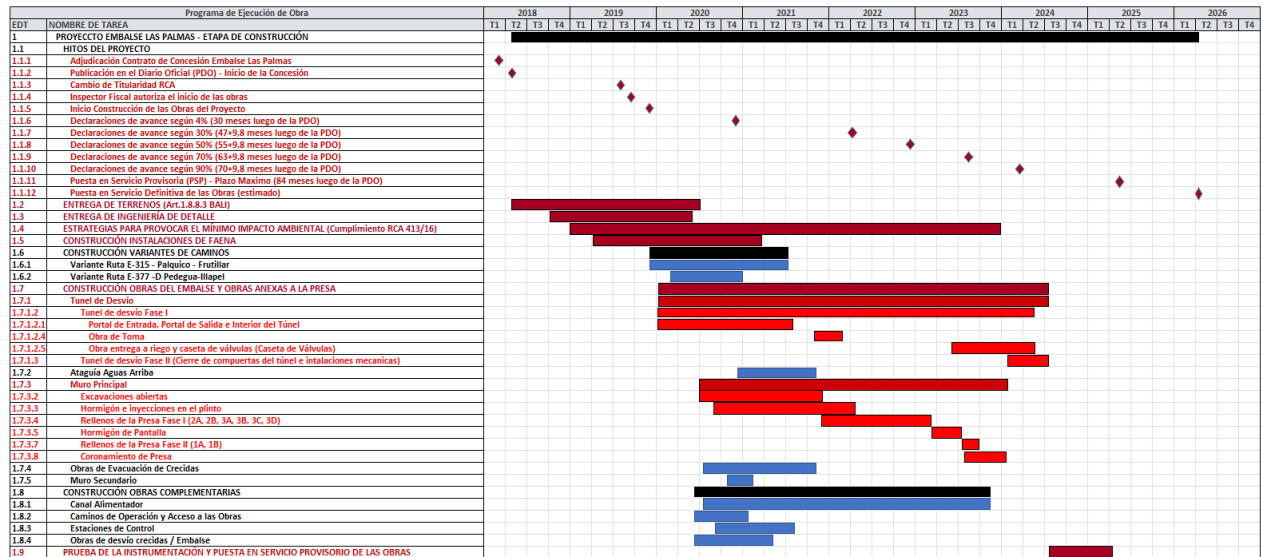


Ilustración 3.25: Resumen de la ruta crítica según el cronograma inicial del Proyecto.
Fuente original: Elaboración Propia.

Cubicaciones

Las cubicaciones de cantidades de obra de cada partida dan un sustento para poder hacer de correcta forma el presupuesto de inversión del proyecto, en el anexo A se presentan las cubicaciones de las obras.

Presupuesto de inversión

A continuación, se presenta una tabla resumen del presupuesto de inversión de las obras según el EDT del proyecto, como línea base de costos. Para el detalle del presupuesto completo ver el anexo A.

Tabla 3.8: Presupuesto de Inversión del Proyecto.

EDT	Descripción	Inversión en UF
1	Proyecto Embalse Las Palmas	3.791.232
1.1	Hitos del Proyecto	0
1.2	Entrega de Terrenos	0
1.3	Ingeniería de Detalle	75.808
1.4	Estrategias para provocar el mínimo impacto ambiental (Cumplimiento RCA 413/16)	163.216
1.5	Construcción Instalaciones de Faenas	148.121
1.6	Construcción Variante de Caminos	229.859
1.6.1	Variante Ruta E-315	126.189
1.6.2	Variante Ruta E-377D	103.670
1.7	Construcción Obras del Embalse y Obras Anexas a la Presa	2.015.105
1.7.1	Túnel de Desvió	288.618
1.7.2	Ataguía	24.325
1.7.3	Muro Principal	1.162.959
1.7.4	Obras de Evacuador de Crecidas	527.135
1.7.5	Muro Secundario	12.068
1.8	Construcción Obras Complementarias	1.159.123
1.8.1	Canal Alimentador	1.108.990
1.8.2	Caminos de Operación y Acceso a las Obras	6.480
1.8.3	Estaciones de Control	33.121
1.8.4	Obras de Desvió Crecidas / Quebrada	10.532
1.9	Prueba de la Instrumentación y Puesta en Servicio Provisoria de las Obras	0

El Presupuesto Oficial Total Estimado Neto de la Obra es de 3.880.000 UF, es decir, se valida la línea base de costos y se deja constancia que la diferencia frente a contingencias del proyecto es de 88.768 UF.

Cronograma de Presupuesto de Inversión

En base al presupuesto de inversión, al costo por actividad y al cronograma del proyecto se calcula el cronograma de presupuesto de inversión en el tiempo, presentando una curva S de costos inicial.

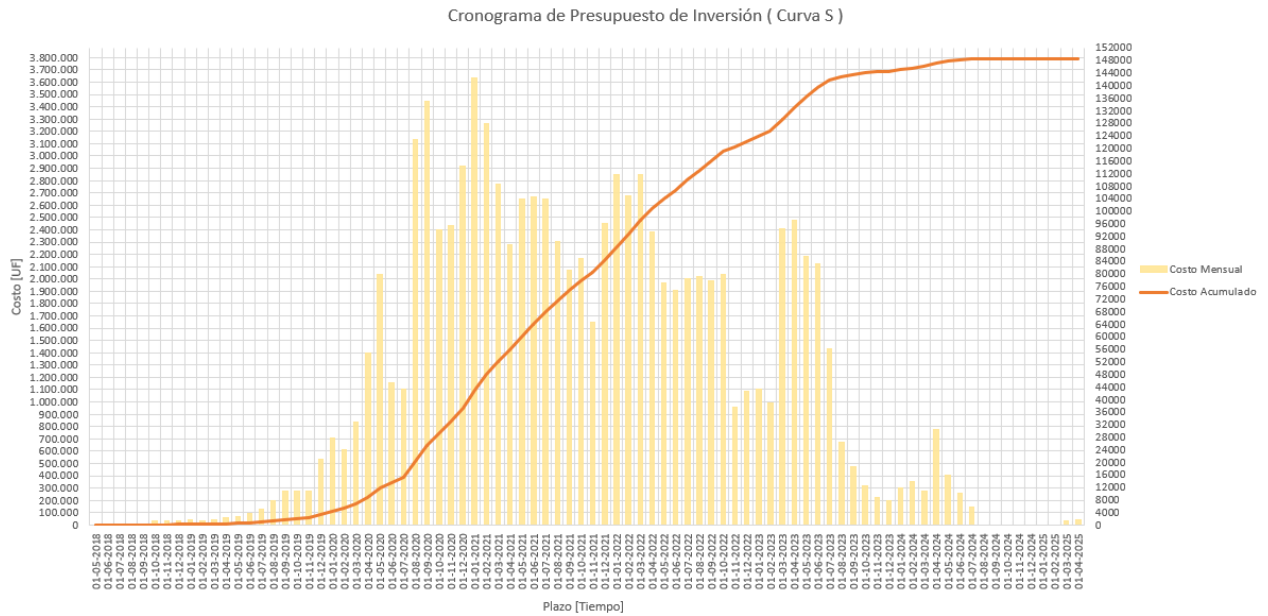


Ilustración 3.26: Cronograma de Inversión.
Fuente original: Elaboración Propia.

Medios y Recursos para la Construcción de las Obras

Recursos Humanos (Mano de Obra): De acuerdo con los planos propuestos en la EIA del proyecto se prioriza la contratación de mano de obra local. Se realizan cursos de inducción y capacitación al personal contratado para el proyecto.

La estimación de personal requerido para la fase de construcción del proyecto según el Programa de ejecución de las obras se presenta a continuación.

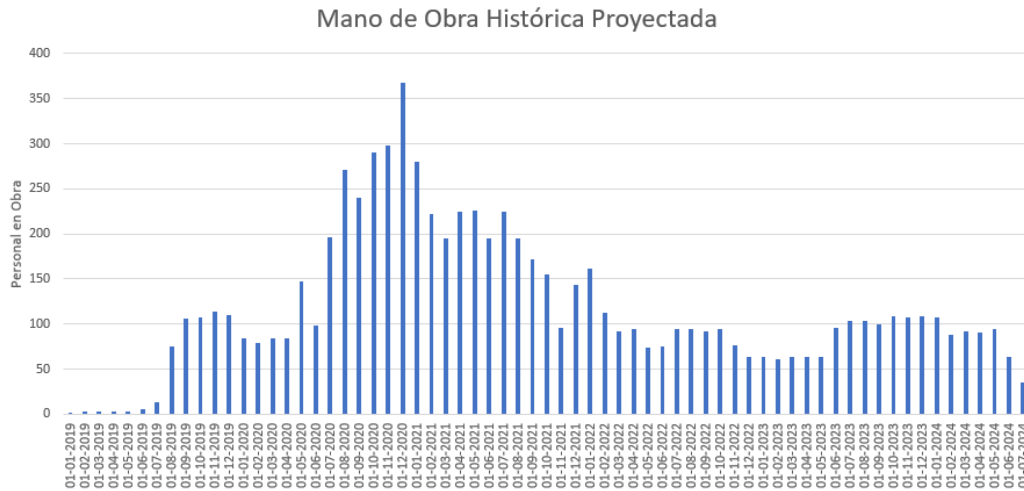


Ilustración 3.27: Mano de Obra Histórica Proyectada del Proyecto
Fuente original: Informe ejecutivo Concesión Embalse las Palmas.

Tabla 3.9: Mano de Obra estimada para el proyecto.

Mano de Obra Promedio	Mano de Obra Máximo
117	368

Los recursos humanos usados para realizar cada actividad en forma permanente y eventual para el correcto desarrollo de la construcción de estas Obras son los siguientes:

Tabla 3.10: Personal necesario para la ejecución del proyecto.

Área	Personal del Proyecto
Coordinación	Gerente del Proyecto Ingeniero Residente Ingeniero de Proyecto Ingeniero Coordinador Ingeniero jefe de Construcción Encargado de Producción Supervisor General
Administración	Supervisor Departamento Administrativo RRHH Asistentes Administrativos Chofer Traductor Aseo Cocina Rondín
Comercial	Supervisor Departamento Comercial Contabilidad Compras Adquisiciones Asesor Jurídico Jefe de Bodega Asistente Bodega
Construcción	Supervisor Terreno Supervisor de Obras Civiles Supervisor de Rellenos Supervisor de Enfierradura Supervisor de movimientos de tierra Supervisor de Electricidad Supervisor de Mantenciones Jefe de Oficina Técnica Geomecánica Hidráulico Eléctrico Ayudante eléctrico Mecánico Ayudante Mecánico Minero Ayudante minero Subcontratos Diseño Jefe de Terreno Jefe de Turno Aparejador Capataz Maestro Carpintero Maestro Enfierrador Maestro Soldador Maestro Albañil Maestro Gasfiter Ayudante de Maestro

	Jornal
Calidad	Jefe de Calidad Profesional de Calidad
Prevención	Jefe Prevención de Riesgos Prevencionista de Riesgos Paramédico
Topografía	Jefe de Topografía Topógrafo Asistente Topógrafo Alarife
Plantas de Hormigón, Planta de Áridos y Taller Mecánico	Jefe de Planta Hormigón, Áridos y Taller Mecánico Operador Planta Hormigón Operador Planta de Áridos Operador Maquinaria Encargado de Maquinarias Mecánico
Unidad BIM	Jefe de Unidad BIM BIM profesional de la construcción BIM profesional de informática
Medio Ambiente y Territorio	Encargada Ambiental Ingeniero Forestal Personal Corte Bosque Arqueólogos Agrónomo Asistente Social Psicólogo

Organigrama general de la Concesionaria:

A continuación, se presenta un organigrama general de la concesionaria del proyecto.

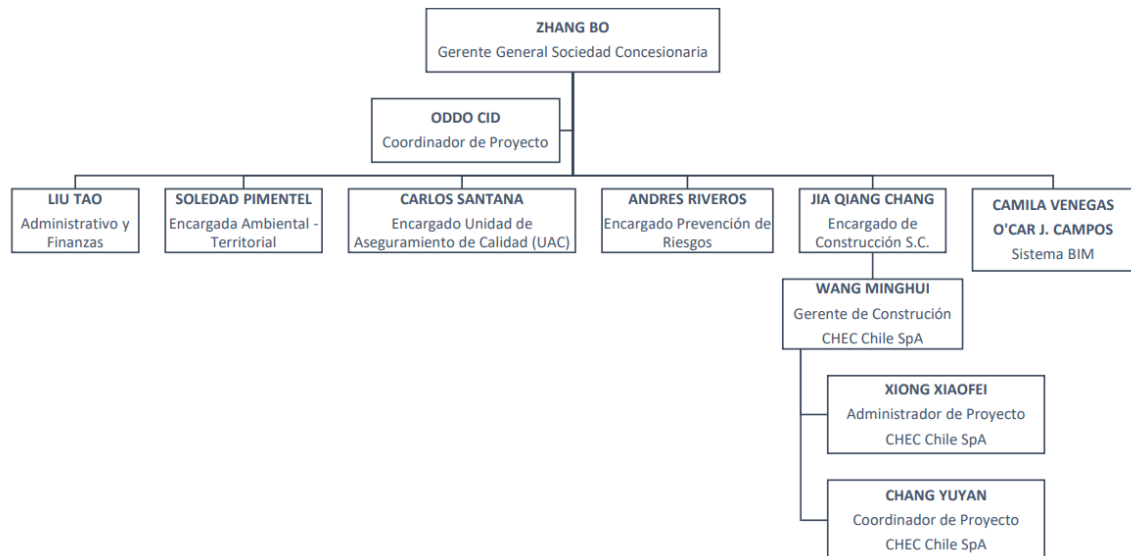


Ilustración 3.28: Organigrama general de la concesionaria del proyecto.

Fuente original: Informe ejecutivo Concesión Embalse las Palmas.

Organigrama general de la Constructora

A continuación, se presenta un organigrama general de la constructora del proyecto, con sus respectivos líderes en cada área, cabe destacar que bajo ellos existe una gran cantidad de profesionales de la construcción que ejecutan las labores para la confección del proyecto.

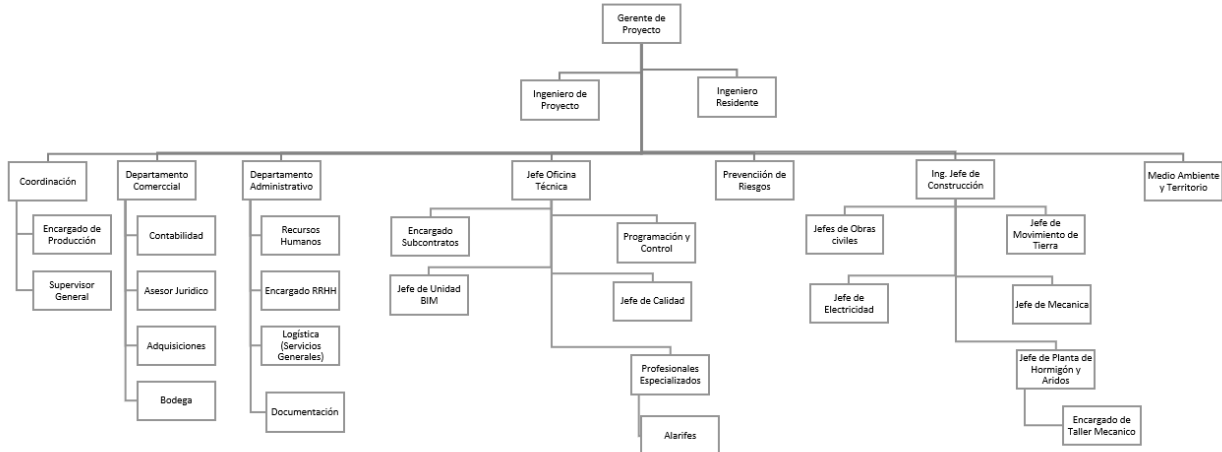


Ilustración 3.29: Organigrama general de la constructora contratista EPC.

Fuente original: Informe ejecutivo Concesión Embalse las Palmas.

Materiales: La producción de los materiales necesarios para las distintas actividades constructivas del proyecto se realizará, en principio, en el área de influencia de este.

Los materiales primordiales para el desarrollo del proyecto son los materiales de relleno que conformarán la presa, para esto, la zona de empréstitos definida en el área de inundación del embalse proveerá los materiales granulares requeridos para los distintos tipos de relleno y, además, los áridos para la producción de hormigón.

Se considera la instalación de una planta de áridos y de hormigón, donde se realizará el proceso de selección de los materiales de relleno para la presa y de producción de hormigón para aquellas faenas que lo requieran. Estas plantas se ubicarán en un sector cercano a la zona de extracción del material de empréstito, dentro del área de inundación del embalse.

Para abastecer las necesidades hídricas de la construcción, se adquirirá el agua mediante camiones aljibes durante los meses de septiembre a marzo, debido a la escasez de recursos hídricos en la zona. Durante los meses con mayores precipitaciones, se podrá recolectar agua del estero Las Palmas siempre y cuando esto no altere significativamente el cauce natural del estero y se cumpla con la cantidad de derechos de agua legalmente constituidos por la empresa constructora.

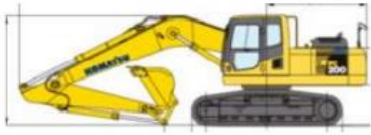






Todos los demás materiales como aceros, maderas, albañilerías, metales, gasolina, entre otros específicos de cada partida y subcontratos necesarios para la construcción de la obra serán adquiridos o contratados con énfasis en el comercio local en primera instancia.

Maquinaria y Equipos: De acuerdo con el programa de ejecución del proyecto, se requieren maquinarias, equipos y vehículos adecuados para las tareas asignadas. Todos estos elementos estarán equipados con protecciones adecuadas en sus partes móviles, transmisiones y puntos de operación para minimizar el riesgo potencial.

Estas maquinarias, herramientas y equipos se mantendrán en condiciones seguras y en buen funcionamiento para evitar daños a las personas. Para garantizar esto, habrá un control permanente por parte de los jefes de obra del estado de las maquinarias, herramientas y equipos, la mayoría de los cuales se almacenarán y mantendrán en lugares específicos.

Las principales maquinarias y equipos que se proyectan se indican a continuación:

Tabla 3.11: Maquinaria proyectada para la ejecución de las obras.

Tipo de Maquinaria	Esquema	Cantidad
Excavadoras		20
Bulldozer		10
Camiones Tolva		50
Cargadores Frontales		10
Motoniveladora		8
Rodillo Vibrador		4
Retroexcavadora		10

Compresores		4
Finisher		1
Rodillo Neumático		1
Perforadora		1
Shorcretera		1
Grupo Electrónico		4
Camión Pluma		3
Camión Aljibe		10
Camión Mixer		10
Camión Plano		10
Bus		7
Camionetas		15

3.3. Plan de Aseguramiento de Calidad

Como parte de las bases de licitación del contrato, se solicita a la Concesionaria previo al inicio de las obras, la presentación de un Plan de Aseguramiento de Calidad, en el que se establezcan los procedimientos y tipos de control que aplicará durante la ejecución de todas las Obras de la Concesión, con la finalidad de asegurar la calidad de las mismas.

Para efectos de este estudio es un punto comparativo de inicio, puesto que en base a lo planificado podremos analizar el avance en la gestión de la calidad del proyecto. El plan de aseguramiento de calidad inicial del proyecto presentado a continuación es el aprobado en septiembre del 2019.

Alcance del Plan de aseguramiento de Calidad

El Plan de aseguramiento de Calidad es válido durante el periodo de vigencia del contrato y este cubre desde la entrega de terreno de las obras de la concesión hasta la recepción final de la construcción de las obras, previo a la puesta en servicio provisoria de las obras.

Este plan es aplicable a todas las actividades o partidas de nivel 1 y 2 del alcance total de la construcción de las obras, incluyendo a los subcontratistas y proveedores del proyecto.

Las partidas se definen según el siguiente nivel (criterios de importancia):

- Nivel 1: Es el nivel de máximos requisitos. Se aplica a las actividades o partidas más importantes y de mayor monto o cantidad, así como a las actividades, materiales y servicios complejos o de difícil ejecución, también caen en este nivel aquellas actividades que correspondan a innovaciones tecnológicas.

Las actividades clasificadas en este nivel requerirán del desarrollo de los correspondientes procedimientos documentados y del diseño de formularios para registrar su aplicación.

Tabla 3.12: Actividades Clasificadas Nivel 1 y sus Procedimientos.

Actividades / Partidas	Nombre del Registro	Código Procedimiento Instructivo
Roces, Descepes, Escarpe y tala trozadura y despeje de vegetación	Protocolo de Roce y Despeje	PE-OP-01
Excavaciones en TCN	Protocolo de excavación, protocolos de topografía	PE-OP-02
Rellenos	Protocolo de Relleno, Protocolo de Topografía, Protocolo de Laboratorio.	PE-OP-03
Excavaciones Subterráneas	Protocolo de Excavación subterránea, Protocolo Topografía	PE-OP-04
Hormigón Proyectado	Protocolo Hormigón Proyectado, Registro de Laboratorio	PE-OP-05
Refuerzo y Sostenimiento de Túnel	Protocolo Refuerzo y sostenimiento de Túnel, Registros de Laboratorio	PE-OP-06
Perforaciones e Inyecciones	Protocolo de Inyecciones, Registros de Laboratorio	PE-OP-07

Acuñadura y Carguío de Marina	Registro de acuñadura	PE-OP-08
Perforación en Zonas Abiertas	Protocolo de Perforaciones en zonas abiertas	PE-OP-09
Perforación en Túnel	Protocolo de Perforaciones en Túnel	PE-OP-10
Fortificación de Talud	Protocolo de Fortificación Protocolo de Hormigón Proyectado. Registros de Laboratorio	PE-OP-11
hormigones	Protocolo de Hormigonado, Registros de Laboratorio	PE-OP-12
Enfierradura	Protocolo Enfierradura. Registro de Topografía	PE-OP-13
Juntas Selladas	Protocolo de Juntas Selladas	PE-OP-14
Subbase granular	Protocolo de subbase, Protocolo de Topografía, Registros de Laboratorio	PE-OP-15
Carpeta Granular	Protocolo de Carpeta Granular, Protocolo de Topografía, Registros de Laboratorio	PE-OP-16
Imprimación	Protocolo de Imprimación, Protocolo de Topografía, Registros de Laboratorio	PE-OP-17
Concreto Asfáltico	Protocolo de Concreto Asfáltico, Protocolo de Topografía, Registros de Laboratorio	PE-OP-18
Saneamiento y Obras de Arte	Protocolo de Obras de Arte. Protocolo de Topografía, Registros de Laboratorio	PE-OP-19
Demarcaciones	Protocolo de Demarcaciones	PE-OP-20

- Nivel 2: Es el nivel intermedio de requisitos. En este nivel quedan catalogadas la mayor parte de actividades del contrato, en particular las actividades de cierta importancia económica, técnica o social que podrían generar problemas o deficiencias que afecten la calidad total o particular de las obras.

Considera el mismo programa de acciones sistemáticas y documentadas indicadas en el nivel 1, salvo la elaboración de procedimientos documentados.

Tabla 3.13: Actividades Clasificadas Nivel 2.

Actividades / Partidas	Nombre del Registro
Instrumentación	Protocolo de Instrumentación
Equipos Mecánicos y Eléctricos	Protocolo de Instalación de Equipos mecánicos Protocolo de Instalación de Equipos eléctricos
Telemetría	Protocolo de Instalación de Equipos de Telemetría.

- Nivel 3: Es el mínimo nivel de requisitos. En este nivel quedan todas las actividades no incluidas en los niveles inferiores.

Las actividades en este nivel no requieren de un programa de acciones sistemáticas y documentadas, sin embargo, exige la aplicación de normas de buena práctica y el cumplimiento de las especificaciones técnicas y la normativa legal obligatoria.

Las partidas pueden variar su nivel según se indique por el criterio de la inspección fiscal de las obras, en dicho caso, el Concesionario no puede en caso alguno solicitar compensación económica por dicho concepto de cambio.

Objetivos de Calidad

El logro en el desarrollo del plan de aseguramiento de calidad se medirá de acuerdo con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Tabla 3.14: Objetivos de Calidad.

N°	Objetivo	Indicador	Meta	Responsable	Frecuencia
1	Término de obra dentro de los plazos	Avance físico real v/s Avance físico programado	≥0.90	Jefe de Terreno	Mensual
2	Obtener nivel aceptable en la Medición de Satisfacción del Cliente	Promedio del nivel de satisfacción de la Encuesta de Satisfacción del Cliente	≥ 75%	Gerente General	Semestral
3	Evitar Multas por parte del Cliente o terceros de tipo Administrativas	Número de multas durante el mes	= 0	Gerente General	Mensual
4	Tener cero accidente con tiempo perdido en obra	Número de accidentes con tiempo perdido en el mes	= 0	Prevención de Riesgos	Mensual
5	Cierre de No Conformidades (NC) dentro de 30 días	Número de NC cerradas en menos de 30 días	= 0	Encargado de Calidad	Mensual
6	Control de Riesgos ambientales, legales, sociales y de seguridad del entorno de las obras.	Reportes de Incidentes y accidentes.	= 0	Prevención de Riesgos	Mensual
7	Cumplimiento del 100% del Programa de Inspección y Ensayes	N° de Inspecciones y Ensayes v/s programado	≥ 1	Encargado de Calidad	Mensual

Normativa Aplicable

El Plan de Aseguramiento de la Calidad estipula que la Unidad de Aseguramiento de Calidad es la encargada de mantener y controlar en forma permanente toda la normativa necesaria para dar cumplimiento al contrato.

A continuación, se identifica toda la legislación y normativa necesaria para el cumplimiento del contrato.

- Bases de Licitación – Contrato de Concesiones del Proyecto, 2018
- Circulares Aclaratorias del contrato del proyecto
- Resolución de Calificación Ambiental n°413/2016
- Ley de Concesiones de Obras Públicas contenida en el Decreto Supremo MOP N° 900 de 1996, que fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley MOP N° 164 de 1991 y sus modificaciones.

- Reglamento de la Ley de Concesiones aprobado por Decreto Supremo MOP N° 956 de 1997 y sus modificaciones
- Decreto con Fuerza de Ley MOP N° 850 de 1997 que fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 15.840 de 1964, Orgánica del Ministerio de Obras Públicas y del D.F.L. N° 206 de 1960, Ley de Caminos y sus modificaciones
- Norma ISO 9001:2015 “Sistemas de Gestión de Calidad-Requisitos”
- Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos aprobado según Resolución Exenta DGA N° 3504 de 17 de diciembre de 2008 o su última versión.
- Código de Aguas aprobado por D.F.L N° 1.122 de 1981.
- La legislación nacional vigente, las normativas y criterios utilizados por: el Ministerio de Obras Públicas, la Dirección General de Aguas, la Dirección de Obras Hidráulicas y los criterios actuales de diseño de grandes presas, en especial las recomendaciones contenidas en las publicaciones técnicas del U.S.B.R., US ARMY CORPS OF ENGINEERS e ICOLD.
- Normas Generales para el Dibujo y Presentación de Planos de Obras Hidráulicas aprobado según Resolución Exenta DOH N° 7216 de fecha 7 de octubre de 2011 o su última versión.
- Reglamentos e instructivos de seguridad, higiene y prevención de riesgos del MOP.
- Normas Chilenas del Instituto Nacional de Normalización (INN).
- Manual de Señalización de Tránsito del MTT.
- Normas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).
- Ley General de Urbanismo y Construcciones, Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y los Instrumentos de Planificación Territorial (Planes Reguladores Comunales e Intercomunales) correspondientes al territorio de emplazamiento del Proyecto.
- Manual de Carreteras de la DV del MOP. Volúmenes 2 al 9, con las excepciones de su uso que se indiquen en las presentes Bases de Licitación.
- Especificaciones Técnicas Topográficas de Obras Hidráulicas (ETT-DOH) y Normas Generales para dibujo y presentación de Obras Hidráulicas.
- Especificaciones Técnicas Generales de construcción de la DOH (ETG).
- Especificaciones Técnicas Generales para Ejecución de Prospecciones con Sondajes, ETG SON, de la DOH.
- Especificaciones Técnicas Generales de Trabajos de Inyección (ETG B-4: “Trabajos de Inyección”), de la DOH.
- Exploración y Caracterización Geotécnica de Yacimientos para Rellenos de Presa y Agregados de Hormigones, de la DOH.
- Especificaciones técnicas generales y particulares de las empresas sanitarias.
- Manual de Manejo de Áreas Verdes para Proyectos Concesionados, elaborado por el MOP.
- Manual “Requerimientos Mínimos para la Preparación de los Antecedentes de Expropiaciones según Bases de Licitación”, elaborado por el MOP.

- Manual de Planes de Manejo Ambiental para Obras Concesionadas, elaborado por el MOP.
- Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado, aprobado por D.S. N° 50 de 2002 del MOP.

Roles y Responsabilidades

Las principales funciones y responsabilidades de los diversos cargos están indicadas en cada uno de los procedimientos específicos. Sin embargo, a modo de resumen y a nivel funcional la responsabilidad a nivel de jefaturas o encargados de área es la siguiente:

- Cargos Gerenciales

Entregar los recursos necesarios para asegurar para la implementación de los Planes del proyecto, asignar funciones y gestionar junto a los jefes de área del Proyecto el cumplimiento de los objetivos y requisitos, tomando acción cuando sea necesario para el mejoramiento continuo.

- Jefe de la Unidad de Aseguramiento de la Calidad EAC

Responsable del Plan de Aseguramiento de Calidad de las Obras, encargado de su implementación y de verificar su correcto funcionamiento. Coordinar y gestionar las auditorías internas de calidad, hacer difusión y capacitaciones internas para la mejora continua. Realizar los seguimientos a la generación de procedimientos específicos, Acciones Correctivas, Preventivas y de manejo de las No Conformidades y Reprocesos.

Gestionar los informes de hallazgos y los requerimientos de acciones correctivas, preventivas y detecciones de peligro. Detectar oportunidades de mejora de los procesos de información de las inspecciones y ensayos, documentando las acciones inmediatas.

Verificar que la recepción de los trabajos esté debidamente respaldada. (Libros de Obra, Libros de Comunicación, Protocolos).

Actualizar el Plan de Calidad en su carácter dinámico, en coordinación con las áreas responsables según necesidades y desarrollo de las actividades (mejoramiento continuo) y asegurar la vigencia de los documentos en los puntos en uso.

- Principales responsabilidades para todos los cargos productivos

Deben cumplir con las responsabilidades específicas para cada uno de los procedimientos.

Tomar conocimiento de la documentación de los procesos en los cuales tengan una directa participación; proponer las modificaciones pertinentes y participar en los equipos de trabajo para la redacción de los procedimientos operativos relacionados con sus actividades.

Participar en las actividades de Capacitación programadas por la Unidad de Gestión de la Calidad.

Elaborar los procedimientos operativos relacionados con sus competencias y áreas.

Llevar el control de sus registros e informar a la Unidad de Gestión de la Calidad.

Compromiso en el cumplimiento de los objetivos de la Calidad definidos para la Obra.

Llevar el manejo de las listas de chequeo y de las actividades que les corresponda ejecutar.

Preocupación respecto que todos deben tener una actitud proactiva a la Prevención de Riesgo y cumplimiento de las reglamentaciones de protección del Medioambiente.

Informar oportunamente a la Unidad de Gestión de la Calidad sobre los recursos empleados en los eventuales reproceso.

Recursos a Controlar la Calidad

A continuación, se presentan las principales actividades a controlar

- **Control de Materiales y Servicios:** Los requisitos de calidad detallados en las especificaciones técnicas de la propuesta a los proveedores y subcontratos se dejará establecida en las condiciones del contrato u orden de compra según corresponda.

Se exigirá al proveedor de las materiales certificaciones de calidad otorgadas por empresas o agencias certificadoras internacionales independientes, debidamente acreditadas. Se entregarán los antecedentes y experiencia de estas empresas o agencias al Inspector Fiscal, junto con las correspondientes certificaciones de los equipos y pruebas en fábrica.

El proyecto contempla ciertos materiales que requieren de acopio, almacenamiento o manejo bajo condiciones controladas, los cuales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3.15: Almacenamiento y manejo de materiales.

Material	Identificación	Ubicación	Condiciones de acopio, almacenamiento y manejo
Acero	Por tipo de acero, diámetro, largo	En bodega, patio de obra	- Según diámetro y largo - Sitio libre de contaminantes - Descansarán sobre maderas evitando el contacto con el terreno
Prefabricados de hormigón, soleras, tubos	Por tipo de material, diámetro, tamaño	En bodega y sectores preparados de la obra	- Ordenar en acopios, que tengan buen acceso - La superficie debe estar limpia y pareja - No exceder altura de acopio
Tuberías PVC	Por tipo de material. Diámetro tamaño	En bodega y sectores preparados de la obra	- Ordenar en sectores que tengan buen acceso - La superficie debe estar limpia y pareja - Se utilizarán atriles de madera para optimizar el espacio de almacena-

			<p>miento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Manipulación carga y descarga cuidadosa, para evitar daños - Proteger de la intemperie y rayos UV.
Cemento	Por tipo de material	En bodega y sectores preparados	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre superficie limpia y pareja. - Evitar el contacto con terreno - Protegido de la intemperie.
Elementos metálicos	Por tipo de material. Por tamaño	En bodega y sectores preparados de la obra	<ul style="list-style-type: none"> - Ordenar en acopios que tengan buen acceso. - Descansarán sobre maderas evitando el contacto con el terreno - No exceder altura de acopio - Máxima precaución para evitar daños
Repuestos, piezas partes y accesorios	Por tipo o maquina	Bodega de maquinaria	<ul style="list-style-type: none"> - En estantes ordenados de fácil acceso - Lugar permanente - Limpio y ordenado
Combustibles y lubricantes	Por tipo de material	Bodega de materiales peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> - Estanques apropiados al material. - Lugar acondicionado con medidas de seguridad - Sector limpio permanentemente - Ordenado.

Los proveedores de servicios críticos (Subcontratistas) sometidos al Plan de Aseguramiento de Calidad y el mecanismo de control se describen a continuación:

Tabla 3.16: Subcontratistas de servicio y actividades críticas

Subcontratista	Especialidad	Labores que desarrollar
ARCADIS	Ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de Especificaciones Técnicas - Entrega de Ingeniería de Detalle
DIEXA	Provisión y uso de explosivos	<ul style="list-style-type: none"> - Adquisición de explosivos para excavaciones subterráneas y a cielo abierto - Transporte y manipulación de explosivos - Administración de polvorín en obra. - Ejecución de tronaduras
IDIEM	Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Proveer el servicio de personal calificado en obra para la toma de muestras, ensayos y confección de certificados.
MELON	Proveedor de Cemento	<ul style="list-style-type: none"> - Proveer de cemento a las plantas de hormigón de la obra.

- **Control de Dispositivos de Seguimiento y Medición:** Para asegurar la validez de los resultados de los instrumentos o equipos de medición, utilizados para proporcionar evidencia de la conformidad del producto durante el proceso constructivo, se calibran o verifican según la frecuencia definida en el Listado de Control de Dispositivos de Seguimiento y Medición que se mantiene el jefe de Topografía y el jefe de Laboratorio en la obra.
- **Control de Selección y Contratación de Personal:** Para asegurar que las personas que desempeñan actividades que afectan la calidad de las obras sean competentes, se describen las responsabilidades dentro de la organización para dicho cargo, se analizan los perfiles de los postulantes y se genera un proceso de selección con el fin de ajustar el puesto de trabajo a los profesionales que más se ajusten al perfil.

Para contribuir al desarrollo del desempeño del personal de producción se realizan capacitaciones, en las cuales, se abarcarán las Especificaciones Técnicas del contrato, los rangos de aceptación de los trabajos realizados, las normas aplicables tanto técnicas como de gestión (ISO 9001-2008), los procedimientos Específicos, instructivos operativos, charlas instructivas, entre otros.

En este proyecto se consideran dos tipos de clases de capacitaciones:

1.- Clase de capacitación proactiva: Aquella que se realiza de acuerdo con un programa y sin que ningún problema haya sucedido a causa de no contar con estas capacidades.

2.- Clase de capacitación reactiva: Aquella que se realiza a raíz de algún problema, desviación o falta que se haya observado durante la ejecución de los trabajos, es decir, nace de la necesidad de eliminar la causa de un problema real o potencial.

- **Control de Documentos:** Asegurar que se disponga, en todo momento, de documentación actualizada para evitar errores por desinformación o utilización de documentos obsoletos. Los controles dicen relación con la revisión, aprobación y distribución de copias controladas de los documentos en Obra.

Programa de inspección y ensayos de Calidad

Se determinan los puntos de control de las diferentes partidas a ejecutar. Con esto se busca controlar el proceso constructivo de los ítems del contrato para demostrar al cliente:

- La conformidad del producto
- La conformidad del Plan de Calidad
- La Mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de calidad

Debido a la gran cantidad de partidas del proyecto, el Plan de Inspección y Ensayes se ha dividido en 3 grandes áreas.

1) P.I.E Rutas

2) P.I.E. Túnel

3) P.I.E Muro Principal

El avance del P.I.E. se ve reflejado en los informes quincenales de laboratorios.

Auditorías internas de Calidad

Durante la ejecución de las obras, se contempla la realización de auditorías internas, las que cumplan el objetivo de verificar que todas las medidas de aseguramiento de calidad contempladas en el Plan de Autocontrol de Calidad de las Obras se cumplan con eficacia y eficiencia, así como también verificar la solución efectiva de no conformidades y la eficaz implementación de las acciones correctivas.

Control de Registros

La identificación, almacenamiento, protección, recuperación, tiempos de retención y disposición de registros permite demostrar la ejecución de las actividades establecidas en el sistema de gestión de la calidad.

No conformidades y Acciones Correctivas

El plan de aseguramiento de la calidad de las obras determina la necesaria documentación y control de las acciones correctivas que garanticen la no repetición de no conformidades reales y potenciales detectadas a través de:

- Inspecciones técnicas y ensayos
- Auditorías internas en las obras
- Reclamos / Quejas del Cliente (IF)
- Productos / Salidas no conformes
- Otras instancias del control y sistema de gestión de calidad

El formato de levantamiento de no conformidades y acciones correctivas que debe ser implementado por todas las áreas de la obra, es el siguiente.


 Sociedad Concesionaria CHBC Embalse Las Palmas	PAC:		Número:	
	Obra: Embalse Las Palmas			
	INFORME DE NO CONFORMIDAD Y ACCIÓN CORRECTIVA			
SECCIÓN I	Ítem o Actividad:		Fecha:	
	Emitido por:		<input type="checkbox"/> Sociedad Concesionaria	
	Elemento o documento afectado:		<input type="checkbox"/> Contratista	
	Ubicación:		<input type="checkbox"/> Asesoría a la Inspección Fiscal	
	Referencia:		<input type="checkbox"/> Inspector Fiscal	
	Nombre del Responsable:		<input type="checkbox"/> Otro (partes Interesadas)	
Descripción de la No Conformidad:				
Grado: <input type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/> Mayor <input type="checkbox"/> Crítico				
SECCIÓN II	Causa Probable:			
	Genera Acción correctiva <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI Número:			
	Solución Propuesta:			
	Responsable de la Solución:		Fecha Prevista:	
SECCIÓN III	Aceptación por el IF (si corresponde):		firma:	
	Observaciones:			
	Emitido por:	Aprobado por:	Cerrado por:	Verificado por:
	Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:

Ilustración 3.30: Formato de No conformidades y acciones correctivas.

Fuente original: Plan de aseguramiento de calidad.

Control de Cambios en Obra

Los cambios que sucedan durante la producción y prestación del servicio (es decir, durante la ejecución de la obra) y que puedan afectar a la conformidad con los requisitos, deben ser autorizados por el Inspector Fiscal y registrados en el Libro de Obras, o mediante Oficio. La intención es asegurar una adecuada revisión y control de los cambios en la obra.

Capítulo 4

Situación Actual del Embalse las Palmas

4.1. Avance Contractual del Proyecto

A continuación, se presenta el avance contractual del proyecto Concesión Embalse las Palmas a octubre 2022, con los cumplimientos y aprobaciones respectivas, para luego ser sujeto a evaluación en base a lo planificado.

Tabla 4.1: Avance Contractual del Proyecto

Cumplimiento	Artículo BALI	Fecha de Cumplimiento	Aprobación IF	Medio de Aprobación
Plan de Manejo por Daños a Terceros durante la Etapa de Construcción	1.4.1	10-04-2019	16-08-2019	L.O. 03, Folio 09
Constitución SC	1.7.3	04-06-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Aporte de Capital	1.7.3	03-07-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Protocolización DSA	1.7.4	04-06-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Protocolización SC	1.7.4	07-06-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Garantía de Construcción	1.8.1.1	20-07-2018	20-09-2019	L.O. 03, Folio 33
Inscripción en el registro de entidades de la CMF	1.8.6	06-08-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Estados Financieros	1.8.6.1.c	26-09-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
		21-12-2018		
Informe de la Organización	1.8.6.1.d	19-06-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Información Registro de Bienes	1.8.6.1.g	31-01-2019	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Presentación Encargado Territorial	1.8.10.2	08-01-2019	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Programa de Gestión Sustentable (PGS, Etapa de construcción)	1.8.10.2.1	10-04-2019	07-06-2019	L.O. 02, Folio 25
Programa para las Edificaciones del Proyecto (PGSEE)	1.8.10.3	10-04-2019	07-06-2019	L.O. 02, Folio 25
Seguro de Responsabilidad Civil por Daños a Terceros (Previo Etapa Construcción)	1.8.13	13-07-2018	20-09-2019	L.O. 03, Folio 33
Seguro por Catástrofe Previo al inicio de las Obras	1.8.14.a	13-07-2018	20-09-2019	L.O. 03, Folio 33

Estimación de Pérdida Máxima relativa a la póliza por el seguro de riesgos catastróficos, elaborada por un tercero independiente.	1.8.14.c	13-07-2018	20-09-2019	L.O. 03, Folio 33
Presentación de Encargado BIM	1.9.1.3.5	13-07-2018	20-07-2018	L.O. 01, Folio 06
Constitución Unidad BIM	1.9.1.3.5	08-08-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Plan de Implementación BIM	1.9.1.3.6	11-09-2018	19-10-2018	L.O. 01, Folio 19
Instalación de Licencias	1.9.1.3.11	10-11-2018	✓	Se informa mediante Carta a Oficina de Partes.
Programa de Información a los Usuarios Etapa de Construcción	1.9.2.1	10-04-2019	07-06-2019	L.O. 02, Folio 25
Antecedentes Encargado de Aseguramiento de Calidad (EAC)	1.9.2.2	07-06-2019	25-06-2019	L.O. 03, Folio 41
Plan de Autocontrol de Calidad de las Obras	1.9.2.2	15-04-2019	20-09-2019	L.O. 03, Folio 33
		13-06-2019		
Apertura Libro de Obra	1.9.2.3	08-06-2018	✓	L.O. 01, Folio 01
Programa de Ejecución de las Obras	1.9.2.4	15-04-2019	15-07-2019	L.O. 02, Folio 46
		04-06-2019		
Oficina del Inspector Fiscal	1.9.2.5	20-09-2019	✓	L.O. 03, Folio 33
Sistema de Sugerencias Consultas y Reclamos www.embaselaspalmas.cl	1.9.2.17	25-07-2019	12-08-2019	ORD.: N° 0100
				SCELP 027
Antecedentes Ingeniero Experto Internacional	2.2	10-07-2018	20-07-2018	ORD. DOH N° 4329 y ORD.: N° 0004 SCELP 004
Plan de Trabajo de Topografía	2.2.2.1.1	21-08-2018	25-10-2018	L.O. 01, Folio 21
	g			
Presentación Jefe de Topografía	2.2.2.1.1	14-11-2018	21-11-2018	L.O. 01, Folio 24
	g			
Programa de Prospecciones y EETT	2.2.2.1.2	21-08-2018	25-10-2018	L.O. 01, Folio 21
Revisión de Equipos de Sondajes (Terreno)	2.2.2.1.2	19-11-2018	21-11-2018	L.O. 01, Folio 24
Protocolo Primer Llenado del Embalse	2.2.2.11	11-12-2019	13-05-2020	L.O. 08, Folio 23 y 24
Protocolo Vaciado de Emergencia del Embalse	2.2.2.12	11-12-2019	13-05-2020	L.O. 08, Folio 23 y 24
Ingeniería de Detalle- Variante a Rutas Enroladas	2.3.1.2.2	04-05-2019	20-09-2019	L.O. 03, Folio 33
Plan de Prevención de Riesgos	2.5	15-04-2019	27-08-2019	L.O. 03, Folio 33
Plan de Medidas de Control	2.6	15-04-2019	27-08-2019	L.O. 03, Folio 33

de Accidentes o Contingencias		13-06-2019		
Plan de Monitoreo de Ruido	2.7.1.2	16-05-2019	16-08-2019	L.O. 03, Folio 09
Propuesta de barrera acústica perimetral	2.7.1.2	16-05-2019	16-08-2019	L.O. 03, Folio 09
Plan de Reasentamiento	7.2.2 RCA	12-03-2019	07-06-2019	L.O. 02, Folio 26
Protocolo Primer Llenado del Embalse	2.2.2.11	11-12-2019	13-05-2020	L.O. 08, Folio 23 y 24
Protocolo Vaciado de Emergencia del Embalse	2.2.2.12	11-12-2019	13-05-2020	L.O. 08, Folio 23 y 24

4.2. Avance en la Ejecución de las Obras

A continuación, se presenta el avance real del proyecto Concesión Embalse las Palmas a octubre de 2022, para luego ser sujeto a evaluación en base a lo planificado.

Avances del proyecto

El avance real del proyecto se mide de acuerdo con el avance físico planificado aprobado presentado en el programa de ejecución de las obras. Si bien el programa de ejecución de las obras inicial tiene fecha a mayo de 2020, actualmente se trabaja con una actualización al programa de fecha de aprobación septiembre 2022.

Con respecto a la línea base programada en mayo de 2020 se presentaron dos desviaciones, debido a la contingencia de la pandemia de Covid-19 durante el 2020 y 2022, lo que ha generado que el avance en los trabajos sea más lento, debido a las medidas sanitarias y de seguridad tomadas para el resguardo de todos los trabajadores. Por consiguiente, el inicio de algunas actividades se ha efectuado de manera tardía.

En informes CHEC de diciembre de 2021 y septiembre 2022, respecto al impacto de la Pandemia en los Trabajos del Embalse, se presentaron dos nuevos programas de ejecución de las obras (PEOC 7,3 y PEOC 2,5), los cuales buscaban modificar las fechas de cumplimiento de los hitos de avance del 30%, 50%, 70% y 90% de las BALI (postergando las fechas de cumplimiento de los hitos en 7,3 meses y en 2,5 meses respectivamente). Ambos informes fueron aceptados en la Resolución de la DGC 3249 de 2021 y en la Resolución de la DGC 3026 de 2022 respectivamente, con lo que se aprobó el actual programa de trabajo que considera un cambio en los hitos respecto a la línea base de 9,8 meses adicionales.

Las nuevas fechas de los hitos del proyecto de avance son las siguientes:

Tabla 4.2: Nuevas Fechas de los hitos de avance.

Avance	Fecha
30%	28-ene-2023
50%	28-sept-2023
70%	28-may-2024
90%	28-dic-2024

A continuación, se presenta el avance real de las actividades que componen el alcance total del proyecto.

Tabla 4.3: Avance real de las obras del proyecto.

EDT	Descripción	Avance Real	Avance Programado
1	Total	19,34%	80,13%
1.2	Entrega de Terrenos	100,00%	100,00%
1.3	Ingeniería de Detalle	100,00%	100,00%
1.4	Estrategias para provocar el mínimo impacto ambiental (Cumplimiento RCA 413/16)	28,60%	74,97%
1.5	Construcción Instalaciones de Faenas	98,17%	100,00%
1.6	Construcción Variante de Caminos	58,83%	100,00%
1.6.1	Variante Ruta E-315	31,61%	100,00%
1.6.2	Variante Ruta E-377D	91,96%	100,00%
1.7	Construcción Obras del Embalse y Obras Anexas a la Presa	15,58%	69,53%
1.7.1	Túnel de Desvió	48,89%	44,63%
1.7.2	Atagüía	32,11%	100,00%
1.7.3	Muro Principal	7,10%	60,94%
1.7.4	Obras de Evacuador de Crecidas	15,66%	100,00%
1.7.5	Muro Secundario	0,00%	100,00%
1.8	Construcción Obras Complementarias	1,41%	67,48%
1.8.1	Canal Alimentador	0,00%	66,01%
1.8.2	Caminos de Operación y Acceso a las Obras	0,00%	100,00%
1.8.3	Estaciones de Control	49,19%	100,00%
1.8.4	Obras de Desvío Crecidas / Quebrada	0,00%	100,00%
1.9	Prueba de la Instrumentación y Puesta en Servicio Provisoria de las Obras	0,00%	0,00%

El resumen de avance respecto al cronograma se presenta en el siguiente resumen de carta Gantt:

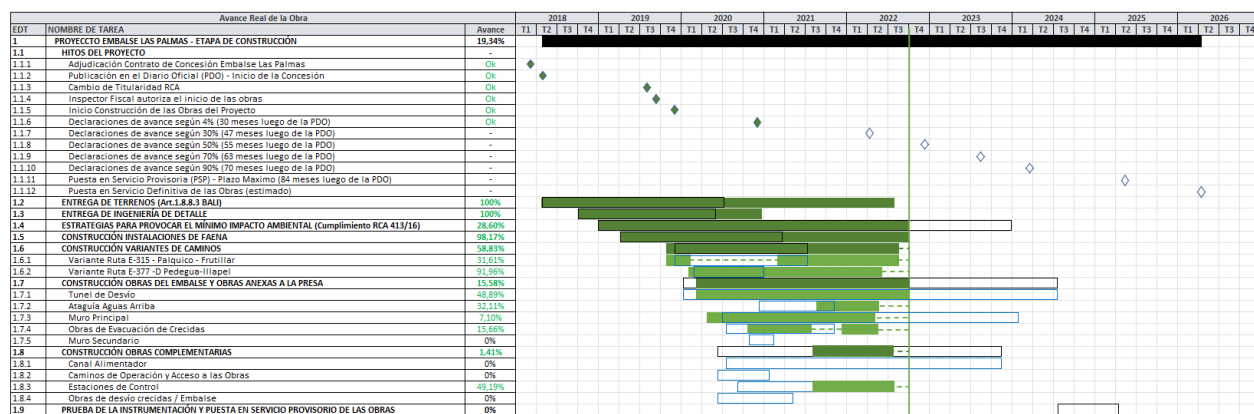


Ilustración 4.1: Resumen del avance real de las actividades según el cronograma inicial del Proyecto.

Fuente original: Elaboración Propia.

La curva de avance físico del proyecto considerando las nuevas fechas para los hitos de avance es la siguiente:

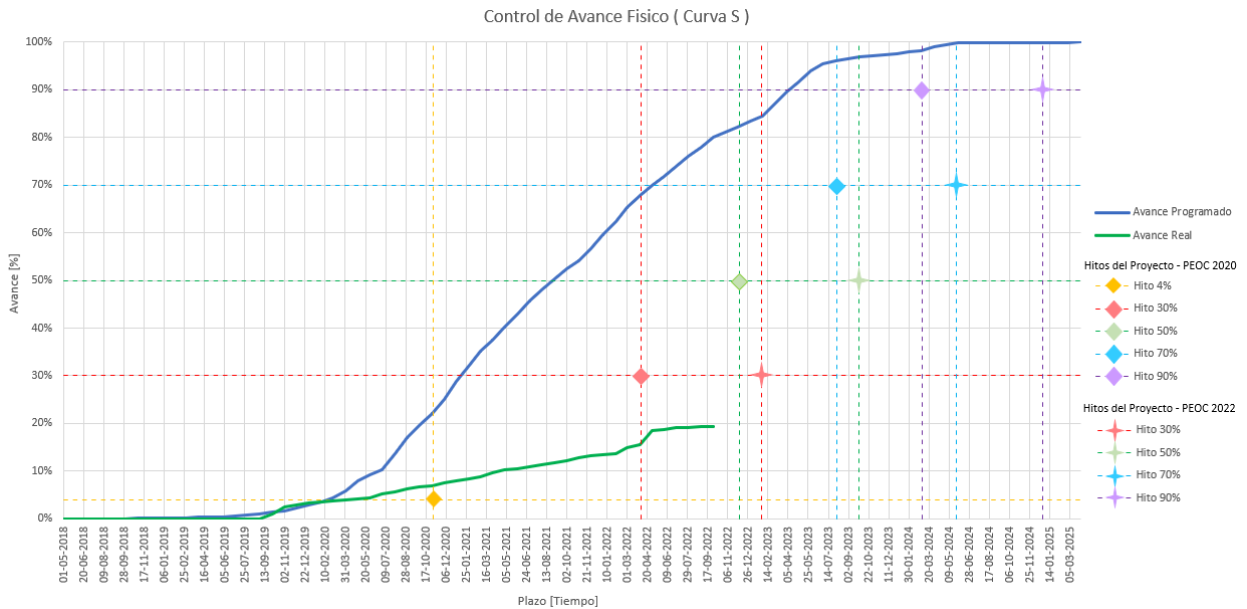


Ilustración 4.2: Curva de Avance Físico Real Vs Programado del Proyecto.

Fuente original: Elaboración Propia.

La curva anterior da cuenta de 105 semanas (24 meses) de retraso en el avance del proyecto, además verifica el cumplimiento en plazo del hito del 4% de avance del proyecto.

Camino Crítico y Holgura de Actividades

El camino crítico del proyecto y las holguras de las actividades consideran las nuevas fechas para los hitos de avance del proyecto son presentados a continuación:

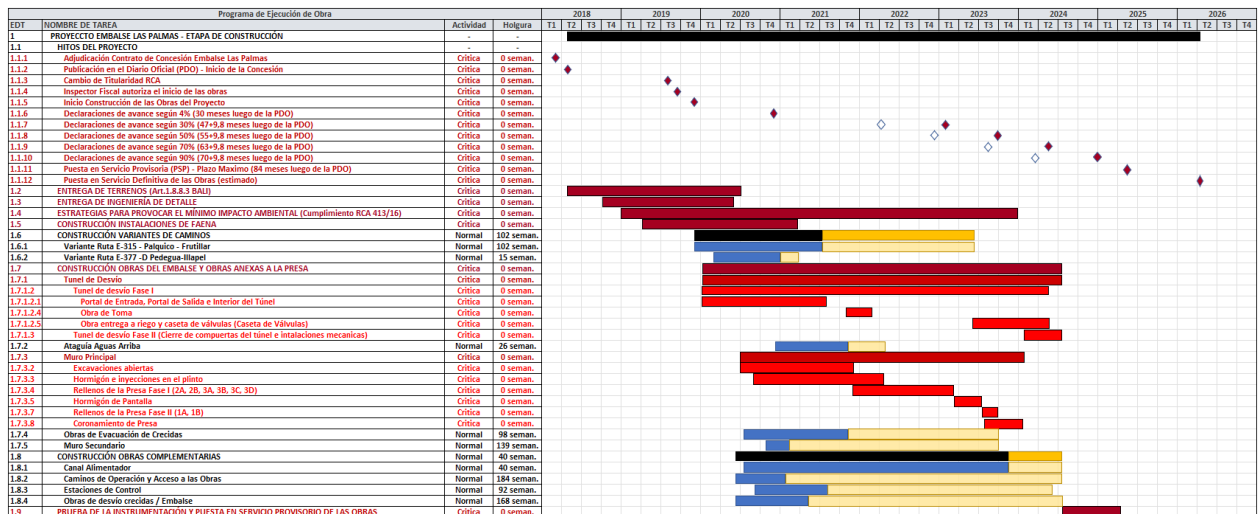


Ilustración 4.3: Resumen del camino crítico y holgura de actividades según el cronograma inicial del Proyecto.

Fuente original: Elaboración Propia.

Las holguras de ciertas obras del proyecto están determinadas por condiciones físicas necesarias para la continuidad de otras obras, o por restricciones de termino que el contrato mismo interpone en la presentación de porcentajes de avance. A continuación, se presentan los más importantes:

- La ladera derecha del muro principal del embalse no puede construirse sin estar en operación la variante a la ruta E-377D, ya que la antigua ruta pasa por esta zona del muro principal.
- Por el centro del muro secundario del embalse pasa la ruta E-315 antigua, por lo tanto, se debe tener en operación la variante al tramo de la ruta E-315 que pasa por el muro.
- La ataguía como máximo debe terminarse en el mismo momento que se termine la obra de toma del túnel de desvío.
- El muro secundario y las obras del evacuador de crecidas están sujetos a terminarse como máximo en la entrega del 50% de avance de las obras según condición de las BALI.
- Las estaciones de control deben terminarse como máximo en la entrega del 70% de avance de las obras según condición de las BALI.
- El canal alimentador, los caminos de operación y acceso, las obras de desvío de crecidas deben terminarse todas como máximo en la fecha para la puesta en servicio provisoria de las obras.

Avance en la entrega de terrenos del embalse

A continuación, se presenta el avance real de la entrega de terrenos de todas las obras que conforman el Contrato de Concesión.

Tabla 4.4: Avance real de la entrega de terrenos del proyecto.

Actividad	Avance Real Ejecutado [%]	Fecha de cumplimiento
Entrega de Terrenos Obras del Embalse y Obras Anexas	100%	09-feb-2019
Traslado y acopio de bienes calificados por el Inspector Fiscal como recuperables y no recuperables (Terrenos del Embalse)	100%	05-mar-2019
Delimitación del Área de Concesión (Terrenos del Embalse)	100%	29-mar-2019
Entrega Terrenos Obras del Canal Alimentador y Bocatoma	100%	14-jun-2022
Traslado y acopio de bienes calificados por el Inspector Fiscal como recuperables y no recuperables (Terrenos Canal)	100%	20-jun-2022
Delimitación del Área de Concesión (Terrenos del Canal)	100%	24-jun-2022

El avance de la entrega de los terrenos es del 100%, es decir, la empresa concesionaria tiene a disposición todos los terrenos de obras para construir.

Es importante notar que la entrega de terrenos de las obras del embalse y las obras anexas fueron realizadas dentro de las fechas estipuladas por el contrato, pero los terrenos del canal alimentador tienen un retraso de 105 semanas (24 meses) por parte de la inspección fiscal en su entrega, esto impide que la empresa realice trabajos en esta obra hasta la fecha de cumplimiento.

Avance de los proyectos de ingeniería de detalle

A continuación, se presenta el avance real para la Ingeniería de Detalle de todas las obras que conforman el Contrato de Concesión.

Tabla 4.5: Avance real de la ingeniería de detalle del proyecto.

Proyecto	Avance Real Ejecutado [%]	Fecha de Aprobación
Variante de Caminos	100%	20-sep-2019
Obras del Embalse	100%	13-may-2020
Otras Obras Complementarias	100%	14-dic-2020
Modelo Hidráulicos: Cámaras de disipación de las obras de entrega a riego, obras de evacuación de crecidas, bocatoma del canal alimentador y estación fluviométrica a continuación de la entrega a riego a pie de presa	100%	10-dic-2020
Red Secundaria	100%	14-dic-2020

El avance de los proyectos de ingeniería definitiva es de 100%, es decir, los planos para construir y los diseños están todos debidamente aprobados, con los estudios respectivos para cada una de las obras. La aprobación de los proyectos está dentro de los establecidos en el contrato y no afecta en los plazos establecidos por el cronograma del proyecto para la ejecución de las obras.

Avances en la construcción de las obras

A continuación, se presenta el avance real de la construcción de las obras que conforman el Contrato de Concesión.

A la fecha de octubre 2022 se están ejecutando partidas que corresponden a variantes a Rutas enroladas (Caminos), desquiches y obras civiles de revestimiento en Túnel de Desvío, excavaciones menores y reposiciones de hormigón en Muro Principal, otras obras como la Ataguía, el Evacuador de Crecidas y las Estaciones Fluviométrica se encuentran detenidas, pero presentan un porcentaje de avance puesto que ya se había trabajado con anterioridad en partidas de ellas.

A continuación, se describe el estado de cada una de las obras ejecutadas.

1. Instalaciones de Faena

A la fecha, las instalaciones de Faenas se encuentran habilitadas y operativas, y ya cuentan con aprobación de uso por parte de la Inspección Fiscal, no obstante su avance es del 98,17%, puesto que existen regularizaciones menores respecto al campamento de contratistas que aún no reciben el 100% de su aprobación, además el desarme de la instalaciones de faenas provisorias es una partida que caen pertenecen a la construcción de instalación de faenas y no se cumplirán hasta el termino de las obras. Los plazos de la ejecución de la instalación de faenas están dentro de los plazos establecidos por el cronograma del proyecto por lo que no afecta directamente al plazo total del proyecto.

2. Variantes de Caminos

Se tiene un avance acumulado a la fecha en ambas variantes de un 58,83%.

La Variante Ruta E-315 tiene un avance del 31,61%, a la fecha se continúa con las obras de excavación y rellenos. Además, en el periodo se ha avanzado en la construcción de las obras de saneamiento.

La curva de avance físico de esta obra es la siguiente:

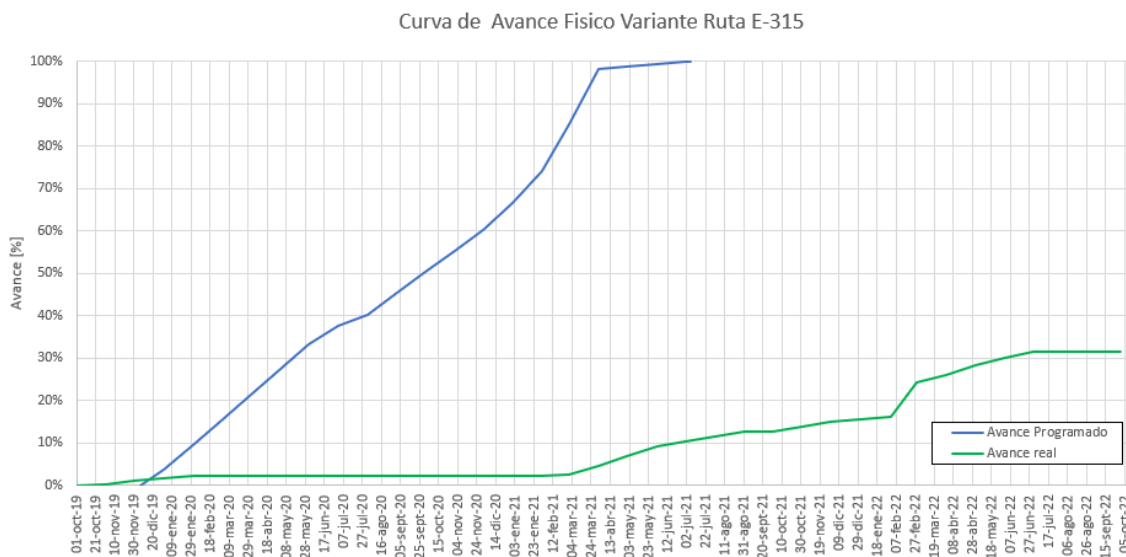


Ilustración 4.4: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Variante Ruta E-315.

Fuente original: Elaboración Propia.

La curva anterior da cuenta de 123 semanas de retraso, siendo 102 semanas las permitidas por holgura de esta actividad según el cronograma del proyecto, lo que significa que el retraso afectaría directamente en el plazo total del proyecto en 21 semanas.

La Variante Ruta E-377D tiene un avance del 91,96%, durante marzo de 2022 se completaron los trabajos menores que quedaban pendientes de la obra, pero hasta el presente periodo se ha gestionado la aprobación de los trabajos ya ejecutados, teniendo que corregir detalles solicitados por la inspección fiscal en cada uno de los últimos periodos, se espera la autorización final de la obra para su apertura y posterior puesta en servicio en el próximo periodo.

La curva de avance físico de esta obra es la siguiente:

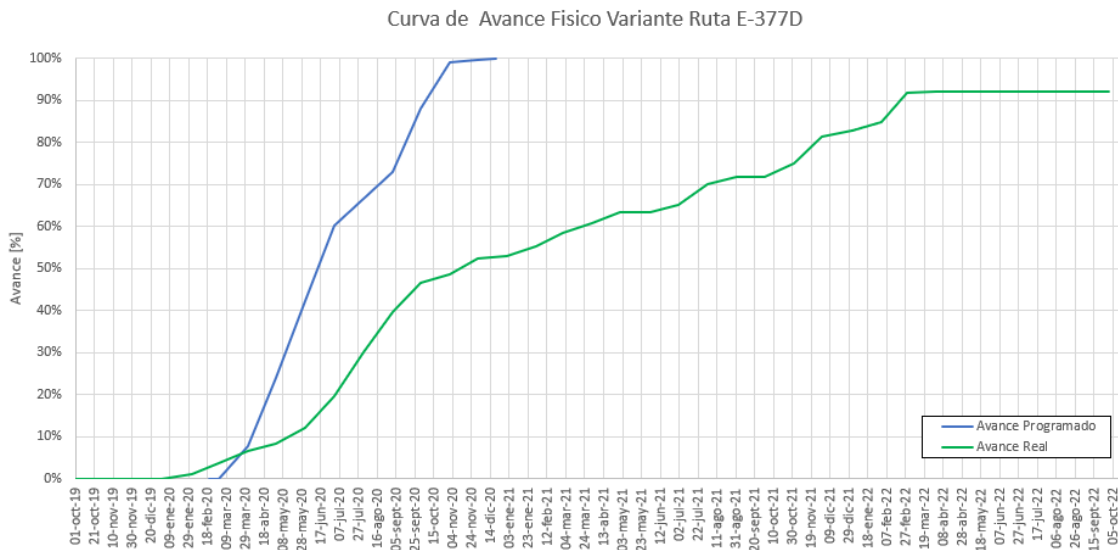


Ilustración 4.5: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Variante Ruta E-377D.

Fuente original: Elaboración Propia.

La curva anterior da cuenta de 103 semanas de retraso, siendo 15 semanas las permitidas por holgura de esta actividad según el cronograma del proyecto, lo que significa que el retraso afectaría directamente en el plazo total del proyecto en 88 semanas.

3. Obras del Embalse y Obras Anexas a la Presa

Se tiene un avance acumulado a la fecha en obras del embalse y sus obras anexas de un 15,58%.

Las Obras del Túnel de Desvío tienen un avance del 48,89%, a la fecha cuentan con la preparación de terreno terminada, la excavación y fortificación del interior del túnel y de los portales casi terminados. Durante el periodo se ha continuado trabajando en el hormigonado de losas y muros del túnel. Para la obra de toma la excavación masiva en roca se encuentra casi terminada.

La curva de avance físico de esta obra es la siguiente:

Curva de Avance Físico Túnel de Desvío

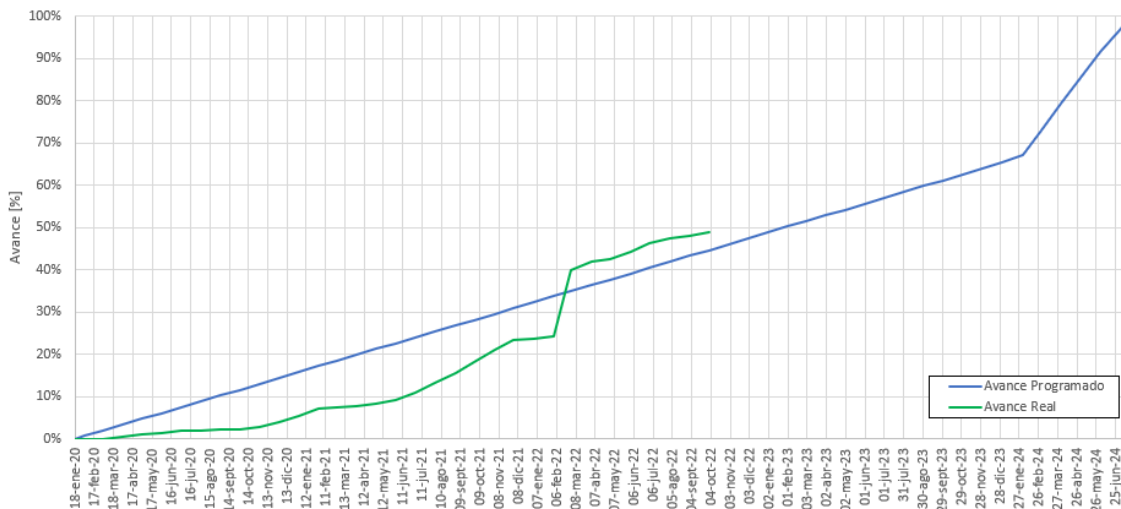


Ilustración 4.6: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Obras Túnel de Desvío.

Fuente original: Elaboración Propia.

La curva anterior da cuenta de 13 semanas de adelanto respecto al cronograma, considerando que el túnel de desvío es una actividad crítica del proyecto, las semanas de adelanto afectarían directamente al plazo total del proyecto.

La Obras de la Ataguía tienen un avance del 32,11%, a la fecha se cuenta con las excavaciones medianamente avanzadas y se iniciaron los rellenos del material de núcleo y soporte. Las labores se encuentran detenidas desde mayo debido a que no se han completado los trabajos en el Túnel de Desvío, por lo que en el periodo no se tuvo avance.

La curva de avance físico de esta obra es la siguiente:

Curva de Avance Físico Ataguía

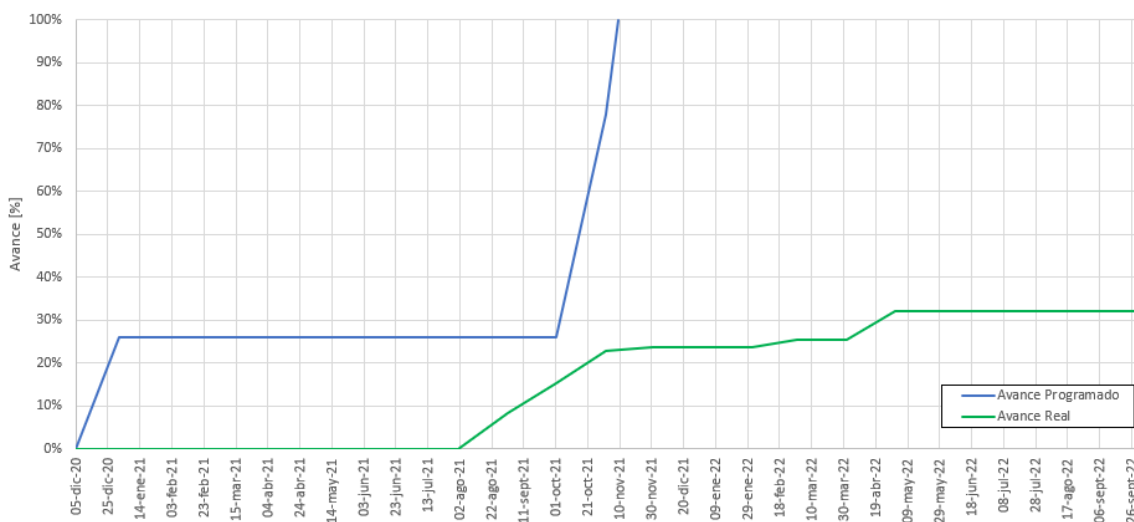


Ilustración 4.7: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Ataguía.

Fuente original: Elaboración Propia.

La curva anterior da cuenta de 52 semanas de retraso, siendo 26 semanas las permitidas por holgura de esta actividad según el cronograma del proyecto, lo que significa que el retraso afectaría directamente en el plazo total del proyecto en 26 semanas.

Las Obras del Muro Principal tienen un avance del 7,10%, a la fecha se tiene un gran avance de las excavaciones abiertas para el plinto y se ha trabajado en las inyecciones de las laderas izquierda y derecha, pero esta actividad se encuentra detenida debido al retraso en la aprobación y puesta en servicio de la variante a la ruta E-377D que impiden los trabajos de la ladera derecha. Respecto al Plinto en el cauce este se encuentra totalmente terminado y hormigonado.

Durante el periodo no se ha trabajado en la obra y se encuentra paralizadas las actividades desde mayo 2022.

La curva de avance físico de esta obra es la siguiente:

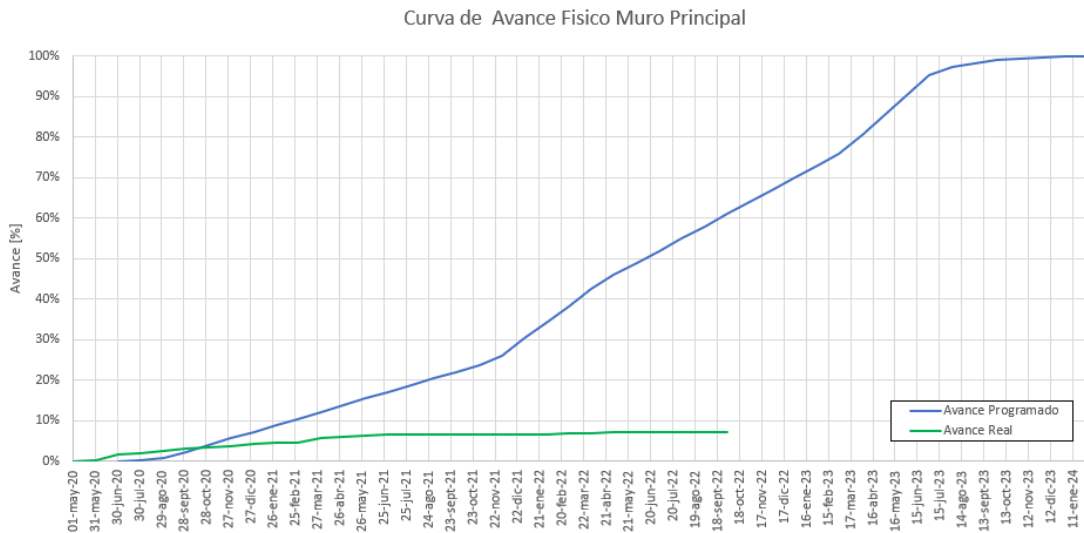


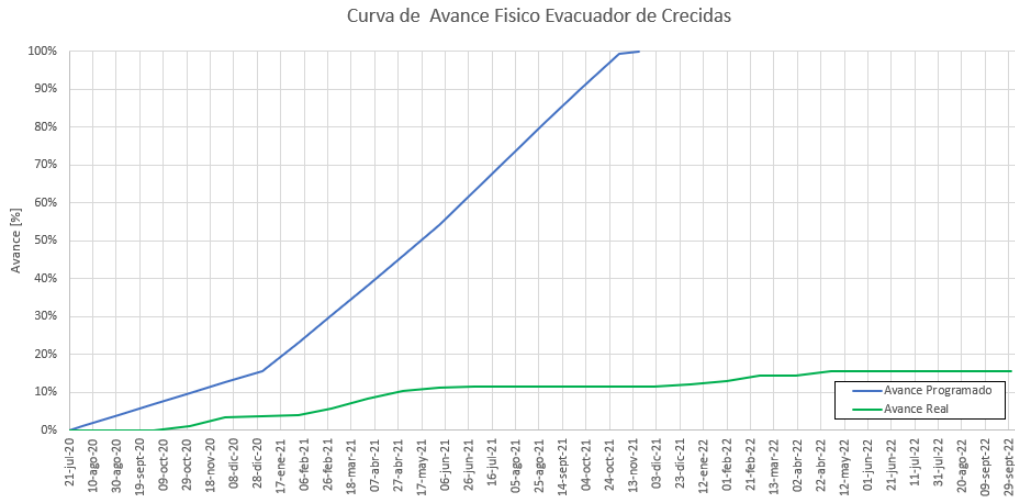
Ilustración 4.8: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Muro Principal.

Fuente original: Elaboración Propia.

La curva anterior da cuenta de 92 semanas de retraso, considerando que el muro principal es una actividad crítica del proyecto, las semanas de retraso afectarían directamente al plazo total del proyecto.

Las Obras de Evacuación de Crecidas tienen un avance del 15,66%, a la fecha la excavación de la obra están completadas, pero desde mayo de 2022 se detuvieron las actividades de esta obra y no se ha vuelto a retomar en el actual periodo.

La curva de avance físico de esta obra es la siguiente:



*Ilustración 4.9: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Evacuador de Crecidas.
Fuente original: Elaboración Propia.*

La curva anterior da cuenta de 91 semanas de retraso siendo 98 semanas las permitidas por holgura de esta actividad según el cronograma del proyecto, lo que significa que el retraso no afectaría en el plazo total del proyecto.

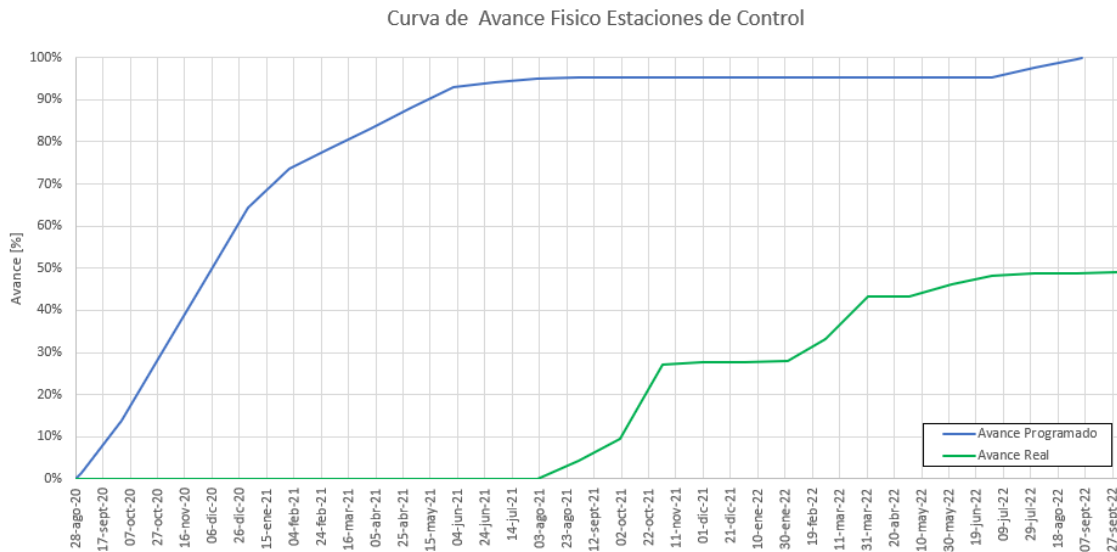
Respecto a las Obras del Muro Secundario a la fecha no han comenzado por lo que tienen un avance de 0% y un retraso de 100 semanas de su partida, no obstante, la holgura de esta actividad es de 139 semanas según el cronograma del proyecto, lo que significa que el retraso no afectaría en el plazo total del proyecto.

4. Obras Complementarias del Embalse

Se tiene un avance acumulado a la fecha en las obras complementarias del embalse de un 1,41%, el cual representa en su totalidad al avance obtenido por las estaciones de control, no se ha trabajado en las otras obras.

Las Obras de las Estaciones de Control tienen un avance del 49,19%, a la fecha se ha trabajado exclusivamente en las estaciones fluviométricas teniendo ambas un gran avance. Las obras de hormigón de ambas estaciones sector Frutillar y Carditas se encuentran finalizadas, actualmente se están realizando trabajos de contenciones y rellenos.

La curva de avance físico de esta obra es la siguiente:



*Ilustración 4.10: Curva de Avance Físico Real Vs Programado Estaciones de Control.
Fuente original: Elaboración Propia.*

La curva anterior da cuenta de 95 semanas de retraso, siendo 92 semanas las permitidas por holgura de esta actividad según el cronograma del proyecto, lo que significa que el retraso afectaría directamente en el plazo total del proyecto en 3 semanas.

Respecto a las otras obras que no se han comenzado, se tiene para el canal alimentador un retraso de 115 semanas, siendo 40 semanas las permitidas por holgura de esta actividad según el cronograma del proyecto, lo que significa que el retraso afectaría directamente en el plazo total del proyecto en 75 semanas.

Para las obras en los caminos de operación y acceso se tiene un retraso de 122 semanas, siendo 184 semanas las permitidas por holgura y para las obras de desvío de crecidas se tiene un retraso de 122 semanas, siendo 168 semanas las permitidas por holgura, lo que significa que el retraso de ambas actividades no afectaría en el plazo total del proyecto.

Costos del proyecto

El costo real del proyecto se mide de acuerdo con el presupuesto de inversión aprobado presentado en el programa de ejecución de las obras. Si bien el programa de ejecución de las obras inicial tiene fecha a mayo de 2020, actualmente se trabaja con una actualización al programa de fecha de aprobación septiembre 2022.

La nueva actualización del PEOC no genera un presupuesto distinto y se mantiene la misma línea base de costos de mayo de 2020. En el anexo A se presenta el valor neto de costos ejecutados, a continuación, se muestra un resumen del costo real de las actividades que componen el presupuesto total del proyecto.

Tabla 4.6: Costo real de las obras del proyecto.

EDT	Descripción	Costo Real UF
1	Total	912.496
1.2	Entrega de Terrenos	0
1.3	Ingeniería de Detalle	75.808
1.4	Estrategias para provocar el mínimo impacto ambiental (Cumplimiento RCA 413/16)	97.433
1.5	Construcción Instalaciones de Faenas	143.770
1.6	Construcción Variante de Caminos	170.962
1.6.1	Variante Ruta E-315	67.311
1.6.2	Variante Ruta E-377D	103.650
1.7	Construcción Obras del Embalse y Obras Anexas a la Presa	399.245
1.7.1	Túnel de Desvió	188.528
1.7.2	Ataguía	12.641
1.7.3	Muro Principal	114.202
1.7.4	Obras de Evacuador de Crecidas	83.874
1.7.5	Muro Secundario	0
1.8	Construcción Obras Complementarias	25.278
1.8.1	Canal Alimentador	0
1.8.2	Caminos de Operación y Acceso a las Obras	566
1.8.3	Estaciones de Control	24.713
1.8.4	Obras de Desvió Crecidas / Quebrada	0
1.9	Prueba de la Instrumentación y Puesta en Servicio Provisoria de las Obras	0

En base a los costos incurridos en el transcurso de la ejecución del proyecto se calcula el cronograma de presupuesto de inversión real en el tiempo.

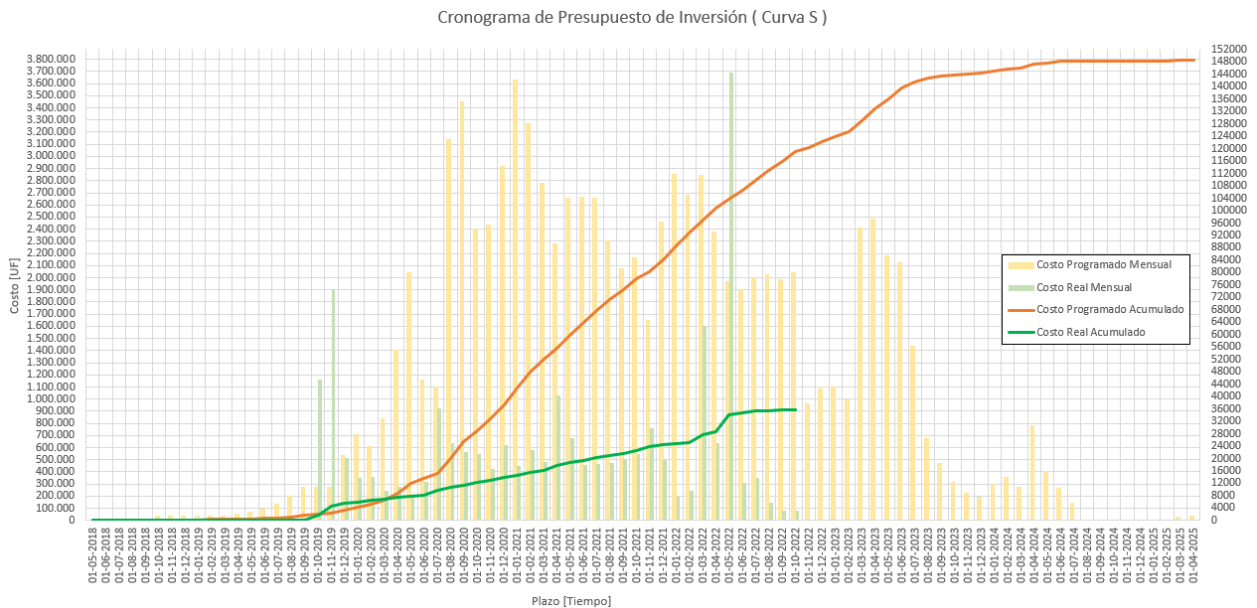


Ilustración 4.11: Cronograma de Presupuesto de Inversión Real vs Programado.
Fuente original: Elaboración Propia.

La curva anterior da cuenta de que la empresa ha gastado menos que el costo realmente programado por el presupuesto de inversión.

Método del Valor Ganado

En función del desempeño del proyecto se puede realizar el análisis del valor ganado, para así comparar la línea base de costos frente a los costos reales utilizados en la ejecución del proyecto.

A continuación, se muestran las variables calculadas para el análisis:

BAC	Costo planeado del trabajo total a realizar	3.791.232			
X%	Trabajo real ejecutado a la fecha	19,345%			
PV	Costo presupuestado del trabajo planificado a la fecha	3.038.132			
AC	Costo real del trabajo realizado a la fecha	912.496			
EV	Valor ganado con el trabajo realizado $X\% \cdot BAC$	733.410			
CV	Varianza de Costos EV-AC	-179.086	< 0 hay sobrecosto	> 0 hay ahorro	
SV	Varianza de Cronograma EV-PV	-60,79% -2.304.722	< 0 hay retraso	> 0 hay adelanto	
RV	Varianza de Recursos AC-PV	-2.125.636	< 0 hay utilización de menos recursos	> 0 hay utilización de más recursos	
CPI	Índice desempeño costos EV/AC	0,80	< 1 hay sobrecosto	> 1 hay ahorro	
SPI	Índice desempeño cronograma EV/PV	0,24	< 1 hay retraso	> 1 hay adelanto	
ETC	Costo del trabajo que falta por terminar		EAT Estimación de Costo al Termino	AC + ETC	
	$ETC = BAC - EV$	3.057.822 (I)	→	EAT = 3.970.318	→ VAC = -179.086
	$ETC = (BAC - EV) / CPI$	3.804.489 (II)	→	EAT = 4.716.985	→ VAC = -925.753
	$ETC = (BAC - EV) / (a \cdot CPI + b \cdot SPI) ; a + b = 1$				
	a = 0,5 b = 0,5	5.851.495 (III)	→	EAT = 6.763.991	→ VAC = -2.972.759
	a = 0,75 b = 0,25	4.611.016 (IV)	→	EAT = 5.523.512	→ VAC = -1.732.280
	a = 0,25 b = 0,75	8.005.056 (V)	→	EAT = 8.917.552	→ VAC = -5.126.320
					VAC = BAC - EAT
TCPI	Índice de desempeño del trabajo por completar / Considerando EAT (II)				Variación al Termino
	$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$	1,06	Difícil obtener este pronóstico		
	$TCPI = (BAC - EV) / (EAT - AC)$	0,80	Pronóstico más adecuado según el desempeño de costos		

Ilustración 4.12: Variables calculadas para el método del valor ganado.

Fuente original: Elaboración Propia.

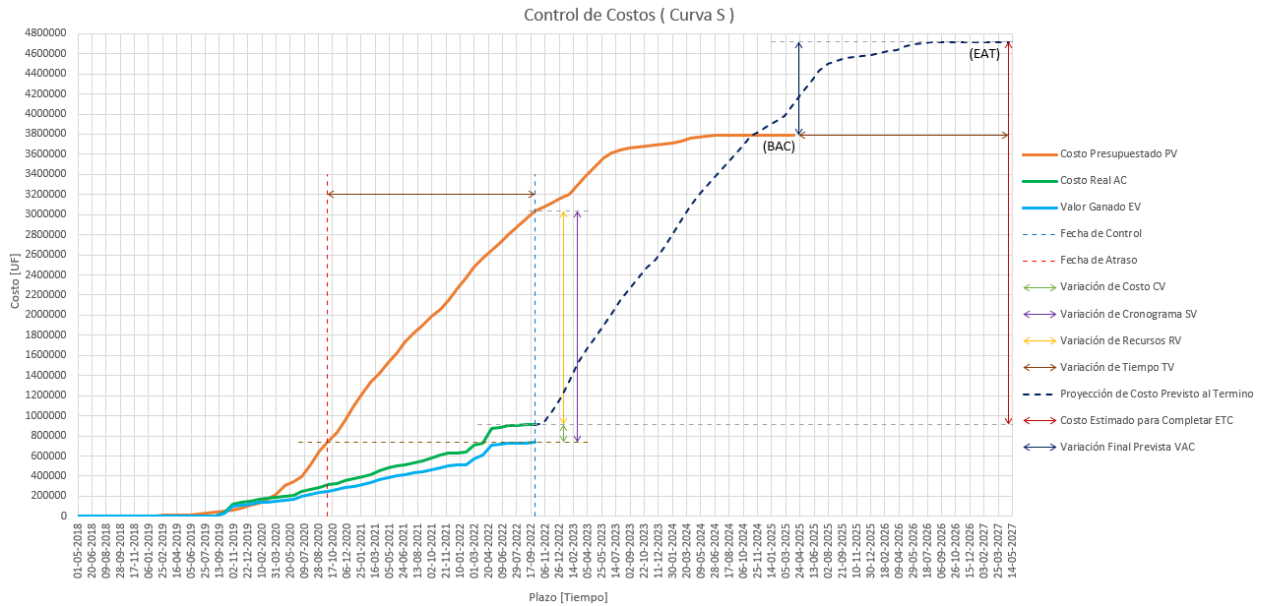
A partir de las variables se puede deducir, lo siguiente:

- El valor ganado del proyecto es menor al costo real invertido, es decir, hay un sobrecosto de 179.086 UF en el proyecto ya que el gasto ha sido mayor al esperado gastar según el presupuesto para este porcentaje de avance en la obra.
- El valor ganado del proyecto es menor al costo presupuestado, es decir, hay un retraso de un 60,79% de avance en el proyecto ya que a la fecha se debería tener mucho más trabajo real ejecutado que aportará al avance de la obra.
- El costo real del trabajo ejecutado es menor al costo presupuestado para el trabajo que se debería tener a la fecha en el proyecto, es decir, se ha utilizado menos recursos de lo necesario para llegar al valor planificado.
- El índice de desempeño del costo es de 0,8 lo cual da cuenta de un desempeño menor al necesario para obtener una igualdad entre el trabajo ganado y el costo real invertido

en ese trabajo. No obstante que sea un valor cercano a 1 significa que el desempeño no es tan malo.

- El índice de desempeño del cronograma es de 0,24 lo cual da cuenta de un desempeño menor al necesario para obtener un avance ganado similar al planificado, es importante notar que al ser un valor tan cercano a 0 significa que el desempeño en relación con el cronograma es muy malo.
- La estimación de costo al termino se calcula con los tres pronósticos más comunes
 - Para la tasa de desempeño presupuestada (I) se tiene una estimación de costo de al termino de 3.970.318 UF, es decir, un 4,7% más (179.086 UF más) que el BAC presupuestado, este valor corresponde a la varianza de costos calculada CV.
 - Para la tasa de desempeño actual del costo (II) se tiene una estimación de costo al termino de 4.716.985 UF, es decir, un 24,4% más (925.753 UF más) que el BAC presupuestado.
 - Para la tasa de desempeño actual del costo y la tasa de desempeño actual del cronograma, se realizan 3 casos. Uno considerando igual importancia para el desempeño del costo y el cronograma ($a = 0,5$ y $b = 0,5$) donde se tiene una estimación de costo al termino (III) de 6.763.991 UF. Otro considerando mayor importancia para el desempeño del costo ($a = 0,75$ y $b = 0,25$) donde se tiene una estimación de costo al termino (IV) de 5.523.512 UF. Por último, otro considerando mayor importancia para el desempeño del cronograma ($a = 0,25$ y $b = 0,75$) donde se tiene una estimación de costo al termino (V) de 8.917.552 UF. Para estos tres casos la estimación de costo es mayor al BAC presupuestado, para el caso (III) un 78,4% más (2.972.759 UF más) más, para el caso (IV) un 45,7% más (1.732.280 UF más) más y para el caso (V) un 135,2% más (5.126.320 UF más) más.
- El índice del desempeño del trabajo por completar para el caso de querer completar el proyecto en el costo total planeado BAC es de un 1,06 lo cual da cuenta de ser muy difícil obtener este pronóstico, la empresa debería mejorar mucho el desempeño en el uso de sus recursos para lograr este objetivo, en cambio, para el caso de querer completar el proyecto en el costo estimado al termino EAT por la tasa de desempeño actual del costo (II), el índice de desempeño del trabajo por completar es de un 0,80 pronóstico más adecuado considerando los resultados actuales del proyecto.

Las variables e indicadores calculados en el método del valor ganado nos entregan la siguiente representación gráfica de la tendencia del proyecto a lo largo del tiempo. El valor de la estimación de costo al termino graficada es el considerando el desempeño actual del costo (II).

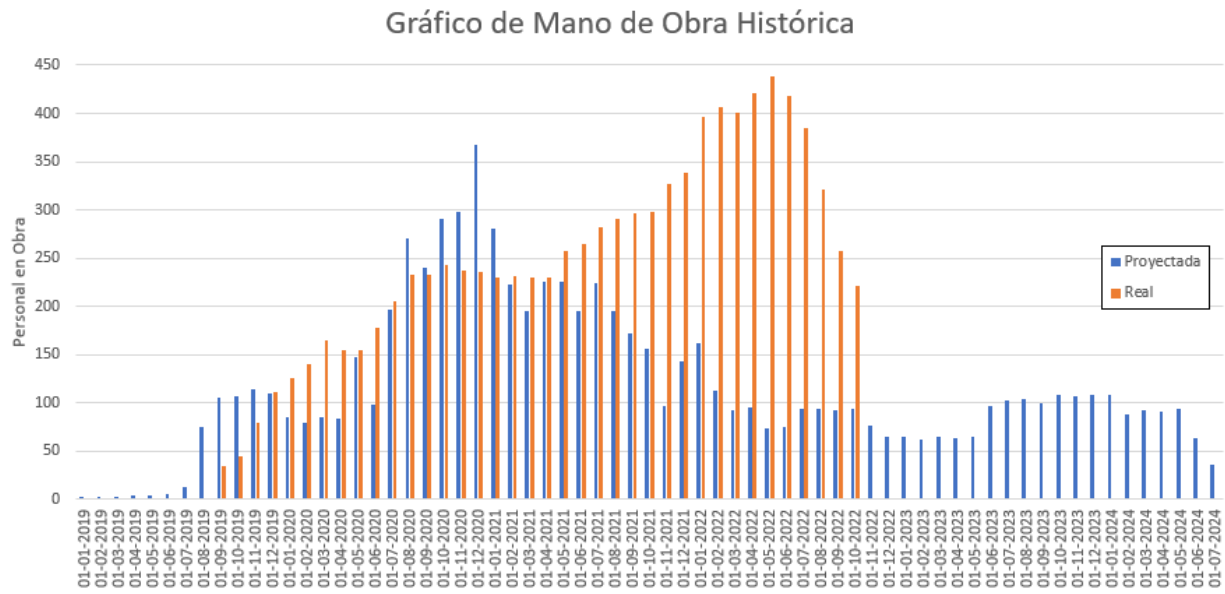


*Ilustración 4.13: Representación gráfica del método del valor ganado para el proyecto.
Fuente original: Elaboración Propia.*

Recursos utilizados en la construcción de las obras

Los recursos usados para realizar cada actividad en forma permanente y eventual para desarrollar la construcción de estas obras han sido los siguientes a lo largo del proyecto:

Los Recursos Humanos (Mano de Obra) Histórica se presentan en el siguiente gráfico comparando la estimación de personal proyectada para el proyecto.



*Ilustración 4.14: Mano de Obra Histórica Real del Proyecto
Fuente original: Elaboración Propia.*

Tabla 4.7: Mano de Obra Promedio y Máxima utilizada en el Proyecto

Mano de Obra Promedio	Mano de Obra Máximo
142	438

Las Maquinaria y equipos disponible en la obra son los siguientes:

Tabla 4.8: Maquinaria disponible en el proyecto.

Equipo	Marca y Modelo		Cantidad	Operación
Excavadora	Volvo	EC300 DL	2	1
Excavadora	Volvo	EC120	1	1
Excavadora	Hyunday	H520	2	2
Excavadora	Hyunday	H260	2	0
Excavadora	JCB	JS29D	2	0
Excavadora	XCMG	XCMG 900	1	1
Excavadora	XCMG	XCMG 490	2	2
Excavadora	CAT	349	2	2
Excavadora	Sany	SH500H	3	3
Bulldozer	Shantui	SD22	3	2
Bulldozer	Shantui	SD32	2	1
Cargador Frontal	Lovol	FL956 F	2	1
Cargador Frontal	Shantui	SL50WA	1	1
Cargador Frontal	Shantui	SL50WN	2	2
Cargador Frontal	Liugong	CLG836	1	1
Compactador	Shantui	SR22MP	3	3
Compactador	Liugong	CLG6626E	1	1
Compactador	XCMG	XS 142J	1	1
Grúa	XCMG	42ton	2	1
Grúa	Sany	75ton	1	1
Grúa	XCMG	75ton	1	1
Motoniveladora	Shantui	SG-21	1	1
Retro excavadora	JCB	3CX	1	1
Retro excavadora	XCMG	WZ30-25	1	1
Retro excavadora	Liugong	CLG766A	1	1
Tracto Camión	Dongfeng	DF3338	2	1
Camión Tolva	Sinotruck	T7H 20m3	24	18
Camión Tolva	Sinotruck	H3M 6,5m3	3	3
Perforadora Jumbo	Xintong	DW31	1	0
Track Drill	ZGYX	420-1	1	1
Horquilla	Liugong	5T	1	1
Horquilla	Liugong	3T	2	2
Camión Mixer		6m3	2	2
Camión Mixer		8m3	4	3
Camión Aljibe		10m3	3	2
Camion Cama Baja	Random	SR CT PL 02 35	2	2

Camión ¾	FOTON	AUMARK 613E	2	2
Camión Tunel	Sinotruck	HOMAN H3M	3	3
Camioneta	Great Wall	WINGLE 5 LUX 4x4 2.0	2	2
Camioneta	Nissan	Navara DCAB	3	3
Camioneta	Toyota		2	2
Camioneta	Mitsubishi	L200 Katana	2	2
Compresor	Puma	GE150300	3	0
Generador	Caterpillar	C-15	6	5
Generador	Jiangsu	XG-30	4	3
Generador	Jiangsu	XG-200	4	2

Los Materiales disponibles para rellenos de la presa (Empréstitos) en el área de inundación del embalse son los siguientes según informes de calicatas realizados a la fecha y adendas enviadas a la autoridad medioambiental.

Tabla 4.9: Superficies de empréstitos en el área de inundación

Sectores de empréstito	UTM Norte	UTM Este	Superficie (ha)
SECTOR PROPUESTO EMPRESTITO 2B-3B-3C-3D	6.433.502	299.260	11,6
SECTOR PROPUESTO EMPRESTITO 1A-3B-3C-3D	6.433.362	298.929	5,0
SECTOR PROPUESTO EMPRESTITO 1A-3B-3C-3D	6.433.826	299.413	6,8
SECTOR PROPUESTO EMPRESTITO 3A-3B-3C-3D	6.434.089	299.102	15,5
SECTOR PROPUESTO EMPRESTITO 3B-3C-3D-3E	6.432.966	299.130	72,6
SECTOR PROPUESTO EMPRESTITO 1C	6.431.179	299.315	6,2
Total			117,7

La superficie total de empréstitos es de 117,7 ha, la profundidad promedio de extracción de los áridos será de 3,5 m y el volumen total de material disponible para los rellenos es de 3.300.000 m³.

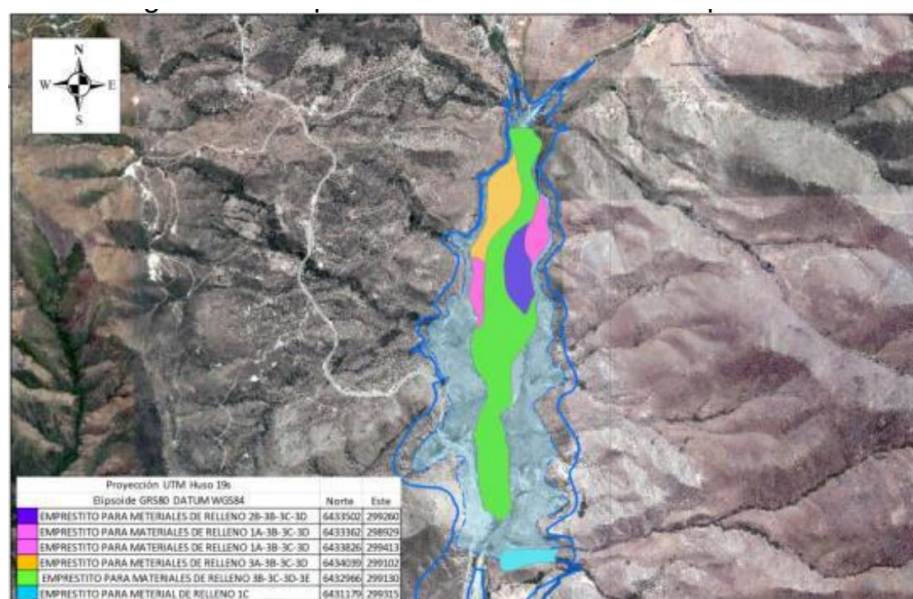


Ilustración 4.15: Ubicación de superficies de empréstitos según tipo de material
Fuente original: Informe de adendas enviada a la autoridad ambiental.

4.3. Avance en el aseguramiento de la Calidad

A continuación, se presenta el avance y seguimiento real del cumplimiento del plan de aseguramiento de calidad del proyecto Concesión Embalse las Palmas a octubre de 2022, para luego ser sujeto a evaluación en base a la línea base.

Certificación de la empresa

La empresa adjudicataria del presente proyecto Concesionado es China Harbour Engineering Company Ltda (CHEC Ltda) como se describe en el capítulo 3, a partir de esta empresa se genera la Sociedad Concesionaria del Proyecto, la cual para cumplir con los requerimientos del contrato, envía mediante carta de enero 2020 a la inspección fiscal de las obras los documentos de certificación de la empresa con la norma ISO9001-2015 “Sistemas de gestión de la calidad”, con la norma ISO45001-2018 “Sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional” y con la norma ISO14001-2015 “Sistema de gestión ambiental, a su vez la empresa contratada mediante contrato EPC para la construcción de las obras es la empresa contratista CHEC Chile SpA filial de propiedad absoluta por la empresa CHEC Ltda, por lo que es cubierta por los mismos sistemas ISO vigentes.

Procedimiento específicos

Con el avance de la ejecución de las obras y la implementación del Plan del aseguramiento de la Calidad se han desarrollado los siguientes procedimientos específicos aprobados para actividades definidas en el nivel 1.

Tabla 4.10: Procedimientos específicos generados para le ejecución de las obras.

n°	Nombre del documento	Procedencia	Responsable
1	Procedimiento levantamiento y replanteo topográfico	Interna	CHEC Chile
2	Procedimiento excavación en terrenos de cualquier naturaleza (TCN)	Interna	CHEC Chile
3	Procedimiento saneamiento y obras de arte variantes de rutas	Interna	CHEC Chile
4	Procedimiento de moldajes	Interna	CHEC Chile
5	Procedimiento colocación de enfierradura	Interna	CHEC Chile
6	Procedimiento colocación de hormigón	Interna	CHEC Chile
7	Instructivo reparación de hormigón y junta de construcción	Interna	CHEC Chile
8	Procedimiento perforación en zonas abiertas	Interna	CHEC Chile
9	Procedimiento acuñadura y carguío de marina	Interna	CHEC Chile
10	Procedimiento relleno y compactación de terraplenes	Interna	CHEC Chile
11	Procedimiento subbase granular CBR>=40%	Interna	CHEC Chile
12	Procedimiento base granular CBR>=100%	Interna	CHEC Chile
13	Procedimiento fortificación de taludes	Interna	CHEC Chile
14	Procedimiento hormigón proyectado	Interna	CHEC Chile
15	Procedimiento topografía túnel	Interna	CHEC Chile
16	Procedimiento perforación en túnel	Interna	CHEC Chile
17	Procedimiento fortificación en túnel	Interna	CHEC Chile
18	Procedimiento de montaje de marcos reticulados	Interna	CHEC Chile
19	Procedimiento de construcción ataguía	Interna	CHEC Chile

20	Procedimiento de construcción plinto	Interna	CHEC Chile
21	Procedimiento terraplenes (canchas) de pruebas	Interna	CHEC Chile
22	Procedimiento rellenos muro principal	Interna	CHEC Chile
23	Procedimiento manejo de empréstito	Interna	CHEC Chile
24	Procedimiento construcción estaciones fluviométricas	Interna	CHEC Chile
25	Instructivo construcción dren basal	Interna	CHEC Chile
26	Instructivo protección de terraplenes	Interna	CHEC Chile
27	Procedimiento específico excavación caverna de váñvulas	Interna	CHEC Chile
28	Procedimiento específico evacuación de crecidas	Interna	CHEC Chile
29	Procedimiento específico hormigón de revestimiento túnel de desvío	Interna	CHEC Chile
30	Instructivo instalación de soleras	Interna	CHEC Chile
31	Instructivo caminos de acceso muro principal	Interna	CHEC Chile
32	Procedimiento manipulación de explosivos	Externa	Diexa
33	Procedimiento voladora a cielo abierto	Externa	Diexa
34	Procedimiento base granular	Externa	APIA
35	Procedimiento doble tratamiento asfáltico	Externa	APIA
36	Procedimiento imprimación	Externa	APIA
37	Procedimiento carguío y tronadura subterránea	Externa	Diexa
38	Instalación piezómetro de cuerda vibrante	Externa	Geomediciones
39	Instalación piezómetro casa grande	Externa	Geomediciones
40	Instalación acetímetro eléctrico	Externa	Geomediciones
41	Procedimiento reparación de cuerda vibrante	Externa	Geomediciones
42	Procedimiento borrado mecánico	Externa	APIA
43	Procedimiento demarcación horizontal	Externa	APIA
44	Instalación señal vertical	Externa	APIA
45	Instalación defensa metálica	Externa	APIA
46	Instalación tacha y tachones	Externa	APIA
47	Procedimiento demarcación simbología termo	Externa	APIA
48	Procedimiento demarcación termoplástica spray	Externa	APIA
49	Procedimiento aplicación pintura doble componente	Externa	APIA
50	Procedimiento limpieza de señales de tránsito	Externa	APIA
51	Procedimiento demarcación acrílica	Externa	APIA
52	Procedimiento perforación de roca para hincado de postes	Externa	APIA
53	Procedimiento demarcación multipunto	Externa	APIA
54	Procedimiento demarcación bordes alertadores	Externa	APIA
55	Procedimiento instalación de reservorio	Externa	Geomediciones

Control de los Objetivos de Calidad

El logro en el desarrollo del plan de aseguramiento de calidad se medirá de acuerdo con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

El seguimiento de los objetivos de calidad se presenta a continuación:

Tabla 4.11: Control de los Objetivos de Calidad.

Objetivos de Calidad		2020			2021												2022										
N°	Objetivo	Meta	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct
1	Término de obra dentro de los plazos	>=0.90	0,34	0,32	0,30	0,27	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23	0,22	0,22	0,24	0,24	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24
2	Obtener nivel aceptable en la Medición de Satisfacción del Cliente	>=75%	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
3	Evitar Multas por parte del Cliente o terceros de tipo Administrativas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Tener cero accidente con tiempo perdido en obra	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	1	2	0	1	0	0	0	1	1	3	3	1	0	0	0	0
5	Cierre de No Conformidades (NC) dentro de 30 días	0	2	3	3	2	5	7	8	9	9	9	6	3	2	3	5	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3
6	Control de Riesgos ambientales, legales, sociales y de seguridad del entorno de las obras.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Cumplimiento del 100% del Programa de Inspección y Ensayos.	>=1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

De la tabla anterior podemos deducir que, de los 7 objetivos de calidad, 3 se han cumplido en su totalidad todos los meses de construcción del proyecto, puesto que no se han tenido multas por parte del estado en todo el desarrollo del proyecto, también se han controlado los riesgos ambientales, legales, sociales y de seguridad evitando incidentes en cada uno de los periodos y por último se ha cumplido en un 100% mensualmente con el programa de inspección y ensayos.

Respecto al termino de obra dentro de los plazos es un objetivo que nunca se ha cumplido, puesto que en todos los periodos la variación en el avance de obra real vs el programado a sido menor a un 34%, esto en función en el bajo desempeño que ha tenido la empresa en la ejecución de las obras.

Las no conformidades no cerradas en un plazo máximo de 30 días también es un objetivo que nunca se ha cumplido, puesto que en todos los periodos siempre hubo al menos 2 no conformidades abiertas que difiera de la meta de 0 no conformidades cerradas en más de 30 días.

Los accidentes con tiempo perdido en obra (graves o fatales) han estado presente en 11 periodos de los 25 periodos de la obra es decir en un 44% del total de periodos ejecutados. Si bien este objetivo tiene por meta tener un 0 de incidencias es importante notar que a pesar de no cumplir el objetivo en todos los periodos en su mayoría si se cumplió. Como antecedentes de los accidentes ocurridos ninguno ha sido fatal y los accidentes graves han sido manejados con los protocolos del plan de seguridad y salud del proyecto, con tal de no afectar la continuidad de las obras.

El objetivo numero dos no se cuenta con respuestas por parte del gerente general entonces no es un objetivo que se pueda ir controlando en el tiempo.

Control de los Certificados de Calidad

En la medida que se han desarrollado trabajos y la incorporación de materiales para su ejecución, se han presentado diversos materiales con su correspondiente certificación para la aprobación de su uso al Inspector Fiscal y los materiales presentados y a su Asesoría a la Inspección Fiscal, en la siguiente tabla se muestran los materiales presentados y los documentos de envío.

Tabla 4.12: Certificados de Calidad de los materiales utilizados en el proyecto

Fecha de Envío	Materia	Documentos Adjuntos
13-03-2020	Materiales por usar en túnel de desvío BALI 2.3.4	Certificado de Calidad Malla Electrosoldada Certificado Cáncamo certificado Perno Autoperforante certificado Perno de Fortificación

27-04-2020	Fichas técnicas y Certificados de calidad de materiales tubos de base plana de alta resistencia	Certificado tubo de alta resistencia base plana 1000x2,5m Certificado tubo de alta resistencia base plana 1200x2,5m
27-04-2020	Certificados de calidad de materiales túnel de desvío	1.-Certificado de Calidad644-2020 Perno helicoidal de25mm, L=3,0mt A63-42H Perno helicoidal de25mm, L=4,0mt A63-42H Planchuela 200x200x4,5mm Tuerca para perno25mm Malla MFI 35002,5x2,5mt 2.-Certificado de Calidad 655-2020 Perno autoperforante R32N, L=9,0mt Bit para R32 51mm Copl para R32 Tuerca para R32 Perno de fibra 25mm 3.-Certificado de Calidad 661-2020 Barra 16mmL=6,0mt A36 Perno autoperforante R32 51mm Bit para R32 51mm Copl para R32 Tuerca para R32
09-06-2020	Entrega certificados de calidad de materiales	Sigunit Mining Plus Sika Viscocrete6000Ibc Sikacrete NT PlastocreteHP-450 Sikafix 850 Sikadur 32 gel Sika Monotop FG Sikacure116 Sikafiber Force48PP Sikafommetal 99
11-06-2020	Entrega de certificados de calidad de materiales utilizados en obra	Dossier de calidad Marcos Reticulados dase V Certificados de calidad pernos Certificados de calidad golillas presión Certificados de calidad tuercas
23-06-2020	Entrega de certificados de calidad de materiales Utilizados en obra N°669	Certificado de conformidad N°669 (tubo base plana) APB/P J/G1000x 2.5mt
25-06-2020	Entrega de certificados de calidad de materiales	Certificado de calidad N°702-2020 Cáncamo 25x1,5mt A630 Planchuela 200x200x4,5mm Tuerca para perno25mm
24-07-2020	Certificados internos de verificación de instrumentos de laboratorio	Certificado interno de verificaciones Cono de Abrams Certificado interno de verificación flexómetro Certificado interno de verificación Matraz de aforo 500 ml Certificado interno de verificación Matraz Erlenmeyer 100ml Certificado interno de verificación molde colindrico metálico 150x300mm Certificado interno de verificación molde prismático de resina 600mm Certificado internodeverificaciónprobetasde250ml Certificado internodeverificaciónprobetasde100ml Certificado interno de verificación regla metálica Programa de calibración y mantenimiento de equipos e instrumentos año 2020
11-08-2020	Entrega de certificados de calidad de materiales utilizados en la obra	Certificado de Cemento Melón extra Melón especial
13-08-2020	Entrega de certificados de calidad de materiales utilizados, LON°9 Folio42 -43 BALI 1.9.2.15	Certificado de Conformidad N°707 (TuboAPB/Pj/G 1000x2,5mt y TuboBPARM1200x2,5mt tipo1)
16-06-2021	Entrega Certificado de calidad soleras rectas tipo A	CertificadodeConformidadN°881
16-06-2021	Entrega Certificado de calidad perno de anclaje 4x 1 ½	CertificadoAM-5012-0103

17-06-2021	Entrega Certificados de calidad de acero	<p>Certificado:</p> <p>Acero16mmx 12mt N°1371962-254ª</p> <p>Acero12mmx 12mt N°137962-206ª</p> <p>Acero12mmx 12mt N°1372768-209ª</p> <p>Acero16mmx 12mt N°1373753-209ª</p> <p>Acero12mmx 6mt N°1373553-347ª</p> <p>Acero16mmx 6mt N°1370948-126ª</p> <p>Acero16mmx 12mt N°1374210-220ª</p> <p>Acero8mmx 12mt N°1370690-74ª</p> <p>Acero12mmx 6mt N°1369983-588ª</p>
18-02-2022	Certificado calidad Aceros -Túnel	<p>Proveedor AZA:</p> <p>Guía despacho N°205462 FeA63-42H-10mm-12mt</p> <p>Certificado Calidad asociado a guía dedespachoN°1682472ª</p> <p>Guía despachoN°204362 FeA63-42H-16mm-12mt.</p> <p>Certificado Calidad asociado a guía dedespachoN°1670247ª</p> <p>Guía despachoN°180612 FeA63-42H-16mm-9mt</p> <p>Certificado Calidad asociado a guía despachoN°1566192-232ª Guía despachoN°180612 FEAG3-42H-16mm-12mt</p> <p>Certificado Calidad asociado a guía despachoN°1572684-121ª</p> <p>Proveedor PRODALAM:</p> <p>Guía despachoN°01210051 FeA63-42H-16mm-12mt</p> <p>Carta de trazabilidad entregada por PRODALAM InformedeensayoCAPN°21-455477</p> <p>Certificado informe ensayo oficial N°1657800</p> <p>Guía despacho N°01210051 FeA63-42H-10mm-12mt</p> <p>Carta de trazabilidad entregada por PRODALAM</p> <p>Informe de ensayo CAPN°22-455566</p> <p>Certificado informe ensayo oficial N°1657840</p>
17-06-2021	Entrega certificados cemento Melón	<p>Certificado Cemento N°1535572-A</p> <p>Certificado Cemento N°1535632-A</p> <p>Certificado Cemento N°1535862-A</p> <p>Certificado Cemento Dic 2021 N°1537370-A</p>
11-08-2021	Certificado calidad materiales Gaviones	<p>Certificado calidad Gavión PVC3x1x1-154471</p> <p>Certificado alambre galvanizado -154473</p>
21-10-2021	Certificados Sellos y Juntas de Elastómeros	<p>Bulbo1 y 2, material SBR</p> <p>Banda lisa 220y 500mmde ancho, material SBR</p> <p>Perfil EP1 y 2, material SBR</p> <p>Cubierta de "Hypalón"</p>
29-11-2021	Certificados de Calidad y homologación Vialidad	<p>Defensa Certificada H1w3</p> <p>Defensa Certificada H4W3 nivel de contención muy alto (Alternativa superior a la H3) y su ancho de trabajo es 1)</p>
16-12-2021	Certificado de calidad asociada a insumos señalética ruta E-377	<p>Placas y Bastidores para señalética informativa de 1mm espesor pre-galvanizada</p> <p>Placas para señaléticas informativas y reglamentarias de 2,5, mm.</p> <p>Tachas</p> <p>Pintura acrílica marca TECNOQUIM color blanca del tipo acrílica base solvente.</p> <p>Postes Omega para sustentación de señales laminado 2,5mm.</p> <p>Fijaciones-Pernos-Tuercas y Golillas</p> <p>Postes Omega para sustentación de señales perfil 100x1003,4 y 5 mm.</p>
20-12-2021	Fichas técnicas de los productos: Sika Waterstop 0-15/0-22/V-10/V-15 MC Waterstop	<p>Gintas flexibles de PVC, para juntas en estructuras de hormigón tipo Waterstop.</p>
14-01-2022	Certificación Calidad N°1010	<p>Poliestireno expandido de alta densidad</p>
03-03-2022	Certificado Inspección lámina de Cu-IMPOVAR Soldadura de Ag-SOL & GAS	<p>Guía de despacho lámina de Cu-N°388528-PL COBRE(1.00x3mt)0,8mm</p> <p>Certificado de inspección del producto N°3007043945</p> <p>Guía de despacho Soldadura de Ag-N°4362</p> <p>Ficha técnica de electrodos soldadura Ag-ARGENTA SUPER 50</p> <p>Certificado de inspección del producto N°20644</p>

18-03-2022	Barras Andaje Plinto-Fe32mm A63-42Hen9 y 10mt.	Documento adjuntos - Proveedor SACK Factura electrónica N°11393414FeA63-42H-32mm-9mt Factura electrónica N°11396969 FeA63-42H-32mm-9mt Factura electrónica N°11400587 FeA63-42H-32mm-10mt Factura electrónica N°11393618FeA63-42H-32mm-9mt Guías AZA Guía N°183300 Guía N°182208 Guía N°180922 Guía N°181049 Certificado Calidad de los Aceros (IDIEM) Certificado N°1556874-268ª Certificado N°1566192-255ª Certificado N°1572684-409ª Certificado N°1572684-400ª
29-03-2022	Tubería corrugada media caña del tipo: PLCURVMP68 GA3PD600x2,00mm1032	Certificado N°66116/2022 - Accesorios Certificado N°66115/2022 - Tubería corrugada ½ caña 600x2
29-04-2022	Sellante Asfáltico Dynaflex 56	Ficha Técnica del producto DINAFLEX56
19-05-2022	Encofrado All Steel h=2,55 Sistema de Andamios AMD Tipo Cy D	Memoria de cálculo encofrado All Steel h=2,55 Anexos: Catálogo encofrado Planimetría Montaje GA2161 Memoria de Cálculo Andamios AMD Tipo Cy D Anexos: Armado de andamios Componentes de andamios Planimetría GA2161-4 (Tipo D) Planimetría GA2161-3 (Tipo C)
20-05-2022	Equipo Porta Power Enerpac (Tracción de barras 32 mm)	Certificación de Calibración N°SMI-145707F
21-05-2022	Encofrado Curvo 4,8mt.	Memoria de cálculo encofrado curvo 4,8m- Informe Estructural Yugo Carro túnel

Calibración y Verificación de Equipos de Medición

Los equipos utilizados durante la ejecución del proyecto son supervisados por el equipo del aseguramiento de la calidad, para el correcto funcionamiento de estos a continuación se describen los equipos enfocados a mediciones más importantes.

- Equipos Topográficos:

Para la correcta ejecución de los trabajos, es necesario que los equipos se encuentren en óptimas condiciones. Por esta razón, los equipos topográficos son constantemente verificados en obra y calibrados por organismos externos acreditados cuando corresponda.

Listado de equipos de topografía del proyecto:

Tabla 4.13: Equipos topográficos utilizados en el proyecto.

TIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD
Sistema GNSS/GPS	LEICA	GS15	4
	LEICA	GS16	2
	LEICA	CS20	1
	LEICA	CS15	1
Estación Total	LEICA	TS-11-1	1
	LEICA	TS-11-2	1
	LEICA	TS06	1

Nivel Topográfico	LEICA	NA730 PLUS-1	1
	LEICA	NA532-3	1
	LEICA	NA532-5	1

Todo el equipo topográfico se encuentra con los certificados de calibración y las verificaciones de terreno aprobadas.

- Equipos de laboratorio:

Los equipos de laboratorio se encuentran con su certificación vigente, los certificados de equipos son entregados quincenalmente mediante carta a la Inspección Fiscal, los cuales están incluidos en los informes quincenales de laboratorio.

Listado de equipos de laboratorio del proyecto:

Tabla 4.14: Equipos de Laboratorios utilizados en el proyecto

TIPO	CANTIDAD
Anillo CBR	1
Balanzas de diferentes pesos	6
Compresor de Aire	1
Criba de diferentes pulgadas	9
Calefactor de Inmersión	4
Canastillo para peso sumergible	1
Equipo arranque de pernos	1
Equipo Casagrande	1
Equipo Cono de Abrams	3
Equipo Cono de absorción	2
Equipo Cono de Arena	5
Equipo Cono Marsh	2
Flexómetro	5
Horno de secado	1
Marmita	1
Masas Patrón	6
Máquina de compresión	1
Matraz de aforo	2
Matraz erlenmeyer	2
Medida Volumétrica	3
Molde CBR	6
Molde Cilíndrico	40
Molde Prismático Resina	9
Molde Proctor	2
Molde RILEM	2
Molde cubo	3
Motor Vibrador inalámbrico	1
Pie de metro	1
Pisón Proctor	2
Placa refrentadora	2
Probeta graduada	2

Probetas vidrio	2
Tamiz de diferentes medidas	26
Termómetros digitales	3
Testiguera	1
Densímetro Nuclear	1
Kit Hidráulico	1

Programa de Capacitaciones

Las capacitaciones del proyecto se han realizado durante todas las actividades definidas en el alcance del Plan de Aseguramiento de Calidad como nivel 1 y 2, en estas se imparten conocimientos teóricos y prácticos que contribuyan al desarrollo del personal de trabajo desempeñado en estas actividades.

Entre los temas a tratar en estas capacitaciones se tiene:

- Procedimientos Específicos
- Instructivos Operativos
- Charlas instructivas
- Trabajo Seguro
- Responsabilidades específicas
- Otros

Plan de inspección y ensayos

A continuación, se presenta el control en el P.I.E. a octubre 2022, según el informe quincenal de laboratorio.

Tabla 4.15: Avance del P.I.E. Rutas según informe quincenal octubre 2022 del proyecto

Actividad	Variable de Control	% de Avance Controles Realizados
Excavación de Corte en TCN Sello fundación terraplenes	Densidad de compactación	100%
Sellos para Obras de Drenaje	Densidad de compactación	100%
Formación y Compactación de Terraplenes	Granulometría	121%
	CBR	121%
	Proctor Modificado	121%
	Densidad por capas de 20 cm de espesor compactado	363%
Relleno Estructural	Granulometría	128%
	Equivalente de Arena	128%
	CBR	128%
	Proctor modificado	128%
	Densidad por capas de 20 cm de espesor compactado	114%
Preparación de la subrasante	Densidad de compactación	131%
Subbase Granular, CBR \geq 40 %	Granulometría	209%

	CBR	157%
	Índice de Plasticidad	157%
	Densidad de compactación	555%
Base Granular, CBR \geq 100 %	Granulometría	154%
	CBR	154%
	Proctor modificado	154%
	Desgaste de los Ángeles	150%
	Equivalente de Arena	150%
	Sales Solubles	150%
	Densidad de compactación	352%
	Hormigón G-17	Resistencia a la compresión
Hormigón G-25	Resistencia a la compresión	129%

Tabla 4.16: Avance del P.I.E. Túnel según informe quincenal octubre 2022 del proyecto

Actividad	Variable de Control	% de Avance Controles Realizados
Hormigón Proyectado Resistencias a la Compresión	Resistencia a la compresión a 1 día	187%
	Resistencia a la compresión a los 7 días	192%
	Resistencia a la compresión a los 28 días	253%
Pruebas de lechada	1 Resistencia a compresión de mortero superior a 30 Mpa 1 a definir por la AIF de ser necesario	155%
Arranque de pernos	Metodología	100%
Hormigón Proyectado con Fibra: Resistencia a la Flexión	Resistencia a la flexión a los 28 días	61%
Hormigón proyectado	Control de espesores	100%
Muestreo de Hormigón Insitu	Resistencia a la compresión	100%

Tabla 4.17: Avance del P.I.E. Muro Principal según informe quincenal octubre 2022 del proyecto

Actividad	Variable de Control	% de Avance Controles Realizados
Excavación Plinto	Control de excavación	80%
	levantamiento geotécnico	80%
	Grietas o fallas mayores de 50 cm de espesor	80%
	Grietas o fallas de 5 cm y menores o igual a 50 cm	80%
	Grietas o fallas entre 1 y cm	80%
	Grietas menores de 1 cm	80%
Hormigón G-25	Resistencia a la compresión	64%
	Docilidad	55%
	Resistencia a la compresión	30%

Pernos de anclaje	Ensayo de resistencia a la tracción de 2/3 el límite de fluencia de acero calidad A630-420H por 10 minutos	20%
-------------------	--	-----

El porcentaje de avance presentado es un valor porcentual de la cantidad de controles realizados vs la cantidad de controles necesarios según las cubicaciones iniciales, los resultados mayores a 100% significan que la cantidad de controles fue mucho mayor debido a un aumento de las cubicaciones reales en comparación a las planificadas.

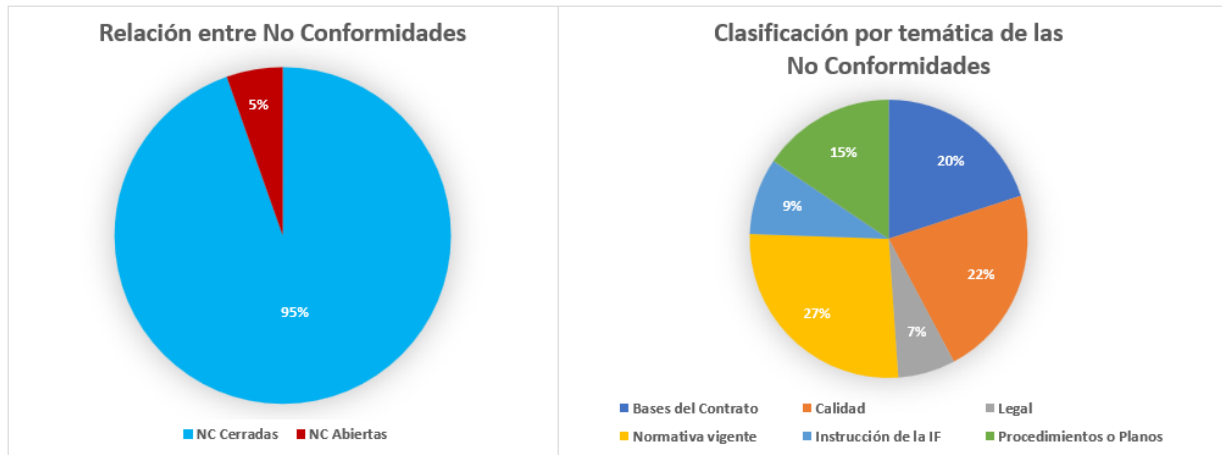
A la fecha se han desarrollado todos los ensayos necesarios para el cumplimiento del programa referidos a las obras construidas, si bien se han emitido no conformidades se han buscado soluciones que han permitido la continuidad del proyecto.

No Conformidades Emitidas

A la fecha se emitieron las siguientes “No conformidades” presentadas en el anexo C. La cantidad total es de 37, de las cuales 2 continúan abiertas y todo el resto se encuentran cerradas, a continuación, se presenta una tabla resumen con las cantidades más importantes de las No conformidades emitidas y un gráfico con la clasificación de estas por temáticas.

Tabla 4.18: Cantidades más importantes en las No Conformidades.

	Cantidad
NC Cerradas	35
NC Abiertas	2
NC Total	37
NC Grado Menor	4
NC Grado Mayor	33
NC de Acción Correctiva	37
NC de Acción Preventiva	0
NC que cerraron en menos de 30 días	13
NC que cerraron en más de 30 días	22
Días promedio al cierre de una NC	124
Máximo de días al cierre de una no conformidad	553



*Ilustración 4.16: Clasificación de las No conformidades.
Fuente original: Elaboración Propia.*

De las 37 no conformidades 22 no se cerraron en un plazo menor de 30 días dando un incumplimiento al plan de aseguramiento de calidad de las obras, los días promedio de cierre de las no conformidades es de 124 días un valor mucho mayor a los 30 días eso se debe a que un gran número de no conformidades se cerraron en más de 200 días, el máximo de días de una no conformidad abierta es de 553 días. Esto también da cuenta del no cumplimiento del objetivo número 5 de calidad en ninguno de los periodos de ejecución del proyecto.

Respecto a las temáticas de las No conformidades se tiene que en su mayoría fueron emitidas por no conformidades con el cumplimiento de las normativas de diseño de los proyectos, de los procedimientos para la construcción, de los planos del proyecto, de las bases del contrato y de la calidad esperada. En cambio, en menor medida se presentaron no conformidades por un incumplimiento en la instrucción de la IF y de incumplimientos legales.

4.4. Entrevistas a profesionales expertos

A continuación, se presenta los resultados de las entrevistas realizadas a seis diferentes Ingenieros Civiles especialistas en la gestión y control de la construcción de obras civiles mayores. Tres de los entrevistados cuentan con más de cuarenta años de experiencia en el área, uno de ellos con más de treinta y dos de ellos con más de quince años. La estructura de la entrevista es de 8 preguntas abiertas. Los detalles de las preguntas se encuentran en el Anexo E.

Para la validación de la experiencia de cada uno de los entrevistados, se hace una reseña de los cargos y proyectos que han presentado, que justifican sus capacidades. El detalle de cada uno de los entrevistados y su respectivo número se encuentra en el Anexo F.

Respuestas de entrevistas a expertos

Los entrevistados tenían la libertad de expresar libremente sus conocimientos relativos a la gestión y control de los proyectos de construcción, en relación con las temáticas de las preguntas. A continuación, se presenta de manera estructurada las respuestas de cada una de las apreciaciones de los expertos. Se define una tabla para cada una de las preguntas y se discretiza según quien emitió la información. En las siguientes tablas se presentan las respuestas:

Tabla 4.19: Evolución en el enfoque de la gestión de proyectos de construcción según expertos

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P1
E1 Adolfo	Estimo que no existe acumulación de experiencia, para aprender de los errores y mejorar los procesos. Además, que se nota la ausencia de liderazgos con conocimiento que puedan guiar a los equipos de trabajo. En este contexto es que se usan diversas herramientas, que por sí solas no resuelven el problema de gestión.
E2 Oddo	<p>En los últimos años, el enfoque de gestión de proyectos en la construcción ha evolucionado hacia una mayor colaboración, mayor acceso a la información de avance de la obra y en la implementación de parámetros con la implementación de programas computacionales de medición del desarrollo de la construcción del proyecto. Lo anterior se refleja en la implementación de nuevas metodologías de planificación (ej.: Last Planner), procesos basados en experiencias y conocimientos del personal, mayores controles de avances (programas como Proyect y herramientas de Microsoft Office, ClickUp, metodología de trabajo integrada entre las distintas especialidades-BIM, entre otros)</p> <p>Esto junto con dar una mayor importancia a la comunicación y coordinación entre las diferentes partes (mandante-contratistas), da como resultado una mejor integración y control de proyectos enfocados en los criterios de aceptación del cliente y la calidad del producto, con controles adecuados y planificaciones acordes con las circunstancias de cada proyecto en particular. También se ha registrado un aumento significativo en la incorporación de tecnologías de la información migrando hacia una mayor gestión digital</p>

	<p>de los contratos, con el objeto de mejorar la eficiencia y la eficacia de los procesos de construcción.</p>
<p>E3 Luis</p>	<p>La gestión del proyecto en los últimos no ha tenido grandes cambios conceptuales, el control del proyecto, los diseños, el análisis contractual, la calidad, la seguridad, el control de los plazos, el control de presupuesto, siguen siendo conceptualmente los mismos, no obstante, si ha habido una mayor disponibilidad de herramientas principalmente con la incorporación de los sistemas computacionales, permitiendo el uso de nuevos programas que facilita el tratamiento y el proceso de toda la información para hacerlo más fácil.</p> <p>Es importante mencionar que existen otras variables a gestionar que han tomado tanto y más importancia en los proyectos los últimos años, como la gestión de exigencias medioambientales, la gestión de relaciones con el entorno ciudadano, la gestión de contingencias, la gestión de la disponibilidad de terrenos, la gestión de modificaciones al contrato, la gestión de reclamos, gestión de documentación, entre otras variables que salen de lo clásico y habitual a controlar en un proyecto.</p>
<p>E4 Ezequiel</p>	<p>Todo proyecto pretende cumplir con la calidad especificada, plazos establecidos al comenzar la obra y costos. Últimamente se ha comentado la conveniencia de compartir los riesgos entre el mandante y el contratista, es decir aquello que no está previsto en un proyecto y por lo tanto no está incluido en el costo y en el plazo, es conveniente analizarlo en conjunto y compartir responsabilidades.</p> <p>Aun cuando siempre ha sido una preocupación muy importante la seguridad de todo el personal que participa en el proyecto, desde hace un tiempo ésta ha tomado un rol preponderante, igual que el cumplimiento de todas y cada una de las disposiciones ambientales.</p> <p>Cumplir la calidad especificada, plazos y costos de aquello que no es afectado por imprevistos siempre será responsabilidad del contratista y no ha cambiado. También es responsabilidad del contratista la seguridad de todo el personal y cumplimiento de las normas ambientales.</p>
<p>E5 Daniel</p>	<p>La gestión de proyecto ha evolucionado en el área de construcción a que los administradores de obra apliquen gradualmente la metodología PMI, las empresas que han ido adoptando este sistema son las empresas más grandes e innovadoras. Además, dado que el PMI modificó su manual hace un par de años, se han agregado las metodologías ágiles.</p>
<p>E6 Giorgio</p>	<p>En general a través de los años las empresas tienen sus estándares y metodologías propias de gestión que han ido forjando con el tiempo, la gestión propiamente tal está bien establecida en la industria de la construcción, tanto los contratistas como los mandantes tienen sus propias formas de gestionar los proyectos, pero usualmente cambian y se configuran en función del tipo de contrato que los relaciones.</p> <p>Se tienen distintas formas de contrato, por ejemplo, suma alzada, pre-</p>

	cios unitarios, EPC, EPCM, entre otros. Los requerimientos de cada una de estas formas incentivan a cambiar la manera en cómo gestionar a los equipos.
--	--

Tabla 4.20: Metodologías de Control según expertos.

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P2
E1 Adolfo	<p>Para mí, son sistemas de medida de resultados, no necesariamente y sólo resultados finales, sino intermedios, hitos. En lo principal estas metodologías deben considerar medir los recursos que se emplean y su productividad y compararlos con aquellos previstos en la planificación previa.</p> <p>Para eso es esencial tener una planificación previa, con detalle de los recursos previstos y que se volcarán en el proyecto durante su materialización.</p>
E2 Oddo	<p>Las metodologías de control para la gestión de proyectos son técnicas, herramientas y procesos que se utilizan para monitorear e inspeccionar el progreso de la obra en relación con los objetivos definidos, esencialmente en cuanto a costo, plazo y cumplimientos contractuales. Estas metodologías permiten identificar potenciales problemas de manera oportuna permitiendo tomar medidas para remediarlos antes de que afecten negativamente de forma relevante en el desarrollo del proyecto. En respuesta anterior se mencionan varias de estas metodologías y herramientas de control que actualmente se usan con buenos resultados en el desarrollo y gestión de proyectos.</p>
E3 Luis	<p>Son acciones que permiten que la gestión de proyectos sea permanente, oportuna y sistemática.</p>
E4 Ezequiel	<p>Son sistemas que permiten examinar en cualquier momento el avance del proyecto, en todos sus aspectos, para cumplir los plazos, calidad y costos acordados con el mandante.</p>
E5 Daniel	<p>Las metodologías de control para la gestión de proyectos se entienden que son la forma de interrelacionar el trabajo con todos los colaboradores del proyecto, las más comunes en construcción es en base a un programa maestro, last planer.</p>
E6 Giorgio	<p>Las metodologías de control son sistemas de medición de variables claves para el desarrollo del proyecto, por ejemplo, control de mano obra, rendimientos de maquinaria, cantidad ejecutada, control de estados de pago, etc. Las mediciones de control suelen llevarse a nivel de terreno, generando protocolos para cada partida ejecutada.</p>

Tabla 4.21: Metodologías de Control utilizadas por expertos.

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P3
--------------------	---------------------------

E1 Adolfo	Las metodologías que he usado están basadas en las mediciones de recursos, de avances físicos de obras y actividades y su comparación con lo previsto en la planificación, todo lo cual está contenido o debe estar contenido en la oferta técnico – económica del contratista.
E2 Oddo	Sí, siempre en la ejecución de obras se han usado metodologías y herramientas de control, los que en el tiempo han ido migrando y adaptándose a los cambios tecnológicos, mejorando y ampliando su rango de uso. A modo de ejemplo, se pueden mencionar la Programación de obra mediante el uso de Carta Gantt a través de programas como Project, Primavera y la preparación de planillas Excel de controles (con su correspondiente determinación de Ruta Crítica, identificación de actividades con holguras, etc.), el análisis de valor ganado, el seguimiento de cambios inherentes de cada obra, el control de calidad, la gestión de riesgos, control de la seguridad y prevención de riesgos, políticas de cuidado del medio ambiente, entre otras. Por otra parte, la utilización de metodología como la denominada Last Planner para la planificación de obra y cumplimiento de lo indicado en Cartas Gantt, identificando las actividades críticas y relevantes es de gran ayuda hoy para lograr los objetivos y adelantarse a posibles complicaciones y descoordinaciones en los proyectos. Cada metodología tiene sus ventajas y desventajas, al igual que la interacción entre ellas, por lo que la elección de cual o cuales usar depende principalmente del tipo, alcance y complejidad de cada proyecto.
E3 Luis	Liderazgo del equipo de trabajo y asignación de objetivos y metas, mediciones de avance de los objetivos en todas las áreas a gestionar, centralizar y conectar información de los distintos frentes de trabajo para llevar seguimiento del proyecto, entre otros.
E4 Ezequiel	Sí, en todos los proyectos de construcción en que he participado se han utilizados métodos de control. Y siempre se empleó el sistema Project Management.
E5 Daniel	Plan maestro, y programas trisemanales
E6 Giorgio	Si, por ejemplo, el control de protocolos se puede decir que es bastante antiguo, en términos generales los protocolos pasan por una serie de pasos sistematizados en un proceso, tanto por el lado del contratista para sacar sus cantidades de obra, como por el lado de la inspección del mandante donde se generan mediciones en paralelo, la no coincidencia de éstas permite el levantamiento de reclamos, no obstante, este tipo de acciones donde se involucra mucho personal para procesar y revisar las informaciones inducen a errores humanos.

Tabla 4.22: Herramientas y técnicas de control y su utilidad para un análisis técnico según expertos

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P4
--------------------	---------------------------

E1 Adolfo	<p>En cuanto a software o herramientas: el Project principalmente.</p> <p>No conozco el BIM u otras herramientas formales, y desconozco su utilidad práctica en proyectos reales.</p>
E2 Oddo	<p>Existen diversas herramientas y técnicas de control para la gestión de proyectos de construcción, tal como se mencionan en respuestas anteriores, como Cartas Gantt, Análisis de Precios Unitarios, Configuración de Gastos Indirectos y Análisis de desviaciones, controles de avances ya sea por medio de programas como Project y planillas Excel, metodología de trabajo Last Planner, entre otros.</p> <p>La aplicación de estas herramientas y/o metodologías son útiles en la medida que los datos, la oportunidad y rigurosidad de su aplicación se efectúa de manera oportuna y con la debida diligencia en el control y análisis del avance de la obra, aplicando y aportando con la mayor experiencia posible tanto en el desarrollo de estas como en su análisis; lo que permite obtener un adecuado control y seguimiento del proyecto, incluyendo la adopción de medidas de modificaciones que permitan ejecutar el proyecto conforme a lo planificado y dentro del costos y del plazo.</p>
E3 Luis	<p>Hoy en día existen nuevos programas donde se ingresa información, los programas procesan esta información y luego entregan los resultados de forma más ágil. Existen programas para controlar avances como el Project, existen otros que facilitan la cubicación de las obras, existen el BIM que te permite ver integralmente el proyecto y verificar oportunamente las potenciales interferencias, por ejemplo, entre obras civiles y especialidades. Otros programas incorporan los desarrollos de distintas empresas contratistas en una misma plataforma de gestión y coordinan el proyecto desde distintos frentes. El uso de estos y nuevos programas es una realidad, los profesionales deben adaptarse a las nuevas tecnologías e incluso los contratos en ocasiones exigen programas para controlar el avance del proyecto, por lo tanto, es importante comprender el uso de herramientas y técnicas nuevas en el control, pero el eje matriz de la gestión se debe mantener.</p>
E4 Ezequiel	<p>Existen muchos métodos, pero el más utilizado en construcción es el mencionado antes. Otro, menos utilizado, es el CPM. Últimamente han aparecido otros métodos de control como Microsoft Project, Asana, etc.</p>
E5 Daniel	<p>Plan maestro, programa trisemanal, last planner, scrumb, canva, etc. Para el análisis técnico se trabaja con el plan maestro y se determinan los rendimientos de partidas según la experiencia y recursos de la constructora, se analiza la ruta crítica y las partidas involucradas pasan por un análisis permanente actualizando constantemente los rendimientos reales versus los proyectados y las soluciones para reducir los tiempos de dichas partidas evaluando técnica y económicamente la incorporación de recursos adicionales para mejorar los tiempos.</p>
E6 Giorgio	<p>El libro de obra digital es uno de los softwares de gestión que permiten facilitar el manejo de información del proyecto, incluyendo toda la información en esta plataforma y evitando las diferencias entre contratistas y man-</p>

	dantes, lo importante es que ambos tengan acceso a esta plataforma y se decida manejar toda la información en un mismo espacio virtual.
--	---

Tabla 4.23: Como se abordan los desafíos de gestión y control para las áreas de estudio según expertos.

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P5
E1 Adolfo	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: con una organización adecuada, basada en el conocimiento y experiencia, informes mensuales a nivel de directorio. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: control riguroso de las obligaciones contraídas. - <u>Costos / Presupuesto</u>: flujo de caja, estado de resultados mensuales - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: avances físicos - <u>Calidad</u>: trazabilidad, documentación al día.
E2 Oddo	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Entendimiento del proyecto y lectura de los antecedentes disponibles junto a los objetivos a cumplir. Una vez entendido de manera general el proyecto y sus alcances se organiza al equipo de trabajo necesario para desarrollar el proyecto, dar a conocer claramente el proyecto y sus directrices, establecer roles y asignar responsabilidades para cumplir cada objetivo del proyecto, manteniendo tantas reuniones periódicas como el proyecto requiera según su complejidad para tener un adecuado conocimiento del desempeño, desarrollo, debilidades, alcances y avances del mismo con el fin de evaluar y consolidar su desarrollo. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Tener claro los requisitos contractuales y establecer procedimientos y un buen seguimiento frente al cumplimiento de las obligaciones de las bases del contrato, homologar el lenguaje entre los participantes del proyecto con una clara y fluida comunicación para mejorar la comprensión en detalle del alcance del contrato y evitar confusiones que generen controversias. - <u>Costos / Presupuesto</u>: Llevar un control y planificación de los gastos que significan cada actividad del proyecto de tal manera de mantenerse dentro del margen presupuestado, cotizar y gestionar acuerdos de compras y suministros de manera diligente y oportuna para disponer de los recursos habilitados en la obra en plazos adecuados. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Planificar y ejecutar las actividades, actualizar periódicamente el programa de trabajo (no más allá de una semana), con tal de ajustarlo a la situación actual e identificar posibles desviaciones y proponer opciones frente a estas con la antelación que corresponda. - <u>Calidad</u>: En conjunto con los profesionales de calidad establecer procedimientos y planificar el proyecto con el interés de que se cumplan los requisitos esperados de calidad requeridas por el cliente, el proyecto, resguardando las adecuadas prácticas constructivas, logrando identificar las no conformidades que correspondan y realizar las acciones correcti-

	<p>vas a posibles fallas que pongan en riesgo la calidad de las obras.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Seguridad</u>: Cumplir los objetivos y metas de la empresa en cuanto a seguridad por medio de reuniones de coordinación y trabajo con equipos de Seguridad de tal forma de incluir como parte inherente del proyecto una metodología que enmarque el cuidado, el autocuidado, las medidas y condiciones de trabajo de acuerdo a la actividad a desarrollar en el proyecto (principalmente durante la ejecución del mismo) de tal forma de cumplir el estándar de la empresa y de la normativa vigente en el País y que sean aplicables al proyecto en cuestión.
E3 Luis	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Debe existir una sistema de control del proyecto en donde se involucren y participen profesionales de todas las áreas para permitir el seguimiento del proyecto en conjunto, lo importante es establecer objetivos y comprometer al personal en función de sus roles, involucrándolos para lograr metas, es importante plantear de manera transparente, oportuna y en buenos términos lo que se va a requerir de cada miembro del equipo, esto muchas veces se realiza con reuniones semanales y charlas diarias de inicio de jornada laboral. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Seguimiento de las obligaciones y exigencias contractuales, entre el mandante y el concesionario y a su vez entre el concesionario y sus contratistas. - <u>Costos / Presupuesto</u>: Disponibilidad de financiamientos, desviaciones de presupuesto, flujos de caja, estados de pago, etc. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Riguroso control de las actividades críticas que puedan afectar el avance del proyecto. - <u>Calidad</u>: Toma de muestras, ensayos, cheques de procedimientos, certificaciones de calidad, control de materiales, gestión documental, entre otros.
E4 Ezequiel	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Con un Project Manager, que en algunos casos es más reducido - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Con un listado de los Hitos - <u>Costos / Presupuesto</u>: El contratista presenta sistemáticamente motivos de aumentos de costos que el mandante analiza y responde y si hay algún motivo justificado se analiza en detalle y se acuerda una cifra en base al contrato. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Se analiza con bastante frecuencia el programa y se modifica la secuencia cuando es necesario. También el contratista puede aumentar los recursos en las actividades que estén atrasadas. - <u>Calidad</u>: Se solicitan pruebas de laboratorio y si la calidad no se cumple no que más remedio que demoler.
E5 Daniel	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: plan maestro - <u>Cumplimiento Contractual</u>: ruta crítica - <u>Costos / Presupuesto</u>: se realiza a través de presto - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Plan maestro, last planner, retroalimentación y reprogramación.

	- <u>Calidad</u> : Six Sigma
E6 Giorgio	Es importante antes de comenzar el proyecto, entre el mandante, el contratista y la inspección técnica se homologue el lenguaje y se pongan de acuerdo en cómo se gestionarán las distintas áreas del contrato. Una opción sería generar reuniones de coordinación o talleres de gestión para poder estipular como se van a abordar las problemáticas, sería importante que esto estuviera estipulado en los contratos.

Tabla 4.24: Evaluación y medición del desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P6
E1 Adolfo	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: principalmente los aspectos de costos y plazos, si estaba dentro o fuera del presupuesto y del plazo, en cada hito de control y de manera mensual. Se establecen grados de cumplimiento en porcentaje, definiendo las desviaciones y estudiando las razones, para buscar las medidas correctivas. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: igual que antes, costos y plazos del contrato y cumplimiento de otras obligaciones. - <u>Costos / Presupuesto</u>: esto es lo esencial. Se buscaba evitar el crecimiento excesivo de estos aspectos. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: con el project - <u>Calidad</u>: en el cumplimiento de las especificaciones técnicas.
E2 Oddo	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: En relación con los objetivos determinados de su planificación y puesta en marcha. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Mediante la verificación de los cumplimientos de las obligaciones contractuales asociadas al contratista, revisión periódica de comunicaciones (cartas, correos electrónicos, libros de contrato, etc.). - <u>Costos / Presupuesto</u>: Análisis de los egresos ejecutados en la obra en comparación con el presupuesto del proyecto, tanto en cantidad como en oportunidad. Adicionalmente revisión de avances reales y Estados de Pago con revisión de curva S del proyecto. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Comparación de la Programación de la Obra en relación con la Obra efectivamente ejecutada. Lo anterior permite identificar desviaciones para ser analizadas y corregidas en caso de corresponder o determinar las causas de las desviaciones para abordarlas y solucionar. - <u>Calidad</u>: Análisis de cumplimiento de elaboración e implementación del Sistema de Calidad implementado en la construcción, incluyendo Procedimientos, No Conformidades, y similares. - <u>Seguridad</u>: Comparación de los índices de Prevención de Riesgos regis-

	trados en la Obra con respecto a los valores de dichos parámetros planificados (índices pronosticados y/o valores de dichos parámetros definidos en los alcances del contrato y/o regulación vigente). Identificación de actividades críticas y actividades de riesgo, evaluación de frecuencia de incidentes o accidentes relacionados con actividades en particular y sus causas.
E3 Luis	Similar a pregunta anterior (P5)
E4 Ezequiel	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Se evaluaba periódicamente (mensualmente) el avance del proyecto en reuniones en terreno entre el Gerente General de la Empresa que materializaba la obra, el Gerente del Proyecto y la persona encargada de la parte de obra específica, en la cual se analizaba el avance de la obra, el plazo, el costo y los inconvenientes surgidos durante el lapso correspondiente. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Básicamente se evaluaba el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el contrato.
E5 Daniel	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: carta Gantt, se hace seguimiento y se analiza la variabilidad de las partidas y se determina medidas correctivas. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Hitos de la obra bien definidos analizando la ruta crítica para dar cumplimiento. - <u>Costos / Presupuesto</u>: Se puede llevar desde oficina central o por obra. En general esto debe ser llevado en oficina central y dar directrices en obra. Se lleva control semanal - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: rendimiento en base a recurso humano y físicos. El cronograma se controla semanalmente para cumplir los plazos, en caso de atraso se toman las medidas correctivas de inmediato - <u>Calidad</u>: se debe llevar a cabo los protocolos específicos de cada partida, presentando un plan de trabajo seguro por cada una de las partidas, y el correspondiente control de calidad, a través de entrega y recepción por subetapas de cada partida
E6 Giorgio	Todos quieren resumir a un solo incide y compararlo con otro para poder saber cómo es el desempeño de un proyecto total, pero se tiene que en proyectos de obras civiles grandes existen tantas variables que lo ideal es subdividirlo en partidas y en áreas más pequeñas que puedan gestionarse a un nivel más bajo y luego se saquen conclusiones de lo general.

Tabla 4.25: Recomendaciones para prevenir un mal desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos.

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P7
E1 Adolfo	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: revisar el diseño de las obras, y asegurar que sea completo. Que tenga los estudios básicos necesarios para los diseños. Hay que asegurar que sea un proyecto realizable y construible.

	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Cumplimiento Contractual</u>: emplear constructoras con experiencia y que ofrezcan profesionales idóneos para la dirección y liderazgo. - <u>Costos / Presupuesto</u>: exigir el análisis detallado de los precios unitarios al momento de recibir las ofertas económicas y listado de recursos a emplear: mano de obra, materiales, maquinaria, junto con el compromiso de proveedores para los suministros. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: multas por incumplimiento de plazos o hitos intermedios y finales. - <u>Calidad</u>: multas por fallas o incumplimientos de especificaciones técnicas de construcción.
<p style="text-align: center;">E2 Oddo</p>	<p>Para prevenir un mal desempeño en estas áreas clave del proyecto, es importante establecer objetivos claros y realistas, definir los roles y responsabilidades de cada miembro del equipo, establecer procedimientos claros para la resolución de problemas y la gestión de riesgos, utilizar herramientas y técnicas adecuadas para monitorear y controlar el progreso del proyecto. Además, es importante mantener una comunicación abierta y transparente con el cliente y otros miembros del equipo del proyecto.</p>
<p style="text-align: center;">E3 Luis</p>	<p>Para detectar una ineficiencia es que el control del desarrollo del proyecto, la gestión del proyecto debe ser sistemática y debe ser controlada.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Como el proyecto general es un todo completo en la medida que se esté permanentemente controlando y captando las desviaciones, esto permitirá oportunamente identificar cuando hay una falencia en algún equipo de trabajo o frente de trabajo. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: La administración del contrato es super importante, como se administra a través de comunicaciones con el contratista y la comunicaciones deben ser directas y claras, también estas pueden ser en terreno mediante reuniones técnicas y chequeos de información, pero lo importante es mantener un entendimiento real de los requerimientos del contrato. - <u>Costos / Presupuesto</u>: Tener un control detallado de los gastos a los cuales se deben incurrir para la ejecución del proyecto, gestionar los recursos oportunamente para tener los necesarios a tiempo y darle continuidad al trabajo. - <u>Tiempos / Cronograma / Plazos</u>: Si se están controlando avances debería haber una revisión muy periódica de los avances por ejemplo cada 15 días o semanalmente, verificar cuales son los problemas que se puedan detectar, es decir, los desajustes respecto al cronograma y de inmediato empezar a pensar cómo se va a resolver el problema, identificando posibles resultado. - <u>Calidad</u>: Oportunamente hacer los controles estipulados en el contrato, entre ellos pruebas y ensayos, luego chequear resultados y en función de ellos actuar sobre los sitios controlados. Lo importante es tomar acciones preventivas a causas que pueden generar problemas.

E4 Ezequiel	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Para prevenir un mal desempeño en el proyecto principalmente es recomendable que el encargado del proyecto general debe tener varios años de experiencia en el tema específico del proyecto, sea proactivo e imaginativo. - <u>Calidad</u>: es indispensable el control de calidad de laboratorios, trabajadores con experiencia y capacitación y supervisores que sepan lo que están haciendo y comprometidos con su trabajo.
E5 Daniel	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: plan maestro y determinación de rendimientos reales para cumplir los plazos. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Se lleva a través de curvas de avance físico y económico del proyecto. - <u>Costos / Presupuesto</u>: control de costo directo por partidas, control de gastos generales. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: reuniones semanales de avance de obra, en el que en forma conjunta se determina si se cumplen o no el programa de trabajo - <u>Calidad</u>: plantillas de recepción de subpartidas por parte de los involucrados, por ejemplo, Hg armado, capataz de encofrados recepción a capataz de enfierradores, con eso el profesional de inspección recibe en forma paralela después de un autocontrol del profesional de terreno.
E6 Giorgio	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Utilización de plataforma de gestión en común para agilizar los procesos de análisis de desviaciones. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Mediciones del cumplimiento de los requerimientos del contrato - <u>Costos / Presupuesto</u>: Resolver problemas de disponibilidad de recursos de manera más temprana, puesto que, en un contexto de inestabilidad del precio en los materiales, los costos pueden aumentar significativamente. Seguimiento de los costos involucrados en el proyecto y compararlos con la curva de costos de la obra (curvas de desembolso) - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Control diario del avance del proyecto, disponibilidad de mano de obra y maquinaria necesaria para la ejecución de las actividades. Mediciones de avance utilizando la curva S del programa. - <u>Calidad</u>: Verificar las propiedades de los materiales a utilizar, realizar ensayos, análisis de resultado, resistencias de los materiales, comprobar certificaciones, elaborar procedimientos adecuados, no aprobar obras si no se cumplen las especificaciones técnicas del proyecto, reparar no conformidades, inspecciones técnicas in-situ, evaluación de los criterios de aceptación.

Tabla 4.26: Acciones frente a un mal desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos.

N° de Entrevistado	Respuesta Registrada – P8
--------------------	---------------------------

<p>E1 Adolfo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: revisión del proyecto, paralización de las obras y búsqueda de soluciones alternativas. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: desvinculación del contratista y búsqueda de otro idóneo. - <u>Costos / Presupuesto</u>: detención de las obras y poner fin al desembolso sin destino seguro. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: aplicar las multas. - <u>Calidad</u>: lo mismo, aplicar las multas por incumplimiento de especificaciones técnicas.
<p>E2 Oddo</p>	<p>Frente a un mal desempeño en estas áreas clave del proyecto, es importante tomar medidas inmediatas para abordar los problemas y minimizar los efectos negativos en el proyecto. Esto puede implicar la implementación de planes de acción para abordar problemas específicos, la evaluación y reasignación de recursos para abordar áreas problemáticas según corresponda y la revisión del cronograma y el presupuesto para asegurar que el proyecto pueda cumplir con las expectativas del cliente. Además, es importante mantener una comunicación abierta y transparente con el cliente y otros miembros del equipo del proyecto para garantizar que se estén tomando las medidas adecuadas y que el proyecto esté en camino para lograr los objetivos establecidos. Siendo esencial disponer en la obra de personal competente y comprometido con el buen resultado del contrato.</p>
<p>E3 Luis</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: evaluación de los problemas, búsqueda de soluciones según niveles de responsabilidad. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: evaluación de antecedentes, gestionar reclamos, modificaciones contractuales frente a cambios, arbitrajes y multas. - <u>Costos / Presupuesto</u>: evaluación de sobrecostos, uso de seguros y/o garantías, uso de contingencias. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: evaluación del retraso, reprogramación y solicitudes de aumento de plazo. - <u>Calidad</u>: evaluación de las no conformidades, aplicar soluciones y acciones correctivas, gestionar cambios.
<p>E4 Ezequiel</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Reemplazar al encargado del proyecto, advirtiéndole al reemplazante cuales son las actividades con problemas. - <u>Costos / Presupuesto</u>: El costo puede fallar porque se calculó mal el presupuesto o el rendimiento no es el esperado. Si el error está en el costo hay que tratar de negociar con proveedores, lo que no reportará mucho y siempre será conveniente obtener mejores rendimientos. Para esto es importante la capacitación de los trabajadores. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Incorporar mas personal especialista en las áreas atrasadas, aumentar las jornadas de trabajo (dobles turnos por ejemplo) y supervisores asignados exclusivamente a las actividades atrasadas. - <u>Calidad</u>: Efectuar las pruebas y exámenes necesarios sobre aquello que

	<p>es de calidad dudosa y si éstas demuestran que existen deficiencias demoler y reconstruir.</p>
<p>E5 Daniel</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Proyecto General</u>: Se determina las partidas que están con mal desempeño y se analiza las causas en conjunto con el equipo de trabajo involucrado, y con todos los antecedentes se le dá solución. - <u>Cumplimiento Contractual</u>: Se analiza si el incumplimiento es por plazo o por costos, una vez determinado el problema, se determina las acciones y decisiones que se adoptarán, en esto el tiempo es importante, por lo que la mejor solución será la que se tome en el momento. La solución debe ser la que cumpla el objetivo del proyecto, y se toma la decisión donde estás y con lo que tienes. - <u>Costos / Presupuesto</u>: Se debe analizar si existe forma de revertir o finalmente determinar poner término del contrato para evitar un mal mayor. - <u>Tiempo / Cronograma / Plazos</u>: Se debe ver la incorporación técnica y económica de inyectar más recursos para cumplir el plazo, hay que explotar la creatividad del equipo de trabajo para dar solución y poder cumplir los plazos finales. - <u>Calidad</u>: Se debe hacer control permanente de los protocolos de trabajo en terreno para cumplir la calidad de la obra, si no se rectifica generalmente pasa por que la empresa no dá los recursos necesarios o el profesional a cargo no está dispuesto a hacer lo necesario, por lo que hay que buscar su reemplazo.
<p>E6 Giorgio</p>	<p>Cuando se tienen graves desempeños, normalmente no se despiden a los contratistas y colaboradores, sino que se buscan soluciones.</p> <p>Los planes de recuperación son una buena oportunidad de mejora en la búsqueda de soluciones, dando incentivos para mejorar en los procedimientos y llegando a acuerdos contractuales para lograr los objetivos.</p> <p>Frente a casos donde el mal desempeño afecta los costos del proyecto y es irrecuperable se generan arbitrajes y juicios, donde los abogados son los que deciden quien tiene la culpa en el mal desempeño entre el contratista y el mandante.</p> <p>Si no resultan los planes de recuperación se corta el contrato.</p> <p>Otra forma no muy común es hacer un acuerdo ofreciéndole parte de las ganancias del proyecto al contratista así este se ve exigido a cumplir para su propio beneficio.</p>

Análisis a respuestas de entrevista a expertos

A continuación, se presenta un análisis de los conceptos definidos y abordados por los expertos en sus entrevistas.

1.- Evolución en el enfoque de la gestión de proyectos de construcción según expertos

A partir de las respuestas proporcionadas por los expertos, se puede concluir que ha habido una evolución en el enfoque de la gestión de proyectos de construcción en los últimos años. Aunque hay opiniones diversas, hay consenso en que se han incorporado nuevas herramientas tecnológicas, métodos de planificación y procesos basados en la experiencia y el conocimiento del personal, que permiten una mayor integración y control de los proyectos enfocados en los criterios de aceptación del cliente y del contrato.

Si bien los aspectos clásicos de gestión de proyectos como el control de presupuesto, plazos y calidad siguen siendo importantes, existen nuevas variables a gestionar que han tomado mayor importancia como la comunicación y coordinación entre las partes involucradas, la gestión de exigencias medioambientales, la gestión de riesgos, la gestión de relaciones con el entorno ciudadano, la gestión de contingencias, la gestión de la disponibilidad de terrenos, la gestión de modificaciones al contrato y la gestión de reclamos.

También se ha destacado la importancia de compartir los riesgos entre el mandante y el contratista, y se ha mencionado que la seguridad de todo el personal y el cumplimiento de las normas ambientales han tomado un rol preponderante en la gestión de proyectos.

2.- Metodologías de Control según expertos.

A partir de las respuestas de los seis expertos, se puede concluir que las metodologías de control son sistemas, técnicas y herramientas que permiten medir y monitorear el progreso de un proyecto en relación con los objetivos previamente definidos, tales como costo, plazo, calidad y cumplimiento contractual. Además, estas metodologías permiten identificar posibles problemas en el desarrollo del proyecto de manera oportuna, lo que permite tomar medidas para remediarlos antes de que afecten negativamente el desarrollo del proyecto.

La planificación previa es esencial para la implementación efectiva de las metodologías de control. También se debe considerar los recursos utilizados y su productividad. Las metodologías de control también son importantes para interrelacionar el trabajo con los colaboradores del proyecto y llevar a cabo mediciones de variables clave para el desarrollo del proyecto.

En resumen, las metodologías de control son herramientas vitales para garantizar la correcta gestión de un proyecto, permitiendo medir, monitorear y corregir posibles desviaciones en el progreso del proyecto.

3 y 4.- Metodologías de Control, herramientas y técnicas utilizadas por expertos.

Para este análisis se juntan las respuestas de las preguntas 3 y 4 considerando que están enfocadas en lo mismo.

En general, todos los expertos coinciden en que el uso de metodologías de control es fundamental para la gestión y éxito de proyectos de construcción. También se evidencia que la

elección de qué metodología utilizar depende del tipo, alcance y complejidad de cada proyecto, y que cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas.

En cuanto a las metodologías específicas mencionadas por los expertos, se tienen, metodologías de medición de recursos y avances físicos, metodologías de gestión de riesgo y control de la calidad, metodologías del Project Management, metodologías de trabajo Last Planner, BIM, Control de Protocolos, entre otros.

Además, se mencionan que existe una amplia gama de herramientas y técnicas, por ejemplo, Project, Carta Gantt, Análisis de Precios Unitarios, Configuración de Gastos Indirectos, Análisis de desviaciones, Análisis del Valor Ganado, Planillas Excel de Control, Máster Plan, Programas trisemanales, Scrum, Canva, Control de Protocolos, entre otras. En relación con las herramientas y técnicas se destaca la importancia de mantenerse actualizado en cuanto al uso de las nuevas tecnologías, ya que existen nuevos programas y herramientas que facilitan el control y seguimiento del proyecto. Sin embargo, se recalca que el eje matriz de la gestión se debe mantener, es decir, la aplicación de estas herramientas debe estar enfocada en la obtención de mejores resultados y no en reemplazar los procesos y sistemas de control.

Es importante tener en cuenta que todas las metodologías tienen como objetivo garantizar la eficacia y eficiencia en la gestión del proyecto, y que su uso adecuado puede evitar posibles complicaciones y descoordinaciones en el proyecto. También es importante tener en cuenta que, aunque las metodologías de control pueden ser muy útiles, su éxito también depende del liderazgo del equipo de trabajo y la asignación adecuada de objetivos y metas. En definitiva, la combinación de metodologías de control y liderazgo eficaz es la clave para lograr una gestión exitosa de proyectos de construcción.

5.- Como se abordan los desafíos de gestión y control para las áreas de estudio según expertos.

Analizando las respuestas de los 6 expertos en cuanto a cómo se abordan los desafíos de gestión y control para las áreas de estudio, se puede observar que todos los expertos coinciden en que es fundamental para el éxito del proyecto una comunicación fluida y transparente entre los participantes del proyecto.

En cuanto al Proyecto General, los expertos señalan la importancia de tener una buena organización y establecer objetivos claros y comprometer al personal en función de sus roles para lograr metas. Además, sugieren la importancia de tener un Project Manager o un sistema de control del proyecto que permita el seguimiento del mismo.

En cuanto al Cumplimiento Contractual, los expertos destacan la importancia de tener un control y seguimiento riguroso de las obligaciones contraídas en las bases del contrato, es importante establecer procedimientos claros y una buena comunicación para evitar confusiones o controversias.

En el área de Costos/Presupuesto, los expertos sugieren llevar un control y planificación de los gastos que significan cada actividad del proyecto para mantenerse dentro del margen presupuestado, cotizar y gestionar acuerdos de compras y suministros de manera diligente y oportuna para disponer de los recursos habilitados en la obra en plazos adecuados.

En el área de Tiempo/Cronograma/Plazos, los expertos sugieren planificar y ejecutar las actividades, actualizar periódicamente el programa de trabajo para identificar posibles desviaciones y proponer opciones frente a estas con la antelación que corresponda.

En el área de Calidad, los expertos sugieren establecer procedimientos y planificar el proyecto para cumplir los requisitos esperados de calidad requeridos por el cliente, además controlar para garantizar la adecuada práctica constructiva y corregir cualquier no conformidad que pueda poner en riesgo la calidad de las obras.

6.- Evaluación y medición del desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos

Después de analizar las respuestas de los expertos sobre la evaluación y medición del desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto, se puede concluir que existen algunos aspectos en común para medir el desempeño de los proyecto, no obstante es importante mencionar que resumir el proyecto en un solo índice no es factible considerando que en un proyecto de obras civiles mayores contiene tantas variables que lo adecuado es subdividir la evaluación del proyecto a niveles más bajos, verificando el desempeño particular para luego sacar una conclusión general.

En cuanto al Proyecto General, la mayoría de los expertos consideran importante el seguimiento de costos, plazos y objetivos establecidos en la planificación del proyecto, mediante una evaluación periódica de registro de los avances de la obra en terreno, definiendo grados de cumplimiento en porcentajes y estudiando las razones de posibles desviaciones, con el fin de buscar medidas correctivas. También se destaca la importancia de la comunicación entre los miembros del equipo y la participación de profesionales de todas las áreas.

En cuanto al Cumplimiento Contractual, se destaca la necesidad de verificar el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el contrato, así como la revisión periódica de las comunicaciones asociadas al mismo.

En cuanto a Costos / Presupuesto, se destaca la importancia de mantener un control de gastos, analizando los egresos ejecutados en comparación con el presupuesto del proyecto, tanto en cantidad como en oportunidad. Se realizan controles de flujo de caja, control de avances reales, control de estados de pago, análisis de desviaciones de presupuesto, disponibilidad de financiamientos, todo esto con revisión periódicas predefinidas para el control.

En cuanto a Tiempo / Cronograma / Plazos, se destaca la necesidad de comparar la programación de la obra con la obra efectivamente ejecutada para identificar desviaciones y corregirlas. También se menciona el control semanal del cronograma y el rendimiento en base a recursos humanos y físicos. Es importante llevar un riguroso control de las actividades críticas que puedan afectar el avance del proyecto.

En cuanto a Calidad, se destaca la importancia de analizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de implementar un sistema de calidad en la construcción, que incluya procedimientos, no conformidades y controles de materiales. También se menciona la toma de muestras y ensayos, la verificación de certificaciones de calidad y el orden de documentación del proyecto.

7.- Recomendaciones para prevenir un mal desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos.

Después de analizar las respuestas de los 6 expertos, se pueden extraer las siguientes recomendaciones por área:

En cuanto al Proyecto General, es importante revisar el diseño completo de las obras, con tal de asegurar que el proyecto no contenga ineficiencias frente a la construcción. Respecto al equipo de trabajo es importante establecer objetivos, roles y responsabilidades claros y realistas para así no verse afectado el desempeño del personal. Se debe sistematizar y controlar el proyecto, generando procedimientos para la resolución de problemas y utilizar herramientas y técnicas adecuadas para cada área evaluada. Es importante que un profesional con experiencia sea el encargado del proyecto, sea proactivo e imaginativo a la hora de resolver problemas. Una oportunidad para evitar travas de información y agilizar los procesos de análisis de desviaciones es contar con una plataforma de gestión en común entre el cliente, el contratista y los inspectores de obra.

En cuanto al Cumplimiento Contractual, la mejor forma de prevenir errores es administrar el contrato a través de comunicaciones directas y claras entre el mandante y el contratista, manteniendo un entendimiento real de los requerimientos del contrato.

En cuanto a Costos / Presupuesto, es importante mantener el análisis detallado de los precios unitarios y listado de recursos a emplear, controlar estos costos por partidas y llevar un seguimiento detallado de los gastos, de esta forma será más sencillo gestionar tus recursos de manera oportuna y resolver problema respecto a la disponibilidad de estos.

En cuanto a Tiempo / Cronograma / Plazos, utilizar herramientas y técnicas adecuadas para monitorear y controlar el progreso del proyecto, por ejemplo, máster plan y la curva S del programa. Realizar reuniones semanales de avance de obra para determinar si se cumplen o no el programa de trabajo, detectar posibles desajustes y actuar sobre ellos de inmediato. Otro factor importante para considerar son tener la disponibilidad de los recursos a tiempo para las partidas donde se les requiera y evaluar sus rendimientos con respecto a los esperados.

En cuanto a Calidad, realizar controles oportunos es decir pruebas y ensayos en laboratorios, inspecciones técnicas, capacitaciones del personal, contratación de trabajadores idóneos para sus labores, comprobar certificaciones, revisar los procedimientos. Frente a la recepción de partidas utilizar plantillas de registro y verificar el cumplimiento de todas las especificaciones técnicas requeridas. Reparar no conformidades a tiempo antes que afecten en mayor medida a la continuidad de las obras.

8.- Acciones frente a un mal desempeño en las áreas de estudio durante la ejecución del proyecto según expertos.

En general, los expertos proponen diferentes soluciones para enfrentar un mal desempeño en las áreas clave de un proyecto. A continuación, se presenta un análisis por área y las conclusiones extraídas:

Proyecto General: Los expertos sugieren evaluar los problemas y buscar soluciones alternativas, como revisar el proyecto, reasignar recursos, reemplazar al encargado del proyecto o

implementar planes de acción para abordar problemas específicos. Además, se recomienda mantener una comunicación abierta y transparente con el cliente y otros miembros del equipo del proyecto.

Cumplimiento Contractual: Las acciones recomendadas incluyen evaluar los antecedentes, gestionar reclamos, modificar el contrato frente a cambios, aplicar multas y, en algunos casos, desvincular al contratista y buscar otro idóneo.

Costos/Presupuesto: Se sugiere detener las obras y poner fin al desembolso sin destino seguro, evaluar los sobrecostos, usar seguros y/o garantías, utilizar contingencias y, en algunos casos, tratar de negociar con proveedores. También es importante capacitar a los trabajadores para obtener mejores rendimientos.

Tiempo/Cronograma/Plazos: Las recomendaciones incluyen aplicar multas por retrasos, reprogramar el cronograma y solicitar un aumento de plazo si es necesario. Además, se sugiere incorporar más personal especialista en las áreas atrasadas, aumentar las jornadas de trabajo y asignar supervisores exclusivamente a las actividades atrasadas.

Calidad: Las soluciones propuestas incluyen evaluar las no conformidades, aplicar soluciones y acciones correctivas, gestionar cambios, efectuar las pruebas y exámenes necesarios sobre aquello que es de calidad dudosa y, en algunos casos, demoler y reconstruir. También es importante hacer un control permanente de los protocolos de trabajo en terreno para cumplir con la calidad de la obra y buscar el reemplazo del profesional a cargo si es necesario.

En conclusión, frente a un mal desempeño en las áreas clave de un proyecto, es importante actuar de manera inmediata y buscar soluciones alternativas que permitan minimizar los efectos negativos en el proyecto. Además, es esencial mantener una comunicación abierta y transparente con el cliente y otros miembros del equipo del proyecto para garantizar que se estén tomando las medidas adecuadas y que el proyecto esté en camino para lograr los objetivos establecidos. En definitiva, es fundamental contar con personal competente y comprometido con el buen resultado del contrato.

Capítulo 5

Análisis

5.1. Análisis del uso de metodologías de control en base a conceptos del “Project Management”

El uso de metodologías de control en base a conceptos del Project Management como estándar para los proyectos de construcción actualmente recopila todas las buenas prácticas de gestión de proyectos que se encuentran en la industria y en particular la extensión para la construcción de la guía del PMBOK sexta edición enfocada en los procesos, prácticas y responsabilidades generalmente aceptadas por un Construction Management.

La nueva actualización a la guía del PMBOK séptima edición presenta una orientación basada en principios y dominios de desempeño para la gestión de proyectos, con el fin de centrarse más en la entrega de valor y en los resultados previstos que en los entregables por portafolios, programas o procesos. Esta actualización reconoce que las ediciones anteriores siguen teniendo valor como un enfoque predictivo a considerar, pero incluye y presenta nuevos enfoques adaptativos e híbridos que se adecuan a la evolución acelerada de cambios en la gestión de proyectos de todas las industrias. Sin embargo, para la industria de la construcción aún se necesita más tiempo para validar sus beneficios tanto en las características del éxito de los proyectos como en su mirada filosófica.

Los expertos profesionales entrevistados en este estudio opinan que, si ha habido un cambio con los años en la gestión de los proyectos ya que se han incorporado nuevas herramientas tecnológicas y nuevos métodos de planificación y procesos basados en la experiencia y el conocimiento del personal, que permiten una mayor integración y control de los proyectos enfocados en los criterios de aceptación del cliente y del contrato. Sumado a ello los nuevos requerimientos de los clientes y del entorno de los proyectos han exigido la incorporación de nuevas variables a gestionar como las variables medioambientales, los riesgos, las comunicaciones con los interesados en el proyecto, los reclamos, entre otras. No obstante, las variables clásicas como el contrato, el tiempo, el costo y la calidad siguen teniendo la importancia que se les merece y su control oportuno y periódico es primordial para el éxito del proyecto.

Las metodologías de control del Project Management son aceptadas por los expertos profesionales, si bien reconocen la existencia de una variedad de metodologías de control, la elección de cual utilizar depende del tipo, alcance, complejidad y equipo de cada proyecto, considerando que cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas.

Se tiene que para el Project Management el monitoreo, control y seguimiento del proyecto es parte de la gestión integral del proyecto y se interrelaciona con todas las variables y objetivos a cumplir en los contratos, se recopila información del proyecto para medir el cumplimen-

to respecto a la línea base planifica y se toman decisiones y acciones que permitan mejorar o corregir el desempeño de los resultados del proyecto.

5.2. Análisis técnico del proyecto

A continuación, se realiza un análisis técnico del proyecto en estudio “Embalse las Palmas” en función de los resultados actuales del proyecto frente a la línea base planificada, siguiendo los procesos de control del Project Management en relación con los objetivos de estudio (Proyecto, Contrato, Tiempo, Costo y Calidad). Además, se presenta y analiza un listado de aspectos claves junto con entregar las respectivas recomendaciones.

Análisis del Proyecto

Respecto a la gestión del proyecto se han presentado los respectivos planes e informes de avance del proyecto en todas sus áreas contractuales informando el estado del arte del proyecto en las fechas establecidas por el contrato.

A la fecha no se han realizado cambios en el alcance del proyecto y el objetivo estratégico final del proyecto continúa siendo el mismo que es asegurar y permitir el riego de la zona media y baja de la cuenca del valle del Río Petorca.

De todas formas, el proyecto en general se ha visto envuelto en medio de la situación a nivel mundial causada por la pandemia del COVID 19, lo que ha retrasado el proyecto en su programación y presupuestación. Como antecedente tenemos que la empresa contratista del proyecto tenía la intención de utilizar mayoritariamente recursos chinos para la ejecución de actividades, tanto en mano de obra como en maquinarias, pero a raíz de los conflictos de movilización y de las medidas estipuladas por el estado para la gestión de la pandemia, se debió buscar alternativas locales frente a sus planes de trabajo. La concesionaria ya ha solicitado en dos ocasiones (diciembre 2021 y septiembre 2022) cambios en las fechas de los hitos de avance del contrato para lograr cumplir con lo estipulado enfrentando los problemas de la pandemia.

Otro aspecto no menor por considerar es que el proyecto está siendo cuestionado en la capacidad de cumplir con el objetivo estratégico del proyecto, esto debido a la escasez hídrica que está presente en el sector de la cuenca del río Petorca. Resulta necesario mencionar que, durante el año 2021, la empresa concesionaria solicitó la suspensión del contrato de construcción del embalse Las Palmas, justificando dicha solicitud con estudios referentes a la escasez de agua en la zona. Sin embargo, la escasez hídrica que presenta la cuenca del río Petorca no se debe únicamente a la megasequía que atraviesa el país, sino también a los usos que se le da al agua, factor asociado a la gestión del recurso por parte de las autoridades y las políticas públicas establecidas en este ámbito, por lo que no se ha concretado la suspensión del contrato a octubre de 2022.

Las proyecciones en términos del cumplimiento del proyecto y sus objetivos estratégicos son cuestionables, si bien el proyecto continúa en ejecución la falta de interés por invertir más recursos para cumplir con el cronograma de trabajo y el presupuesto de inversión es un claro

indicador de que la empresa adjudicataria del contrato, está poniendo en dudas la funcionalidad del proyecto, esto justificado con su intención de suspensión en 2021.

Los profesionales expertos entrevistados sugieren la importancia de evaluar los problemas y la búsqueda de alternativas, como revisar el proyecto, sería importante para la continuidad del proyecto, actualizar los estudios hidrológicos y de disponibilidad de recursos hídricos de la cuenca de estero las palmas y el río Petorca principales afluentes al proyecto, considerando criterios más restrictivos de cambio climático para el análisis.

También es importante implementar planes de acción para abordar problemáticas específicas, como la generación de nuevos planes de trabajo con reasignación de recursos para enfrentar los problemas generados por la pandemia.

El trabajo de soluciones a problemáticas que puedan influir en el desarrollo total del proyecto debe mantener una participación colaborativa entre la concesionaria, la IF y el contratista, en post de alinear objetivos para un mejor desempeño.

Análisis del Contrato

Respecto al cumplimiento de requerimientos establecidos en las Bases de Licitación del contrato de concesiones, se han cumplido en su totalidad y la IF fiscal no ha emitido multas al Concesionario por efectos de no cumplimiento con las responsabilidades del contrato. Si bien las fechas de ciertos cumplimientos no recibieron la aprobación en plazo, estos si fueron enviados dentro de los plazos establecidos, quedando atentos a cambios para su posterior revisión por parte de la IF y su posterior aprobación.

Con respecto a la relación entre el concesionario y el contratista EPC del proyecto estos pertenecen a la misma empresa matriz China Harbour Engineering Company Ltda. (CHEC Ltda.), por lo que existe una intención mutua de colaboración para el cumplimiento de los objetivos contractuales del proyecto. Las comunicaciones son en base a la misma red de conexión y necesariamente todos los procedimientos y acciones a tomar son informados a la casa matriz en China.

Se deja como antecedente que toda la información del proyecto pasa por una red de traductores de la empresa que permite homologar el lenguaje entre las jefaturas chinas del proyecto, las jefaturas chilenas y la inspección fiscal de las obras. De igual forma es un desafío importante que se debió superar para gestionar las leyes y normativas del proyecto con estándares occidentales frente a la cultura oriental de los adjudicatorios.

Las proyecciones en términos del cumplimiento de los requerimientos contractuales son favorables, en especial poniéndole énfasis en que en un principio las comunicaciones no fueron muy claras, pero a la fecha la inspección fiscal del proyecto y el concesionario han presentado una buena disposición entre las partes para conseguir los objetivos del proyecto.

Se recomienda de igual manera en relación con los comentarios de los profesionales expertos entrevistas, mantener un orden documental con todos los antecedentes del proyecto y del contrato, con tal de conocer a la perfección las acciones ejercidas frente a un potencial problema contractual.

Análisis del Tiempo del Proyecto

Respecto al avance real del proyecto a octubre 2022 de 19,34% es menor al porcentaje de avance programado en el cronograma del proyecto de 80,13%, teniendo un retraso de 105 semanas (24 meses) en el avance. Si analizamos los avances reales ejecutados para las principales actividades del contrato se puede apreciar por la tabla 4.3 que todas las obras del contrato a excepción del túnel de desvió tienen un porcentaje de avance significativamente menor a lo programado.

En la ilustración 4.2 vemos que el comportamiento de la curva de avance físico real del proyecto en comparación a la curva programada es muy distinto, demostrando que no se ha avanzado en los periodos con la misma intensidad de avance que se propuso en el programa de ejecución de las obras inicial, no obstante, el hito del 4% de avance de las obras se cumplió en las fechas estipuladas por el contrato.

Tenemos como antecedentes que en diciembre de 2021 y en septiembre de 2022 se solicitó y se aprobó un cambio en las fechas de cumplimiento de los hitos de avance restante sumando entre ambos 9,8 meses de desfase respecto a las fechas contractuales, permitiendo que el lento desempeño de avance registrado no afectase al hito del 30% de avance de las obras, situación que muestra el mismo grafico de curvas nombrada anteriormente. Las razones de este cambio fueron justificadas con el impacto que generó la pandemia en los trabajos del embalse, situación de fuerza mayor que a la fecha de adjudicación del contrato no estaba prevista.

Por actividades principales del contrato tenemos que:

Tabla 5.1: Retrasos del proyecto

Descripción	Retraso - Adelanto +	Holgura Permitida	Retraso al Proyecto
Entrega de Terrenos	-105	40	-65
Ingeniería de Detalle	-0	0	0
Construcción Instalaciones de Faenas	-0	0	0
Variante Ruta E-315	-123	102	-21
Variante Ruta E-377D	-103	15	-88
Túnel de Desvió	+13	0	+13
Ataguía	-52	26	-26
Muro Principal	-92	0	-92
Obras de Evacuador de Crecidas	-91	98	0
Muro Secundario	-100	139	0
Canal Alimentador	-115	40	-75
Caminos de Operación y Acceso a las Obras	-122	184	0
Estaciones de Control	-95	92	-3
Obras de Desvió Crecidas / Quebrada	-122	168	0

Las obras como las entregas de terreno, la ingeniería de detalle y las aprobaciones ambientales, influyen directamente con el inicio de obras del proyecto, por lo que al tener un retraso afecta significativamente en el desarrollo del proyecto, siendo consideradas críticas.

El retraso en la entrega de terrenos del canal alimentador de 105 semanas impidió que en este plazo la obras comenzarán, por lo que al superar las 40 semanas el retraso afecta directamente al plazo total del proyecto y al cronograma de trabajo. Si bien esta entrega a la fecha de estudio ya fue realizada no significa que el retraso de por sí ya no afectase al proyecto.

Los retrasos de obras que superan la holgura permitida según el cronograma del proyecto son actividades que pasan a ser directamente críticas, a la fecha la mayor parte de las obras han sobrepasado sus plazos límites permitidos, restringiendo hoy en día a que cualquier actividad afecte al proyecto.

Si bien la tabla anterior da cuenta de diferentes valores de retraso al plazo total del proyecto no necesariamente es una suma de todas el valor de retraso final, sino que son plazos representativos, es necesario reprogramar el proyecto para comprender el impacto real del retraso de tantas obras en el cronograma, pero si pasan a considerarse todas actividades críticas.

El retraso de 92 semanas del muro principal si es un valor de retraso total para el proyecto irrecuperable, puesto que esta es una actividad crítica, siendo el mayor valor de retraso en una actividad es un valor indicativo de que al menos 92 semanas de retraso tiene el proyecto completo, que están dentro de las 105 semanas definidas por retraso según las curvas de avance físico real vs programada del proyecto.

Según el método del valor ganado el índice de desempeño del cronograma es de 0,24 valor muy por debajo del desempeño de programa (=1), es decir el desempeño real del proyecto en términos de plazo es muy malo. Por otro lado, la varianza del cronograma muestra el retraso de los 60,79% de avance que no se ha logrado cumplir para llegar al avance del programa y se traduce en un costo de 2.125.636 UF, valor no menor para poder cumplir el avance esperado en el plazo.

La proyección en términos de plazo del proyecto si se mantiene el desempeño actual del proyecto es muy desfavorable y difícilmente se podría cumplir con los hitos de avance contractuales.

Los profesionales expertos recomiendan en un principio reprogramar y solicitar aumentos de plazo de ser necesario, a su vez se recomienda incorporar personal especializado en las áreas más críticas para un correcto desempeño y asignar más supervisores exclusivamente para las actividades atrasadas. Es necesario ser más restrictivo a la hora de contratar subcontratos y aplicar multas de ser necesario por retraso.

Análisis del Costo del Proyecto

Respecto a los costos reales a octubre 2022 se tiene una inversión de 912.496 UF, valor muy por debajo de lo proyectado en el presupuesto de inversión y en la curva de desembolso del proyecto, según lo planificado en el presupuesto de inversión el costo estimado es de 3.038.132 UF, se ha invertido menos dinero que lo esperado y en consecuencia menos recursos.

Según el método del valor ganado el índice de desempeño del costo es de 0,8, es decir, el desempeño ha sido menor al necesario para obtener el mismo valor entre el trabajo ganado y el costo invertido, no obstante, al ser un valor cercano a 1 el desempeño de costos no es tan malo. Por otro lado, la varianza de costos es de 179.086 UF el gasto ejercido en el trabajo ha sido mayor al esperado gastar por el presupuesto, el valor presupuestado para el trabajo ejercido era de 733.410 UF y el costo gastado ha sido de 912.496 UF un sobre costo no menor.

Las actividades con mayor sobre costo que inciden en la varianza de costos son las siguientes:

Tabla 5.2: Mayores sobre costo en actividades.

Actividad	Sobre costo	% Respecto al Costo Presupuestado
Actividades Forestales, medidas de mitigación ambiental	50.000 UF	358%
Losa Hormigón G25, Túnel de desvío	23.000 UF	287%
Excavación abierta en Roca, Portal de Entrada, Túnel de desvío	17.000 UF	173%
Hormigón e inyecciones en el Plinto, Muro Principal	15.000 UF	53%
Relleno de subbase, Variante a Ruta E-315	10.000 UF	218%

Las actividades de excavaciones en roca, de rellenos, de hormigones y de mitigación forestal son las actividades que han presentado mayor porcentaje de desviación respecto al costo presupuestado inicial, los valores y el detalle de costos por actividad pueden revisarse en el anexo A.

La estimación de costo al termino es desfavorable en todos los pronósticos, para el caso más conservador con una tasa de desempeño igual a la presupuestada se tendría un 4.7% más del costo planeado total BAC, en el caso de mantener el desempeño de costos actual del proyecto se tendría un 24,4% más del BAC y en los casos donde si ingresa la variable de mal desempeño del cronograma aumenta aún más el valor respecto al BAC (caso III: 78,4% más; caso IV: 45,7% más; caso V: 135,2% más).

Todos los pronósticos de estimación de costo al termino superan el valor total del subsidio fijo a la construcción entregado por el MOP como concepto de pago que equivale a 15 cuotas de 263.000 UF, es decir, 3.945.000 UF solo un 4,06% más que el BAC.

Para lograr terminar el proyecto en el BAC el desempeño del trabajo por completar debe aumentar a 1,06 lo cual es muy dificultoso, ya que se necesita una inyección mucho mayor de recursos que el planificado en un inicio. Incluso para obtener el valor de costo igual al subsidio fijo a la construcción el índice seria 1,01 lo que sigue siendo mayor a la presupuestado.

La proyección en términos de costo del proyecto si se mantiene el desempeño actual del proyecto es muy desfavorable y difícilmente se podría mejorar considerando los presupuestos esperados.

Los profesionales expertos recomiendan frente a una situación como la del proyecto, detener las obras y evaluar el desembolso sin destino seguro, es necesario conocer las proyecciones esperadas por el proyecto y ver si es rentable continuar con el mismo o no.

Ante una continuidad toca ser más restrictivo en el manejo de los costos del proyecto, evaluar los sobrecostos en el momento y aplicar seguros y/o garantías de ser necesario.

Análisis de la Calidad del Proyecto

Respecto a la Calidad en el proyecto se tiene la generación del plan de aseguramiento de la calidad (PAC) como estándar a seguir para la empresa y los informes mensuales de la unidad de aseguramiento de la calidad que permiten llevar un seguimiento del avance de las obras respecto al plan. También respecto a la certificación ISO9001-2015 de las obras se tiene conocimiento de la certificación de la empresa Concesionaria y la constructora EPC del proyecto.

Como indica el PAC la empresa presenta previo a ejecución todos los procedimientos específicos de las actividades nivel 1 mencionadas en el alcance del mismo.

Los objetivos de Calidad del proyecto a octubre 2022 no se han cumplido en su totalidad, para todos los periodos del proyecto siempre hubo dos objetivos en particular que nunca se cumplieron estos son el objetivo N°1 y el N°5.

El N°1 enfocado en el término de las obras dentro de los plazos donde la varianza en el avance siempre fue menor a 0,34, teniendo como meta mínima 0,90, esto correlacionado con el bajo desempeño del cronograma y en la ejecución de las obras.

El N°5 enfocado en el cierre de las no conformidades en un plazo máximo de 30 días, la meta era lograr en cada periodo un cierre igual a 0, pero siempre se tuvo al menos 2 no conformidades por periodo que estaban abiertas. Los días promedio de cierre de no conformidades era de 124 días un valor mucho mayor a los 30 días esperados y de las 37 no conformidades emitidas, 22 no se cerraron en un plazo menor a 30 días.

Respecto a las temáticas de las No conformidades se tiene que en su mayoría fueron emitidas por no conformidades con el incumplimiento de las normativas de diseño de los proyectos, de los procedimientos para la construcción, de los planos del proyecto, de las bases del contrato y de la calidad esperada. En cambio, en menor medida se presentaron no conformidades por un incumplimiento en la instrucción de la IF y de la ley.

El objetivo de calidad N°4 no se cumplió en su totalidad, el tener 0 accidentes con tiempo perdido en la obra, si bien estos accidentes no estuvieron presentes en todos los periodos y ninguno fue fatal, los procedimientos de acción por parte del equipo de prevención de riesgos permitieron que no afectarán la continuidad de las obras.

Los objetivos de calidad N°3 de evitar multas por parte del cliente (IF), el N°6 de control de riesgos ambientales, legales, sociales y de seguridad y el N°7 del cumplimiento del 100% del programa de inspección y ensayos, se cumplieron en su totalidad en todos los periodos.

El seguimiento al programa de inspección de ensayos se realiza mediante informes quincenales de laboratorio dando cuenta de los avances en controles realizados para las partidas más influyentes del proyecto. Respecto al avance presentado se tiene que los controles mayor-

mente fueron más que los proyectados por las cubriciones iniciales es decir hubo mayores cantidades de obra que debían ser debidamente ensayadas e inspeccionadas.

El objetivo de calidad N°2 no se cumplió ya que no se cuenta con respuestas por parte del gerente general en relación con la medición de satisfacción al cliente.

Se cuenta con la certificación de calidad de todos los materiales utilizados en el proyecto, con la certificación de los equipos de calibración y medición tanto topográficos como de laboratorio. El personal contratado en obra cumple con los requisitos mínimos para las funciones que les son establecidas, de igual forma antes de la ejecución de actividades de nivel 1 y 2 del proyecto, se realizan capacitaciones tanto teóricas y prácticas para que contribuyan al desarrollo profesional del equipo de trabajo.

La proyección en términos de calidad del proyecto es favorable considerando que la empresa ha implementado el plan de aseguramiento de la calidad a su cabalidad, pero debe mejorar en el cumplimiento de los objetivos de calidad para cumplir una satisfacción del cliente y cumplir con los requerimientos del contrato.

Se recomienda buscar soluciones a las no conformidades más efectivas y rápidas para evitar tener retrasos en el proyecto, tener especial énfasis en controlar los protocolos de trabajo en terreno para cumplir con la calidad de las obras con la mayor calidad esperada posible, capacitar y reemplazar a los personales que no cumplan con lo necesario para la continuidad del proyecto.

Capítulo 6

Conclusiones

6.1. Conclusiones

De acuerdo con lo indicado en la sección 1.4 del presente informe, se puede concluir que el objetivo general de este trabajo de título se ha cumplido de manera satisfactoria, ya que mediante las distintas investigaciones y desarrollos realizados a lo largo de este estudio fue posible analizar el desempeño técnico del proyecto “Embalse las Palmas” y verificar sus objetivos de gestión y control referidos a las áreas del Proyecto, Contrato, Tiempo, Costo y Calidad, según metodologías del Project Management. Del análisis realizado se concluye que, en términos generales, el desempeño del proyecto es inadecuado para los objetivos esperados por la planificación del proyecto, se deja en evidencia, el cumplimiento de los requerimientos contractuales del proyecto a la fecha de análisis, las desviación respecto a las líneas base de tiempo y costo en la construcción del proyecto y el avance respecto al plan de aseguramiento de la calidad el cual cumple con tres de sus siete objetivos programados en su totalidad.

Respecto a los objetivos específicos señalados en este trabajo, se debe señalar los siguientes logros:

- La revisión de estudios sobre el estado del arte de la construcción de presas y sus ciclos de vida permitió conocer como es el desarrollo de este tipo de proyectos de obras civiles mayores, entender sus características y comprender las particularidades del proyecto en estudio. Además, definió conceptos típicos de los proyectos concesionados, presentó sus procesos de licitación y áreas indispensables, lo que fue relevante para entender el ciclo de vida del Embalse las Palmas y entender las relaciones entre la empresa adjudicada del proyecto, el mandante (que en este caso es el Estado) y el contratista general del proyecto.
- El estudio de las metodologías de gestión y control del Project Management y del Construction Management dan cuenta de la evolución en la gestión de proyecto a través de los años y permiten comprender por qué la utilización de metodologías de control del Project Management aún sigue vigente en la industria de la construcción, pero se han actualizado en términos de las herramientas y técnicas de análisis que se utilizan. Para efectos de este estudio se desarrollaron las referidas a las áreas del proyecto, contrato, tiempo, costo y calidad.
- Respecto a la descripción del proyecto embalse las palmas, en particular se abordó el objetivo específico del proyecto y sus beneficios de asegurar y permitir el riego de la zona media y baja de la cuenca del valle del Río Petorca, se describió el proceso de licitación del proyecto adjudicado finalmente por China Harbour Engineering Company Ltda (CHEC Ltda) la cual contrato a su propia filial contratista chilena como EPC de las obras (CHEC Chile) y se detalló las características principales de cada una de las obras

que componen el proyecto, ya sea sus obras principales como el muro principal y secundario, el túnel de desvío, las obras de evacuación de crecidas, la ataguía, la variante a las rutas E-315 y E377D y los obras anexas como el canal alimentador y las estaciones de control.

- Se presentó para el análisis el Programa de ejecución de las obras del proyecto, dando cuenta del cronograma inicial y presupuesto de inversión de las obras como línea base del tiempo y línea base de costos respectivamente, además se presentó el plan de aseguramiento de calidad señalando los objetivos de calidad esperados a cumplir en cada periodo.
- Se presentó como punto de medición y seguimiento el avance contractual del proyecto, el avance en la ejecución de las obras y el avance en el aseguramiento de calidad, todos estos a octubre 2022, fecha de control para este respectivo estudio.
- Se desarrollo una entrevista a profesionales expertos en la gestión de proyectos de construcción de obras civiles mayores, de la cual se obtuvo un análisis de la evolución de la gestión de proyectos en la práctica, dieron recomendaciones para abordar los desafíos de gestión y control para las áreas de estudio, nombraron formas de medición y evaluación del desempeño y dieron recomendaciones para prevenir y cómo actuar frente a un mal desempeño en las áreas de estudio.
- Respecto al análisis se concluye que el uso de metodologías de control en base a conceptos del Project Management está respaldada por los profesionales expertos entrevistados y actualmente recopila todas las buenas prácticas de gestión de proyectos que se encuentran en la industria y en particular la extensión para la construcción de la guía del PMBOK sexta edición, respecto a la última actualización del PMBOK séptima edición que cambia el enfoque clásico de procesos a uno enfocado en los principios y la entrega de valor, no se han evaluado los beneficios reales de estos cambios en la industria de la construcción, no obstante, esta última actualización reconoce que el enfoque basado en procesos de la versión anterior sigue teniendo valor y esta preestablecido para los proyectos donde la gestión es más predictiva que adaptativa, como la construcción.
- Respecto al análisis técnico del proyecto se concluye que el cumplimiento del avance se ha visto afectado principalmente por dos macro factores. El primero referido a las dificultades que tuvo que enfrentar el proyecto durante la pandemia y que puso en riesgo el cumplimiento de los hitos de avance esperados, teniendo que cambiar las fechas de los avances justificando el mal desempeño del proyecto con la no disponibilidad de recursos chinos planificados para el contrato. El segundo referido a la especulación generada por la incertidumbre respecto a los recursos hídricos del sector afectados por la escasez hídrica que afecta al país, poniendo en juicio si el proyecto logrará o no cumplir con sus objetivos estratégicos. Las recomendaciones sugeridas según el análisis de las entrevistas es evaluar la problemática de escasez hídrica, actualizando los estudios hidrológicos y de disponibilidad de recursos hídricos de la cuenca de estero Las Palmas y el río Petorca principales afluentes al proyecto, consideran criterios más restrictivos de cambio climático para el análisis. Respecto a la problemática de la disponibilidad de re-

cursos es generar nuevos planes de trabajo con reasignación de recursos locales para enfrentar los problemas de movilización.

- Respecto del análisis técnico del contrato se concluye que los requerimientos contractuales han sido efectuados dentro de los plazos y consideraciones de las BALI, resolviendo en la práctica los problemas iniciales de comunicación entre el mandante y el concesionario.
- Respecto al análisis técnico del tiempo se concluye que la proyección en términos de plazo del proyecto si se mantiene el desempeño actual del proyecto es muy desfavorable y difícilmente se podría cumplir con los hitos de avance contractuales. Las recomendaciones sugeridas según el análisis de las entrevistas son reprogramar el proyecto y solicitar al mandante un nuevo aumento de plazo, a su vez incorporar profesionales expertos que mantengan los desempeños de avance adecuados para cumplir con el proyecto.
- Respecto al análisis técnico del costo se concluye que la proyección en términos de costo del proyecto si se mantiene el desempeño actual del proyecto es muy desfavorable y difícilmente se podría mejorar considerando los presupuestos esperados. Las recomendaciones sugeridas según el análisis de entrevistas son detener las obras y evaluar si la continuidad del proyecto es o no rentable para la empresa. Otras recomendaciones en el caso de continuar con el proyecto es ser más restrictivo en el manejo de costos y evaluar los potenciales sobrecostos.
- Respecto al análisis técnico de la calidad se concluye que la proyección en términos de calidad del proyecto es favorable considerando que la empresa ha implementado el plan de aseguramiento de la calidad a su cabalidad, pero debe mejorar en el cumplimiento de los objetivos de calidad para cumplir una satisfacción del cliente y cumplir con los requerimientos del contrato. Se recomienda buscar soluciones a las no conformidades más efectivas y rápidas para evitar tener retrasos en el proyecto, tener especial énfasis en controlar los protocolos de trabajo en terreno para cumplir con la calidad de las obras con la mayor calidad esperada posible, capacitar y reemplazar a los personales que no cumplan con lo necesario para la continuidad del proyecto.

Una vez desarrollado el cumplimiento de los objetivos de este estudio se puede concluir que el análisis técnico del proyecto embalse las palmas da cuenta de un mal desarrollo en la gestión de la construcción del proyecto, no se ha tenido el desempeño necesario para lograr los objetivos esperados y si bien a la fecha de análisis se han cumplido los hitos contractuales, lo más probable es que si continúan ejecutando el proyecto con la misma metodología y sin tomar acción frente a las potenciales problemáticas, no se lograrán cumplir los próximos hitos del proyecto y el proyecto pase a ser una mala inversión por parte de la empresa Adjudicada con el contrato.

Por último, respecto a las metodologías de control de “Project Management” usadas, se da cuenta de la utilidad en generar proyecciones de control para poder analizar el desempeño de obras civiles mayores. No obstante, es importante mencionar que, si bien los indicadores dan una proyección global del proyecto, también es relevante llevar un control a niveles más bajos para descubrir los detalles que ponen en riesgo la continuidad del proyecto.

Capítulo 7 Bibliografía

1. Presidenta Michelle Bachelet da inicio al Plan de Embalses: Gobierno desarrolla proyectos que beneficiarán a 25 mil chilenos en zonas con escasez de agua, 15 de noviembre 2017
<<https://www.gob.cl/noticias/plan-de-embalses-gobierno-desarrolla-proyectos-que-beneficiaran-a-25-mil-chilenos-en-zonas-con-escasez-de-agua/>>
2. Plan Nacional de Embalses dirección de obras hidráulicas, enero 2016, Gobierno de Chile.
<https://www.mop.cl/participacion_ciudadana/Documents/cosoc/actas/ANEXO_SESION_8_N_2_COSOC_MOP_14012016.pdf>
3. Plan de Regulación y Embalses, CNR, Ministerio de agricultura, 21 de junio 2019.
<<https://www.cnr.gob.cl/agricultores/infraestructura/infraestructura/embalses/>>
4. Presidente Piñera lanza Plan de Embalses para beneficiar a 150 mil agricultores y comunas rurales: “El objetivo es transformar a Chile en una potencia agroalimentaria”, CNR, Ministerio de agricultura, 21 de junio 2019.
<<https://www.cnr.gob.cl/presidente-pinera-lanza-plan-de-embalses-para-beneficiar-a-150-mil-agricultores-y-comunas-rurales-el-objetivo-es-transformar-a-chile-en-una-potencia-agroalimentaria/>>
5. Presentación ministro de Obras Públicas en Comisión de Recursos Hídricos, Desertificación y Sequía del Senado, junio de 2022
<<http://bcn.cl/32758> >
6. Embalse Valle Hermoso en Rio Pama Combarbala, Ficha de Proyectos, MOP.
<https://proyectos.mop.gov.cl/proyecto.asp?cod_p=19692>
7. Sitio Web Embalse Chironta.
<<http://embalsechironta.cl/>>
8. Concesión Embalse La Punilla, Ficha del Proyecto, MOP.
<http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/detalle_adjudicacion.aspx?item=176>
9. Concesión Embalse Nueva La Punilla, Ficha del Proyecto, MOP.
<http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/detalle_adjudicacion.aspx?item=258>
10. Concesión Embalse Las Palmas, Ficha del Proyecto, MOP.
<<http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/detalleHidricas.aspx?item=192>>
11. Cartera de Concesiones 2021-2025, Dirección General de Concesiones, MOP.
<http://www.concesiones.cl/proyectos/Paginas/Cartera_de_Concesiones_2021_2025.aspx>
12. Concesión Embalse Las Palmas, Informe Ejecutivo del Proyecto, MOP, junio 2022.
<http://www.concesiones.cl/proyectos/Documents/Embalse_Las_Palmas/2022/Informe_Ejecutivo_EmbalseLasPalmas_Junio2022.pdf>
13. Tratado Básico de Presas, Eugenio Vallarino Cánovas del Castillo, Tomo I, Cuarta Edición Corregida y Ampliada, 1998
14. Infraestructura Hidráulica del Chile 2020, Dirección de Obras Hidráulicas
<<https://snia.mop.gob.cl/sad/INF5258.pdf> >

15. Situación de los embalses en Chile, Asesoría Técnica Parlamentaria, junio 2022, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN
<https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33370/1/Situacion_Embalses_2022.pdf>
16. Informe Hidrometeorológico Semanal, Dirección General de Aguas, 30 de mayo 2022
<https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/informacionhidrologica/Informe%20HidroMeteorologico%20Semanal/Informe_semanal_30_05_2022.pdf>
17. Ingeniería de Presas de Escollera, Manuel E. Espinosa, 2010
<https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6083/ingenieriapresasescollera.pdf>
18. Principales tipos de presas y su clasificación, Más que ingeniería
<<https://masqueingenieria.com/blog/tipos-de-presas-y-su-clasificacion/>>
19. ICOLD (International Commission on Large Dams), Boletín n° 141, “Barrages en Enrochements avec Masque amont en Béton”, 2006.
20. Tratado Básico de Presas, Eugenio Vallarino Cánovas del Castillo, Tomo II, Cuarta Edición Corregida y Ampliada, 1998.
21. Análisis ex – post embalse Ancoa y de recomendaciones DOH, Agustín Ríos, 2020.
22. Sistema de Concesiones en Chile, Coordinación de Concesiones, MOP, diciembre 2015
<https://www.mop.cl/participacion_ciudadana/Documents/cosoc/actas/ANEXO_SESION_7_N_1_COSOC_MOP_10122015.pdf>
23. Análisis del Plan de embalses del gobierno del presidente Piñera, Consejo de la Sociedad Civil (SOCOC) del MOP de nivel nacional, Carta al MOP, abril 2020.
<https://www.mop.cl/participacion_ciudadana/Documents/cosoc/informes_2018-2022/04_Plan_Financiamiento_Embalses.pdf>
24. Global Project Management Handbook. McGraw-Hill Professional, David I. Cleland, Roland Gareis (2006).
25. Historia del Project Management Institute
<<https://www.pmi.org/about/learn-about-pmi/history-of-pmi>>
26. A guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, 6^{ta} Edición.
27. PMBOK 7^{ma} Edición, Cambios y su importancia en la gestión de proyectos, septiembre 2021.
<<https://pmi.cl/web/2021/09/02/pmbok-7ma-edicion-cambios-y-su-importancia-en-la-gestion-de-proyectos/>>
28. A guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, 7^{ma} Edición.
29. An introduction to the construction management profesión, CMAA, 2020.
30. Informe Ejecutivo de los proyectos de ingeniería de detalle, Concesión Embalse las Palmas.
31. Programa de Ejecución de las Obras, abril 2020, Concesión Embalse las Palmas.
32. Informe Mensual de Obra, junio 2022, Concesión Embalse las Palmas.
33. Informes de ingeniería de detalle de las obras, Concesión Embalse las Palmas.
34. Planos de los proyectos de diseño, Concesión Embalse las Palmas.
35. Lean Construction Institute <[Lean Construction Institute | LCI](#)>
36. Construction Extension to the PMBOK Guide, PMI 2020, Global Standard.
37. Análisis de aplicabilidad-compatibilidad del PMBOK Séptimo Edición desde la Perspectiva de la Industria de la Construcción Peculiaridades distintivas, Artículo, Amir Faraji

38. ISO9001:2015, Sistemas de Gestión de Calidad - Requisitos. Ginebra, Suiza: ISO, International Standards Organization. (2015)

Capítulo 8 Anexos

Anexo A Presupuesto de Inversión desglosado

EDT	Descripción de Actividad	Unidad	Cantidad	P.U. (UF)	Valor Neto Total (UF)	Incidencia [%]	Cantidad Ejecutada	Avance físico ejecutado (%)	Valor Neto Total Ejecutado (UF)	Avance Presupuestario [%]	Cantidad Ejecutada Por Protocolos	Avance físico ejecutado por Protocolos(%)	Valor Neto Total Ejecutado por Protocolos (UF)	Avance Presupuestario por Protocolos [%]
1	Proyecto Embalse Las Palmas				3.791.232				912.496	24,07%			733.410	19,34%
1.1	Hitos del Proyecto				0	0,00%			0				0	
1.2	Entrega de Terrenos				0	0,00%			0				0	
1.3	Ingeniería de Detalle				75.808	2,00%		100,00%	75.808	2,00%		100,00%	75.808	2,00%
1.3.1	Estudios básicos complementarios	gl	1,00	13.800,00	13.800	18,20%	1,00	100,00%	13.800	18,20%	1,00	100,00%	13.800	18,20%
1.3.2	Variante a Rutas Enroladas	gl	1,00	7.850,00	7.850	10,36%	1,00	100,00%	7.850	10,36%	1,00	100,00%	7.850	10,36%
1.3.3	Obras del Embalse	gl	1,00	22.243,00	22.243	29,34%	1,00	100,00%	22.243	29,34%	1,00	100,00%	22.243	29,34%
1.3.4	Otras Obras Complementarias	gl	1,00	20.281,00	20.281	26,75%	1,00	100,00%	20.281	26,75%	1,00	100,00%	20.281	26,75%
1.3.5	Modelos Hidráulicos Reducidos	gl	1,00	6.400,00	6.400	8,44%	1,00	100,00%	6.400	8,44%	1,00	100,00%	6.400	8,44%
1.3.6	Red Secundaria	gl	1,00	5.234,00	5.234	6,90%	1,00	100,00%	5.234	6,90%	1,00	100,00%	5.234	6,90%
1.4	Estrategias para provocar el mínimo impacto ambiental				163.216	4,31%		59,70%	97.433	2,57%		28,60%	46.673	1,23%
1.4.1	Aprobación Programa de Gestión Sustentable (PGS)	gl	1,00	640,00	640	0,39%	1,00	100,00%	640	0,39%	1,00	100,00%	640	0,39%
1.4.2	Actualización Anual PGS	gl	4,00	120,00	480	0,29%	2,00	50,00%	240	0,15%	2,00	50,00%	240	0,15%
1.4.3	Aprobación Programa de Gestión Sustentable y Eficiencia En	gl	1,00	400,00	400	0,25%	1,00	100,00%	400	0,25%	1,00	100,00%	400	0,25%
1.4.4	Actividades Forestales	gl	1,00	121.183,82	121.184	74,25%	0,53	52,66%	63.820	39,10%	0,11	11,49%	13.923	8,53%
1.4.5	Actividades Fauna Terrestre	gl	1,00	286,00	286	0,18%	0,80	80,00%	229	0,14%	1,00	100,00%	286	0,18%
1.4.6	Medidas Componente Arqueología	gl	1,00	31.045,00	31.045	19,02%	0,80	79,75%	24.759	15,17%	0,78	77,59%	24.087	14,76%
1.4.7	Medidas Asociadas a Ruido	gl	1,00	9.131,00	9.131	5,59%	0,80	80,00%	7.305	4,48%	0,77	77,30%	7.059	4,32%
1.4.8	Monitoreo de Pozos de Agua Potable Rural	gl	1,00	50,00	50	0,03%	0,80	80,00%	40	0,02%	0,77	77,30%	39	0,02%
1.5	Construcción Instalaciones de Faenas				148.121	3,91%		97,06%	143.770	3,79%		98,17%	145.416	3,84%
1.5.1	Preparación del terreno	gl	1,00	215,00	215	0,15%	1,00	100,00%	215	0,15%	1,00	100,00%	215	0,15%
1.5.2	Instalaciones y Campamento del Contratista	gl	1,00	55.548,00	55.548	37,50%	0,970	96,97%	53.866	36,37%	0,999	99,94%	55.513	37,48%
1.5.3	Planta de hormigón y Laboratorios	gl	1,00	4.210,00	4.210	2,84%	1,00	100,00%	4.210	2,84%	1,00	100,00%	4.210	2,84%
1.5.4	Talleres, bodegas y oficinas	gl	1,00	14.651,52	14.652	9,89%	1,00	100,00%	14.652	9,89%	1,00	100,00%	14.652	9,89%
1.5.5	Planta de Agregados	gl	1,00	2.445,00	2.445	1,65%	1,00	100,00%	2.445	1,65%	1,00	100,00%	2.445	1,65%
1.5.6	Instalaciones Inspección Fiscal - Instalaciones Sociedad Cor	gl	1,00	68.382,00	68.382	46,17%	1,00	100,00%	68.382	46,17%	1,00	100,00%	68.382	46,17%
1.10	Desarme de Instalaciones de Faena provisoria	gl	1,00	2.669,67	2.670	1,80%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.6	Construcción Variante de Caminos				229.859	6,06%		74,38%	170.962	4,51%		58,83%	135.222	3,57%	
1.6.1	Variante Ruta E-315 - Palquico - Frutillar				126.189	54,90%		53,34%	67.311	29,28%		31,61%	39.888	17,35%	
1.6.1.1	Preparación del área de trabajo				518	0,41%		90,73%	470	0,37%		87,02%	451	0,36%	
1.6.1.1.1	Rescate de individuos Fauna Terrestre	gl	1,00	143,00	143	27,62%	1,00	100,00%	143	27,62%	1,00	100,00%	143	27,62%	
1.6.1.1.2	Rescate de Cactáceas	gl	1,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.1.3	Rescate Arqueológico ELP14	gl	1,00	96,00	96	18,54%	0,50	50,00%	48	9,27%	0,30	30,00%	29	5,56%	
1.6.1.1.4	Implementación de señalizaciones (letreros)	gl	1,00	37,00	37	7,15%	1,00	100,00%	37	7,15%	1,00	100,00%	37	7,15%	
1.6.1.1.5	Despeje y Limpieza de la Faja (Há)	Km	4,30	56,23	242	46,70%	4,30	100,00%	242	46,70%	4,30	100,00%	242	46,70%	
1.6.1.2	Excavación				40.613	32,18%		97,57%	39.626	31,40%		66,73%	0,00%	27.102	21,48%
1.6.1.2.1	Excavación de Escarpe	m3	5.069,90	0,10	507	1,25%	4.873,03	96,12%	487	1,20%	5.069,90	100,00%	507	1,25%	
1.6.1.2.2	Excavación de corte en terreno de cualquier naturaleza	m3	211.727,19	0,13	27.525	67,77%	205.874,90	97,24%	26.764	65,90%	196.974,65	93,03%	25.607	63,05%	
1.6.1.2.3	Excavación de corte en roca	m3	24.666,85	0,47	11.593	28,55%	24.344,61	98,63%	11.442	28,17%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.2.4	Excavación de TCN para obras de drenaje	m3	3.530,00	0,28	988	2,43%	3.332,60	94,41%	933	2,30%	3.530,00	100,00%	988	2,43%	
1.6.1.3	Relleno de subrasante				16.606	13,16%		88,82%	14.749	11,69%		27,88%	0,00%	4.629	3,67%
1.6.1.3.1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	60.081,78	0,22	13.218	79,60%	58.807,92	97,88%	12.938	77,91%	21.042,27	35,02%	4.629	27,88%	
1.6.1.3.2	Relleno Estructural	m3	2.001,31	0,95	1.901	11,45%	1.906,11	95,24%	1.811	10,90%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.3.3	Preparación de la Subrasante	m2	49.542,92	0,03	1.486	8,95%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.4	Construcción de Subbase				6.184	4,90%		0,00%	0	0,00%		0,00%	0	0,00%	
1.6.1.4.1	Subbase Granular, CBR > 40%	m3	9.662,78	0,64	6.184	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.5	Construcción de Base				4.276	3,39%		0,00%	0	0,00%		0,00%	0	0,00%	
1.6.1.5.1	Base (e= 15 cm CBR > 100%)	m3	7.247,08	0,59	4.276	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.6	Pavimento Asfáltico				22.381	17,74%		0,00%	0	0,00%		0,00%	0	0,00%	
1.6.1.6.1	Imprimación	m2	35.418,12	0,07	2.479	11,08%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.6.2	Tratamiento superficial doble	m2	33.731,54	0,59	19.902	88,92%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.7	Saneamiento				14.298	11,33%		38,90%	5.561	4,41%		25,02%	0,00%	3.577	2,83%
	Cama de Apoyo	m3	106,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.7.1	Tubos de base plana de alta resistencia de hormigón simple	m	318,00	7,77	2.471	17,28%	202,38	63,64%	1.572	11,00%	81,60	25,66%	634	4,43%	
1.6.1.7.2	Tubos de base plana de alta resistencia de hormigón simple	m	19,00	3,27	176	1,23%	18,80	98,95%	174	1,22%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.7.3	Embudos para descargas de agua	n°	28,00	6,43	180	1,26%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.7.4	Descargas De Agua En Tubos Corrugados De Media Caña De	ml	1.005,00	3,50	3.513	24,57%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
	Descargas De Agua En Tubos Corrugados De Media Caña De	ml	35,00	3,81	133	0,93%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
	Descargas De Agua En Tubos Corrugados De Media Caña De	ml	49,00	4,16	204	1,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.7.5	Solera Tipo A	m	2.782,00	0,50	1.399	9,78%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.7.6	Cuneta triangular de hormigón	ml	5.639,00	0,35	1.974	13,80%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.6.1.7.7	Construcción de Fosos y Contrafosos a revestir con hormigón	ml	4.178,00	0,20	836	5,84%	4.112,72	98,44%	823	5,75%	3.246,15	77,70%	649	4,54%	
1.6.1.7.8	Revestimiento de Fosos y Contrafosos	m3	567,00	6,02	3.413	23,87%	497,04	87,66%	2.992	20,93%	381,00	67,20%	2.294	16,04%	

1.6.1.8	Señalización y Seguridad vial				21.313	16,89%		32,40%	6.905	5,47%	19,37%	0,00%	4.129	3,27%
1.6.1.8.1	Hormigón Grado G-5	m3	228,00	4,14	944	4,43%	65,79	28,85%	272	1,28%	16,00	7,02%	66	0,31%
1.6.1.8.2	Hormigón Grado G-17	m3	282,40	6,05	1.709	8,02%	214,36	75,91%	1.237	6,08%	241,00	85,34%	1.458	6,84%
1.6.1.8.3	Hormigón Grado G-25	m3	537,00	6,18	3.320	15,58%	372,54	69,37%	2.303	10,81%	265,00	49,35%	1.638	7,69%
1.6.1.8.4	Acero para armaduras A63-42H	kg	36.361,00	0,06	2.182	10,24%	33.624,00	92,47%	2.017	9,47%	13.830,00	38,04%	830	3,89%
1.6.1.8.5	Revestimiento de mampostería de Piedra	m2	801,00	1,31	1.049	4,92%	697,80	87,12%	914	4,29%	104,00	12,98%	136	0,64%
1.6.1.8.6	Señales Verticales Laterales de Cualquier Tipo (Desvíos de Tránsito)	n°	36,00	7,05	254	1,19%	14,40	40,00%	102	0,48%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.7	Señales Verticales Laterales Tipo 2, Sp<=1m2	n°	58,00	4,58	266	1,25%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.8	Señales Verticales Laterales Tipo 3, 1m2<=Sp<=2m2	n°	1,00	10,36	10	0,05%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.9	Señales Verticales Laterales Tipo 4, 2m2<=Sp<=3m2	n°	4,00	14,69	59	0,28%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.10	Delineadores Verticales	n°	58,00	1,44	84	0,39%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.11	Baliza Rol de Camino y Kilómetro	n°	2,00	1,64	3	0,02%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.12	Baliza Kilómetro	n°	92,00	1,05	97	0,45%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.13	Delineador Direccional Simple	n°	158,00	1,80	284	1,33%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
	Conos-Tambor de Tránsito (Desvíos de Tránsito)	n°	38,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
	Balizas de Alta Intensidad (Desvíos de Tránsito)	n°	14,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.14	Demarcación, línea de eje continua doble	km	4,10	57,72	237	1,11%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.15	Demarcación de Pavimento , Línea de eje segmentada	km	0,20	44,58	9	0,04%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.16	Demarcación de Pavimento , Línea lateral continua	km	47,80	51,29	2.452	11,50%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
	Demarcación Achurados, Símbolos y Leyendas en Faena (De	m2	18,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
	Demarcación, líneas, achurados, símbolos y leyendas, termo	m2	64,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.17	Tachas Reflectantes	n°	788,00	0,58	457	2,14%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.18	Barrera Lateral de Hormigón Prefabricada , H=1,07 (Desvíos d	m	90,00	3,73	336	1,58%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.19	Barreras de Contención Certificadas Metálicas Lateral (H1)	m	1.986,00	1,87	3.705	17,38%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.1.8.20	Barreras de Contención Certificadas Metálicas Lateral (H3)	m	882,00	4,38	3.853	18,10%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2	Variante Ruta E-377 -D Pedegua-Illapel				103.670	45,10%		99,98%	103.650	45,09%		91,96%	95.335	41,48%
1.6.2.1	Preparación del área de trabajo				307	0,30%			307	0,30%			299	0,29%
1.6.2.1.1	Rescate de individuos Fauna Terrestre	gl	1,00	98,00	98	31,90%	1,00	100,00%	98	31,90%	1,00	100,00%	98	31,90%
1.6.2.1.2	Implementación de señaletoas (letreros)	gl	1,00	37,00	37	12,05%	1,00	100,00%	37	12,05%	1,00	100,00%	37	12,05%
1.6.2.1.3	Remoción Señal Vertical lateral	n°	4,00	0,87	3	1,13%	4,00	100,00%	3	1,13%	4,00	100,00%	3	1,13%
1.6.2.1.4	Despeje y Limpieza de la Faja (Há)	Km	3,00	56,23	169	54,92%	3,00	100,00%	169	54,92%	2,86	95,33%	161	52,35%
1.6.2.2	Excavación				56.174	54,19%			56.174	54,19%			56.174	54,19%
1.6.2.2.1	Excavación de Escarpe (e=0.15m)	m3	5.138,20	0,10	514	0,91%	5.138,20	100,00%	514	0,91%	5.138,20	100,00%	514	0,91%
1.6.2.2.2	Excavación de corte en terreno de cualquier naturaleza	m3	266.982,37	0,13	34.708	61,79%	266.982,37	100,00%	34.708	61,79%	266.982,37	100,00%	34.708	61,79%
1.6.2.2.3	Excavación de Corte en Roca	m3	43.924,33	0,47	20.644	36,75%	43.924,33	100,00%	20.644	36,75%	43.924,33	100,00%	20.644	36,75%
1.6.2.2.4	Excavación en TCN para Obras de Drenaje	m3	1.810,98	0,17	308	0,55%	1.810,98	100,00%	308	0,55%	1.810,98	100,00%	308	0,55%
1.6.2.3	Relleno de subrasante				11.445	11,04%			11.445	11,04%			11.445	11,04%
1.6.2.3.1	Formación y Compactación de Terraplenes	m3	43.089,96	0,22	9.480	82,83%	43.089,96	100,00%	9.480	82,83%	43.089,96	100,00%	9.480	82,83%
1.6.2.3.2	Relleno Estructural	m3	781,12	0,95	742	6,48%	781,12	100,00%	742	6,48%	781,12	100,00%	742	6,48%
1.6.2.3.3	Preparación de la subrasante	m2	40.780,54	0,03	1.223	10,69%	40.780,50	100,00%	1.223	10,69%	40.780,50	100,00%	1.223	10,69%

1.6.2.4	Construcción de subbase				4.086	3,94%			5.390	5,20%			4.086	3,94%
1.6.2.4.1	Subbase Granular, CBR > 40%	m3	6.385,00	0,64	4.086	100,00%	8.421,15	131,89%	5.390	131,89%	6.385,00	100,00%	4.086	100,00%
1.6.2.5	Construcción de Base				2.862	2,76%			4.042	3,90%			2.862	2,76%
1.6.2.5.1	Base (= 15 cm CBR > 100%)	m3	4.538,75	0,63	2.862	100,00%	6.411,15	141,25%	4.042	141,25%	4.538,75	100,00%	2.862	100,00%
1.6.2.6	Pavimento Asfáltico				7.647	7,38%			7.647	7,38%			6.837	6,60%
1.6.2.6.1	Impresión	m2	35.217,00	0,07	2.465	32,24%	35.217,00	100,00%	2.465	32,24%	23.647,00	67,15%	1.655	21,65%
1.6.2.6.2	Tratamiento superficial doble (TSD)	m2	33.540,00	0,15	5.182	67,76%	33.540,00	100,00%	5.182	67,76%	33.540,00	100,00%	5.182	67,76%
1.6.2.7	Saneamiento				5.218	5,03%			5.213	5,03%			4.452	4,29%
	Camada de Apoyo	m3	41,33	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.7.1	Tubos de base plana de alta resistencia de hormigón simple	m	115,00	7,77	894	17,12%	115,00	100,00%	894	17,12%	115,00	100,00%	894	17,12%
1.6.2.7.2	Tubos de base plana de alta resistencia de hormigón simple	m	35,00	9,27	324	6,22%	35,00	100,00%	324	6,22%	35,00	100,00%	324	6,22%
1.6.2.7.3	Embudos para descargas de agua	n	17,00	6,43	109	2,09%	17,00	100,00%	109	2,09%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.7.4	Descargas De Agua En Tubos Corrugados De Media Caña De	m	170,00	3,50	594	11,39%	169,50	99,71%	592	11,35%	0,00	0,00%	0	0,00%
	Descargas De Agua En Tubos Circulares De Metal Corrugado	m	42,50	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.7.5	Soleras tipo A	m	418,00	0,50	210	4,03%	418,00	100,00%	210	4,03%	418,00	100,00%	210	4,03%
1.6.2.7.6	Cunetas Triangular De Hormigón	m	2.950,00	0,35	1.033	19,79%	2.940,00	99,66%	1.029	19,72%	2.914,00	98,78%	1.020	19,55%
	Cunetas Rectangulares De Hormigón	m	5,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.7.7	Construcción De Fosos Y Contrafosos sin Revestir	m	1.183,00	0,12	138	2,65%	1.183,00	100,00%	138	2,65%	758,00	64,07%	88	1,70%
1.6.2.7.8	Construcción De Fosos Y Contrafosos A Revestir Con Hormig	m	1.181,00	0,20	236	4,53%	1.181,00	100,00%	236	4,53%	1.181,00	100,00%	236	4,53%
1.6.2.7.9	Revestimiento de Fosos y Contrafosos	m3	279,00	6,02	1.680	32,19%	279,00	100,00%	1.680	32,19%	279,00	100,00%	1.680	32,19%
1.6.2.8	Señalización y Seguridad vial				15.931	15,37%			13.433	12,96%			9.179	8,85%
1.6.2.8.1	Hormigón G-5	m3	465,34	4,48	2.085	13,09%	465,34	100,00%	2.085	13,09%	465,34	100,00%	2.085	13,09%
1.6.2.8.2	Hormigón G-17	m3	111,88	6,05	677	4,25%	111,88	100,00%	677	4,25%	111,88	100,00%	677	4,25%
1.6.2.8.3	Hormigón G-25	m3	114,87	9,79	1.125	7,06%	112,13	97,61%	1.098	6,89%	114,87	100,00%	1.125	7,06%
1.6.2.8.4	Acero para armaduras A63-42H	kg	9.712,40	0,06	583	3,66%	9.712,40	100,00%	583	3,66%	9.712,40	100,00%	583	3,66%
1.6.2.8.5	Revestimiento de mampostería de Piedra	m	183,84	7,33	1.348	8,46%	183,84	100,00%	1.348	8,46%	109,58	59,61%	804	5,04%
1.6.2.8.6	Señales Verticales Laterales de Cualquier Tipo (Desvíos de Tr	n	36,00	7,05	254	1,59%	36,00	100,00%	254	1,59%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.8.7	Señales Verticales Laterales Tipo 2, Sp <= 1m2	n	31,00	4,58	142	0,89%	31,00	100,00%	142	0,89%	29,00	93,55%	133	0,83%
1.6.2.8.8	Señales Verticales Laterales Tipo 5, 3m2 <= Sp <= 7m2	n	3,00	27,00	81	0,51%	3,00	100,00%	81	0,51%	3,00	100,00%	81	0,51%
1.6.2.8.9	Delineadores Verticales	n	36,00	1,44	52	0,33%	36,00	100,00%	52	0,33%	34,00	94,44%	49	0,31%
1.6.2.8.10	Baliza Rol de Camino y Kilómetro	n	2,00	1,84	3	0,02%	2,00	100,00%	3	0,02%	2,00	100,00%	3	0,02%
1.6.2.8.11	Baliza Kilómetro	n	54,00	1,05	57	0,35%	52,92	98,00%	55	0,35%	54,00	100,00%	57	0,35%
1.6.2.8.12	Delineador Direccional Simple	n	68,00	1,80	122	0,77%	68,00	100,00%	122	0,77%	58,00	85,29%	104	0,66%
	Conos-Tambor de Tránsito (Desvíos de Tránsito)	n	30,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
	Balizas de Alta Intensidad (Desvíos de Tránsito)	n	15,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.8.13	Demarcación, Línea de Eje Continua Doble, Termoplástica	km	2,90	36,27	105	0,66%	2,90	100,00%	105	0,66%	2,87	98,97%	104	0,65%
1.6.2.8.14	Demarcación, Línea Segmentada de Separación de Pista, Te	km	1,70	44,58	76	0,48%	1,70	100,00%	76	0,48%	1,66	97,65%	74	0,46%
1.6.2.8.15	Demarcación, Línea Lateral Continua, Termoplástica	km	45,14	51,29	2.315	14,53%	45,14	100,00%	2.315	14,53%	5,00	11,08%	256	1,61%
1.6.2.8.16	Demarcación Achurados, Símbolos y Leyendas en Faena, Ac	m2	17,60	0,36	6	0,04%	17,60	100,00%	6	0,04%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.8.17	Demarcación, Líneas, Achurados, Símbolos y Leyendas, Ter	m2	109,55	0,35	38	0,24%	109,55	100,00%	38	0,24%	109,55	100,00%	38	0,24%
1.6.2.8.18	Tachas Reflectantes	n	1.657,00	0,58	961	6,03%	1.657,00	100,00%	961	6,03%	1.657,00	100,00%	961	6,03%
1.6.2.8.19	Barrera Lateral de Hormigón Prefabricada (BHL-1.1) (Desvíos	m	277,00	2,53	701	4,40%	277,00	100,00%	701	4,40%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.6.2.8.20	Barreras de Contención Certificadas Metálicas Lateral (H1)	m	1.300,00	1,59	2.061	12,94%	1.300,00	100,00%	2.061	12,94%	1.003,00	77,15%	1.590	9,98%
1.6.2.8.21	Barreras de Contención Certificadas Metálicas Lateral (H3)	m	1.456,00	2,16	3.139	19,70%	310,00	21,29%	668	4,19%	211,00	14,49%	455	2,86%

1.7	Construcción Obras del Embalse y Obras Anexas a la Presa				2.015.105	53,15%		19,81%	399.245	10,53%		15,58%	313.996	8,28%
1.7.1	Túnel de Desvío				288.618	14,32%		65,32%	188.528	9,36%		48,89%	141.094	7,00%
1.7.1.1	Preparación del área				11	0,00%			11	0,00%			11	0,00%
1.7.1.1.1	Rescate de individuos Fauna Terrestre	gl	1,00	0,00	0	0,00%	1,00	100,00%	0	0,00%	1,00	100,00%	0	0,00%
1.7.1.1.2	Rocas, descepes, escarpes, limpieza	gl	1,00	11,00	11	100,00%	1,00	100,00%	11	100,00%	1,00	100,00%	11	100,00%
1.7.1.2	Túnel de desvío Fase I (Construcción Túnel, Obra de)				209.698	72,66%			188.517	65,32%			141.083	48,88%
1.7.1.2.1	Portal de Entrada de túnel de desvío K0+000 - K0+8				17.018	8,12%			34.316	16,36%			15.738	7,50%
1.7.1.2.1.1	Fortificación Portal de Entrada				12.848	75,49%			30.773	180,82%			12.828	75,38%
1.7.1.2.1.1.1	Excavación abierta en roca				10.062	78,32%			27.563	214,53%			10.062	78,32%
1.7.1.2.1.1.1.1	Roca (Localmente ripiable)	m3	15.480,00	0,65	10.062	100,00%	42.403,92	273,93%	27.563	273,93%	15.480,00	100,00%	10.062	100,00%
1.7.1.2.1.1.1.2	Contrafoso	ml	87,59	0,23	20	0,16%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.1.1.3	Fortificación Taludes				2.760	21,48%			3.204	24,94%			2.760	21,48%
1.7.1.2.1.1.3.1	Obras de Refuerzo y Sostenimiento de Excavaciones y E				2.760	100,00%			3.204	116,09%			2.760	100,00%
1.7.1.2.1.1.3.1.1	En excavaciones abiertas	m3	2.600,00	1,06	2.760	100,00%	3.018,46	116,09%	3.204	116,09%	2.600,00	100,00%	2.760	100,00%
1.7.1.2.1.1.4	Emboquille	m2	10,30	0,58	6	0,05%	11,00	106,80%	6	0,05%	10,30	100,00%	6	0,05%
1.7.1.2.1.2	Construcción del Portal				4.170	24,51%			3.544	20,82%			2.910	17,10%
1.7.1.2.1.2.1	Losas - Hormigón G25	m3	304,23	9,78	2.975	71,34%	250,00	82,17%	2.445	58,63%	221,00	72,64%	2.161	51,83%
1.7.1.2.1.2.2	Losas - Hormigón G10	m3	60,85	4,48	273	6,54%	34,00	55,88%	152	3,65%	34,00	55,88%	152	3,65%
1.7.1.2.1.2.3	Losas - Acero Refuerzo A63-420H	kg	18.450,10	0,05	323	22,12%	18.929,00	102,60%	946	22,63%	11.929,00	64,66%	596	14,30%
1.7.1.2.2	Portal de Salida de túnel de desvío K0+850.48 - K0+				35.119	16,75%			28.515	13,60%			20.147	9,61%
1.7.1.2.2.1	Desvío Transitorio en Ruta E-377-D, DM 82,65 a DM 83,45				0	0,00%			0	#DIV/0!			0	#DIV/0!
1.7.1.2.2.1.1	Permiso ante Dirección Vialidad				0	#DIV/0!			0	#DIV/0!			0	#DIV/0!
1.7.1.2.2.1.1.1	Solicitud de Permiso	un	0,00	0,00	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!
1.7.1.2.2.1.1.2	Aprobación de acceso a Ruta	un	0,00	0,00	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!
1.7.1.2.2.1.2	Construcción de desvío	un	0,00	0,00	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!
1.7.1.2.2.2	Primera Etapa				30.027	85,50%			28.515	81,20%			20.147	57,37%
1.7.1.2.2.2.1	Fortificación Portal de Salida				23.228	77,36%			28.509	94,95%			20.141	67,08%
1.7.1.2.2.2.1.1	Excavación y relleno				20.350	87,61%			26.031	112,07%			17.662	76,04%
1.7.1.2.2.2.1.1.1	Suelo (Material Común)	m3	8.194,00	0,18	1.475	6,92%	11.192,19	136,59%	2.015	9,45%	8.194,00	100,00%	1.475	6,92%
1.7.1.2.2.2.1.1.2	Roca (Localmente ripiable)	m3	9.938,00	0,65	6.460	30,31%	10.675,47	107,42%	6.939	32,56%	8.489,47	85,42%	5.518	25,89%
1.7.1.2.2.2.1.1.3	Enrocado Consolidado 2 capas (relleno)	m3	2.325,00	5,34	12.416	58,25%	3.198,00	137,55%	17.077	80,12%	1.998,00	85,94%	10.669	50,06%
1.7.1.2.2.2.1.2	Fortificación Taludes				2.878	12,39%			2.479	10,67%			2.479	10,67%
1.7.1.2.2.2.1.2.1	Obras de Refuerzo y Sostenimiento de Excavaciones				2.878	100,00%			2.479	86,13%			2.479	86,13%
1.7.1.2.2.2.1.2.1.1	En excavaciones abiertas	m3	4.565,00	0,63	2.878	100,00%	3.932,01	86,13%	2.479	86,13%	3.932,01	86,13%	2.479	86,13%
1.7.1.2.2.2.2	Túnel Falso				1.708	5,69%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.2.2.2.1	Elementos de Fortificación Túnel Falso Portal de Salida				1.238	72,46%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.2.2.2.1.1	Hormigón Túnel falso Calidad G-25	m3	14,80	9,78	145	11,70%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.2.2.2.1.2	Hormigón Fundaciones Calidad G-25	m3	4,60	9,78	45	3,64%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.2.2.2.1.3	Hormigón Emplantillado Calidad G-10	m3	0,50	4,48	2	0,18%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.2.2.2.1.4	Barras de acero A360-420H 10 mm	kg	671,00	0,05	34	2,71%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.2.2.2.1.5	Barras de acero A360-420H 12 mm	kg	15.863,00	0,05	793	64,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.2.2.2.1.6	Barras de acero A360-420H 16 mm	kg	4.379,00	0,05	219	17,69%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

17.12.2.2.2	Hormigón Estructural para construcción Túnel Falso				470	27,54%			0	0,00%			0	0,00%
17.12.2.2.2	Losas - Hormigón G25	m3	10,16	9,78	99	21,12%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.2.2	Losas - Emplantillado - Hormigón G10	m3	1,54	4,48	7	1,47%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.2.2	Dado - Hormigón G25	m3	11,53	8,63	100	21,75%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.2.2	Muros - Hormigón G25	m3	12,23	9,78	120	25,43%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.2.2	Túnel - Hormigón G25	m3	14,83	9,78	145	30,83%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.2.3	Emboquille	m2	10,30	0,58	6	0,02%	10,30	100,00%	6	0,02%	10,30	100,00%	6	0,02%
17.12.2.2.4	Construcción del Portal				5,085	16,94%			0	0,00%			0	0,00%
17.12.2.2.4	Losas - Hormigón G25	m3	326,95	9,78	3,198	62,88%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.2.4	Losas - Emplantillado - Hormigón G10	m3	32,59	4,48	146	2,87%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.2.4	Muros - Hormigón G25	m3	178,08	9,78	1,742	34,25%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.2.3	Segunda Etapa				5,092	23,89%			0	0,00%			0	0,00%
17.12.2.3.1	Construcción del Portal				5,092	100,00%			0	0,00%			0	0,00%
17.12.2.3.1	Dado - Hormigón G25	m3	69,93	8,63	603	11,85%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.3.1	Machones - Hormigón G25	m3	82,37	9,78	806	15,82%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.3.1	Muros - Hormigón G25	m3	29,74	9,78	291	5,71%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.3.1	Túnel Falso - Acero Refuerzo A63-420H	kg	5,721,70	0,05	266	5,82%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.3.1	Losa Portal de Salida - Acero Refuerzo A63-420H	kg	22,963,29	0,05	1,148	22,55%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.3.1	Muros Portal Salida - Acero Refuerzo A63-420H	kg	12,353,99	0,05	618	12,13%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.3.1	Muros y Machones - Acero Refuerzo A63-420H	kg	13,635,83	0,05	682	13,39%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
17.12.2.3.1	Losa Portal Salida - Acero Refuerzo A63-420H	kg	13,175,30	0,05	659	12,94%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.3	Túnel de Desvío K0+087.59-K0+741.82				120,138	57,29%			115,582	55,12%			96,396	45,97%
1.7.1.2.3.1	Fortificación				73,721	61,36%			52,942	44,07%			52,942	44,07%
17.1.2.3.1	Fortificación Túnel En Roca Tipo V Portal, L=20,0m	m3	2,673,00	1,04	2,768	3,75%	2,321,00	86,83%	2,404	3,26%	2,321,00	86,83%	2,404	3,26%
17.1.2.3.1	Fortificación Túnel En Roca Tipo V, L=26,2m	m3	4,932,00	0,75	3,720	5,05%	3,921,10	79,50%	2,957	4,01%	3,921,10	79,50%	2,957	4,01%
17.1.2.3.1	Fortificación Túnel En Roca Tipo IV, L=91,8m	m3	9,173,00	0,95	8,676	11,77%	8,864,85	96,64%	8,384	11,37%	8,864,85	96,64%	8,384	11,37%
17.1.2.3.1	Fortificación Túnel En Roca Tipo III, L=265,1m	m3	3,555,00	6,56	23,312	31,62%	3,428,04	96,43%	22,479	30,49%	3,428,04	96,43%	22,479	30,49%
17.1.2.3.1	Fortificación Túnel En Roca Tipo II, L=150,23m	m3	1,732,00	7,35	12,723	17,26%	1,412,45	81,55%	10,376	14,07%	1,412,45	81,55%	10,376	14,07%
17.1.2.3.1	Fortificación Túnel En Roca Tipo I, L=94,4m	m3	1,262,00	5,76	7,269	9,86%	1,101,00	87,24%	6,342	8,60%	1,101,00	87,24%	6,342	8,60%
17.1.2.3.1	Elementos de Fortificación Caverna de Válvulas	m3	337,264,00	0,05	15,253	20,69%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.3.2	Losas y Muros				46,418	38,64%			62,640	52,14%			43,454	36,17%
17.1.2.3.2	Bóveda Túnel - Hormigón G25	m3	1,982,47	9,78	19,389	41,77%	2,209,00	111,43%	21,604	46,54%	1,982,47	100,00%	19,389	41,77%
17.1.2.3.2	Bóveda Túnel - Hormigón G45	m3	172,28	0,00	0	0,00%	168,00	97,52%	0	0,00%	168,00	97,52%	0	0,00%
17.1.2.3.2	Losas - Hormigón G25	m3	823,12	9,78	8,050	17,34%	3,188,00	387,31%	31,179	67,17%	823,00	99,99%	8,049	17,34%
17.1.2.3.2	Losas - Hormigón G45	m3	67,54	0,00	0	0,00%	200,00	296,12%	0	0,00%	67,54	100,00%	0	0,00%
17.1.2.3.2	Losas y Muros Túnel Desvío TN1, TN2 - Acero Refuerzo A6	kg	137,489,30	0,05	6,874	14,81%	108,100,82	78,62%	5,405	11,64%	123,740,37	90,00%	6,187	13,33%
17.1.2.3.2	Losas y Muros Túnel Desvío TN4, TN5 - Acero Refuerzo A6	kg	26,942,90	0,05	1,347	2,90%	11,973,90	44,44%	599	1,29%	22,901,47	85,00%	1,145	2,47%
17.1.2.3.2	Losas y Muros Túnel Desvío TN3, TN7 - Acero Refuerzo A6	kg	89,026,90	0,05	4,451	9,59%	32,622,53	36,64%	1,631	3,51%	72,111,79	81,00%	3,606	7,77%
17.1.2.3.2	Losas y Muros Túnel Desvío TN6, TN8 - Acero Refuerzo A6	kg	108,500,10	0,05	5,425	11,63%	31,058,00	28,62%	1,553	3,35%	85,715,08	79,00%	4,286	9,23%
17.1.2.3.2	Losas y Muros Túnel Desvío TN3a, TN7a, TN8a - Acero Ref	kg	12,308,80	0,05	615	1,33%	8,516,90	69,19%	426	0,92%	10,978,66	89,19%	549	1,18%
17.1.2.3.2	Losas y Muros Túnel Desvío TN5A - Acero Refuerzo A63-4	kg	5,176,70	0,05	259	0,56%	4,882,53	94,32%	244	0,53%	4,882,53	94,32%	244	0,53%
17.1.2.3.2	Barandas - Acero ASTM A36	kg	141,00	0,05	7	0,02%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.7.1.2.4	Obra de Toma					23.764	11,33%			10.103	4,82%			8.803	4,20%
1.7.1.2.4.1	Excavación					10.126	42,61%			10.103	42,51%			8.803	37,04%
1.7.1.2.4.1.1	Excavación masiva abierta en roca	m3	15.579,00	0,65		10.126	100,00%	15.543,00	99,77%	10.103	99,77%	13.543,00	86,93%	8.803	86,93%
1.7.1.2.4.2	Losas y Muros					5.241	22,05%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.4.2.1	Losas y Muros - Hormigón G25	m3	268,78	12,05		3.239	61,80%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.4.2.2	Losas y Muros - Hormigón G10	m3	4,03	4,48		18	0,35%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.4.2.3	Losas y Muros - Acero Refuerzo A63-420H	kg	39.676,50	0,05		1.984	37,85%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.4.3	Instalación de equipos mecánicos					8.397	35,33%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.4.3.1	Estructura Izaje	un	1,00	525,98		526	6,26%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.4.3.2	Compuerta 5.000x2.500 (sellos , partes fijas, insertos)	kg	14.113,94	0,19		2.682	31,94%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.4.3.3	Reja Hidráulica tipo 1: 3.030x1.210 (621,87 kg)	kg	621,87	0,32		199	2,37%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.4.3.4	Reja Hidráulica tipo 2: 3.030x1.270 (621,87kg)	kg	698,16	0,32		223	2,66%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.4.3.5	Blindajes Obra de Toma (ASTM A36)	kg	22.700,00	0,21		4.767	56,77%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5	Obra entrega a riego y caseta de válvulas					13.658	6,51%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.1	Obra entrega medidor parshall					1.803	13,20%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.1.1	Obras civiles					397	22,01%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.1.1.1	Excavación Abierta en Suelo	m3	2,00	0,18		0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.1.1.2	Relleno Estructural	m3	495,00	0,65		322	1,51%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.1.1.3	Envocado consolidado; e=30cm	m3	14,00	5,34		75	0,35%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.1.2	Obras estructurales					1.406	77,99%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.1.2.1	Losas Entrega Riego - Hormigón G25	m3	77,57	9,78		753	3,56%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.1.2.2	Losas Entrega Riego - Emplantillado- Hormigón G10	m3	15,51	4,48		69	0,33%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.1.2.3	Muros Entrega Riego - Hormigón G25	m3	25,05	9,78		245	1,15%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.1.2.4	Entrega Riego - Medidor Parshall - Acero Refuerzo A63-42	kg	6.666,80	0,05		333	1,56%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.2	Camino acceso caseta de válvulas					1.608	11,77%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.2.1	Excavación Abierta en Suelo (En casa de válvulas y otros lug	m3	1.225,00	0,18		221	1,03%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.2.2	Relleno Estructural	m3	1.395,00	0,95		1.325	6,22%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.2.3	Carpeta de rodado; e=15cm	m3	105,00	0,53		62	0,29%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3	Caseta de Válvulas					5.879	43,05%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.3.1	Obras civiles					1.058	17,99%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.3.1.1	Excavación abierta en material comun En casa de válvulas	m3	616,00	0,18		111	0,52%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.1.2	Relleno estructural	m3	1.342,00	0,65		872	4,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.1.3	Envocados consolidados	m3	14,00	5,34		75	0,35%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2	Obras estructurales					4.821	82,01%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.1	Losas - Hormigón G25	m3	154,56	9,78		1.512	7,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.2	Losas - Hormigón G10	m3	5,47	4,48		25	0,11%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.3	Machones - Hormigón G25	m3	16,52	9,78		162	0,78%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.4	Muros - Hormigón G25	m3	161,67	9,78		1.581	7,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.5	Vigas - Hormigón G25	m3	6,43	9,78		63	0,30%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.6	Losas y Soportes - Acero Refuerzo A63-420H	kg	14.938,40	0,05		747	3,50%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.7	Muros Cámara Válvulas - Acero Refuerzo A63-420H	kg	7.691,60	0,05		385	1,80%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.8	Muros Cámara Válvulas - Acero Refuerzo A63-420H	kg	5.322,30	0,05		266	1,25%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.9	Vigas Parilla y Porta Monorriel - Acero Refuerzo A63-420H	kg	1.002,30	0,05		50	0,24%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.3.2.10	Barandas - Acero ASTM A36	kg	637,00	0,05		32	0,15%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.7.1.2.5.4	Instrumentación					3.821	27,98%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.2.5.4.1	Caseta de Instrumentación	un	1,00	635,61	636	16,64%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.2	Panel Fotovoltaico	un	1,00	79,68	80	2,03%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.3	Programación de instrumentos, pruebas y puesta en marcha	gl	1,00	50,75	51	1,33%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.4	Suministro y montaje de instrumentos y cables	gl	1,00	473,52	474	12,39%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.5	Sistema de malla de puesta a tierra	gl	1,00	73,31	73	1,92%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.6	Switch ethernet y patch panel de F.O.	c/u	2,00	59,97	120	3,14%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.7	Flujómetro magnético	c/u	3,00	219,96	660	17,27%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.8	Transmisores de presión	c/u	6,00	227,77	1.367	35,77%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.9	Computadores estaciones (incluye licencias de software, SO)	gl	1,00	59,10	59	1,55%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.10	Antena satelital GOES	gl	1,00	58,08	58	1,52%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.4.11	Mástil h= 6m y antenas	gl	1,00	244,42	244	6,40%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.5	Electricidad					547	4,00%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.2.5.5.1	Suministro y montaje de instrumentos y cables	un	1,00	473,52	474	86,53%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.2.5.5.2	Sistema de malla de puesta a tierra	un	1,00	73,31	73	13,41%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3	Túnel de desvío Fase II (Cierre de compuertas del túr					78.909	27,34%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.3.1	Cierre de compuertas túnel de desvío (lado izquierdo)	N	1,00	1.265,67	1.266	1,60%	0,00	0%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.2	Tapón de Cierre K0+409.39-K0+424.84					4.646	5,89%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.3.1.2.1	Tapón de Cierre - Hormigón G25	m3	354,66	9,78	3.463	74,66%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.2.2	Tapón de Cierre - Acero Refuerzo A63-420H	kg	23.547,70	0,05	1.177	25,34%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.3	Dado Hormigón - Hormigón G25	m3	854,03	8,63	7.370	9,34%	0,00	0%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4	Obras Mecánicas					57.760	73,20%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.3.1.4.1	Instalación Compuerta sistema de izaje desagüe de fondo					9.844	17,04%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.3.1.4.1.1	Vigas Monorriel	un	1,00	2.386,52	2.387	24,24%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.1.2	Compuerta tipo Bureau 0,6 m x 1,1 m (sellos , tapa , estanque	un	2,00	2.993,98	5.988	60,83%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.1.3	Blindajes Desagüe de Fondo (ASTM A36)	kg	7.000,00	0,21	1.470	14,93%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.2	Instalación tubería acero entrega a riego, caudal ecologico y					18.250	31,60%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.3.1.4.2.1	Tubería de Acero (ASTM A36) esp. 12 Dint= 24 " (tubos rectos	m	375,00	25,74	9.653	52,89%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.2.2	Válvulas Cuchillo f interior = 24 "	un	2,00	2.725,38	5.450	29,86%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.2.3	Válvula Ventosa f interior = 10 pulgadas	un	2,00	1.188,33	2.377	13,02%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.2.4	Juntas de Desmontaje tipo Dresser f interior = 24 "	un	2,00	385,40	771	4,22%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3	Caseta de Válvulas					29.666	51,36%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.1	Vigas Monorriel	un	3,00	2.386,52	7.160	24,13%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.2	Blindajes Casa de Válvulas (ASTM A36)	kg	27.230,95	0,21	5.718	19,28%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.3	Tubería de Acero (ASTM A36) esp. 16 Dint= 24 " (tubos rectos	m	55,00	25,74	1.416	4,77%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.4	Tubería de Acero Dint= 10 " (tubos rectos , pieza bifurcadora ,	m	20,00	12,45	249	0,84%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.5	Válvulas Cuchillo f interior = 24 pulgadas	un	2,00	2.725,38	5.450	18,37%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.6	Válvulas Cuchillo f interior = 10 pulgadas	un	1,00	1.188,33	1.188	4,01%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.7	Juntas de Desmontaje tipo Dresser f interior = 24 pulgadas	un	2,00	385,40	771	2,60%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.8	Juntas de Desmontaje tipo Dresser f interior = 10 pulgadas	un	1,00	326,11	326	1,10%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.9	Válvulas Howell Bungler f interior = 20 pulgadas	un	2,00	3.152,64	6.305	21,25%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.10	Arranque Agua Potable (Tee y Válvula de compuerta 10")	gl	1,00	223,80	224	0,75%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.4.3.11	Sistema de ventilación caverna	N	1,00	858,08	858	2,89%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.5	Cierre de compuertas túnel de desvío (lado derecho)	N	1,00	1.265,67	1.266	1,60%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.1.3.1.6	Muro central K0+741.82-K0+424.84					4.855	6,15%			0	0,00%		0	0,00%
1.7.1.3.1.6.1	Muro Central - Hormigón G25	m3	496,44	9,78	4.855	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.7.1.3.7	Equipos Eléctricos Túnel				1,746	2,21%			0	0,00%			0	0,00%		
1.7.1.3.7.1	Canalizaciones, escaletas, cámaras	N	100	432,83	433	24,80%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%		
1.7.1.3.7.2	Cables	N	100	516,22	518	29,63%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%		
1.7.1.3.7.3	Iluminación	N	100	675,93	676	38,72%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%		
1.7.1.3.7.4	Malla tierra	N	100	118,58	119	6,79%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%		
1.7.2	Atagüa Aguas Arriba				24.325	1,21%			51.97%		12.641	0,63%	32,11%	7.812	0,39%	
1.7.2.1	Excavaciones Abiertas				6.350	26,10%			6.350	26,10%				3.525	14,49%	
1.7.2.1.1	Excavación en material común				4.460	70,23%			4.460	70,23%				3.525	55,51%	
1.7.2.1.1.1	En fundaciones atagüa	m3	29.730,00	0,15	4.460	100,00%	29.730,00	100,00%	4.460	100,00%	23.496,84	79,03%		3.525	79,03%	
1.7.2.1.2	Excavación en roca				1.890	29,77%			1.890	29,77%				0	0,00%	
1.7.2.1.2.1	Excavación Abierta en Roca	m3	2.908,00	0,65	1.890	100,00%	2.908,00	100,00%	1.890	100,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.2.2	Rellenos de la Presa				17.976	73,90%			6.291	25,86%				4.288	17,63%	
1.7.2.2.1	Rellenos atagüa				17.976	100,00%			6.291	35,00%				4.288	23,85%	
1.7.2.2.1.1	Relleno 1A	m3	11.010,00	0,37	4.074	22,66%	3.853,50	35,00%	1.426	7,93%	2.449,93	22,25%		906	5,04%	
1.7.2.2.1.2	Relleno 3B	m3	53.288,00	0,25	13.322	74,11%	18.650,80	35,00%	4.663	25,94%	13.524,26	25,38%		3.381	18,81%	
1.7.2.2.1.3	Relleno 3B-zanja	m3	2.320,00	0,25	580	3,23%	812,00	35,00%	203	1,13%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3	Muro Principal				1.162.959	57,71%			9,82%		114.202	5,67%		7,10%	82.564	4,10%
1.7.3.1	Roces, descepes, escarpes, limpieza	m3	0,00	0,00	0	0,00%	0,00	0%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	#DIV/0!	
1.7.3.2	Excavaciones Abiertas				71.435	6,14%			69.783	6,00%				53.641	4,61%	
1.7.3.2.1	Estribo Izquierdo (VP01-VP05)				34.568	48,39%			33.315	47,48%				25.957	36,34%	
1.7.3.2.1.1	Excavación en zanja para Plinto	m3	181.934,30	0,19	34.568	100,00%	178.498,53	98,11%	33.315	98,11%	136.615,90	75,09%		25.957	75,09%	
1.7.3.2.2	Estribo Derecho (VP12-VP07)				20.073	28,10%			19.191	26,87%				15.073	21,10%	
1.7.3.2.2.1	Excavación en zanja para Plinto	m3	105.648,98	0,19	20.073	100,00%	101.006,58	95,61%	19.191	95,61%	79.332,65	75,09%		15.073	75,09%	
1.7.3.2.3	Cauce (VP05-VP07)				16.794	23,51%			16.677	23,35%				12.611	17,65%	
1.7.3.2.3.1	Excavación en zanja para Plinto	m3	88.391,72	0,19	16.794	100,00%	87.774,55	99,30%	16.677	99,30%	66.374,04	75,09%		12.611	75,09%	
1.7.3.3	Hormigón e inyecciones en el plinto				276.200	23,75%			44.419	3,82%				28.923	2,49%	
1.7.3.3.1	Laderas 160m Plinto Izquierdo				78.096	28,28%			12.579	4,55%				8.055	2,92%	
1.7.3.3.1.1	Hormigón de Plinto				11.495	14,72%			12.579	16,11%				8.055	10,31%	
1.7.3.3.1.1.1	Plinto-Acero Refuerzo A63-420H	kg	68.795,46	0,05	3.440	29,92%	38.532,00	56,01%	1.927	16,76%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3.3.1.1.2	Plinto-Hormigón G25	m3	822,78	3,79	6.055	70,08%	1.088,07	132,24%	10.652	92,67%	822,78	100,00%		8.055	70,08%	
1.7.3.3.1.2	Inyecciones bajo el plinto y bajo el umbral del ventedero				64.733	82,89%			0	0,00%				0	0,00%	
1.7.3.3.1.2.1	Perforaciones Descendentes	m	688,24	8,55	5.884	9,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3.3.1.2.2	Perforaciones Ascendentes	m	3.958,64	8,55	33.846	52,23%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
o	Antepozo	m	0,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	#DIV/0!	
1.7.3.3.1.2.3	Lugeon	cfu	170,80	15,24	2.603	4,02%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3.3.1.2.4	Conexiones	cfu	420,28	1,54	647	1,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3.3.1.2.5	Perforaciones de Verificación	m	319,20	4,91	1.567	2,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3.3.1.2.6	Perforaciones Cuaternarias (Eventuales)	m	532,00	10,08	5.363	8,28%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3.3.1.2.7	Lechada	lt	494.060,00	0,03	14.822	22,90%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	
1.7.3.3.1.3	Pantalla Cut-OFF Plinto				1.869	2,39%			0	0,00%				0	0,00%	
1.7.3.3.1.3.1	Hormigones				1.869	100,00%			0	0,00%				0	0,00%	
1.7.3.3.1.3.1.1	Muros Cut-off (espesor mínimo 60cm)	m3	237,78	7,86	1.869	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%		0	0,00%	

1.7.3.3.2	Laderas160mPlintoDerecho				78,096	28,28%			12,579	4,55%			8,055	2,92%
1.7.3.3.2.1	HormigóndePlinto				11,495	14,72%			12,579	16,11%			8,055	10,31%
1.7.3.3.2.1.1	Plinto-AceroRefuerzoA63-420H	kg	68,796,46	0,05	3,440	29,92%	38,532,00	56,01%	1,927	16,76%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.2.1.2	Plinto-HormigónG25	m3	822,78	3,79	8,055	70,08%	1,088,07	132,24%	10,652	92,67%	822,78	100,00%	8,055	70,08%
1.7.3.3.2.2	Inyeccionesbajoelplinto				64,733	82,89%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.3.2.2.1	PerforacionesDescendentes	m	688,24	8,55	5,864	9,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.2.2.2	PerforacionesAscendentes	m	3,958,64	8,55	33,846	52,29%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
0	Antepozo	m	0,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	#[DIVI0]
1.7.3.3.2.2.3	Lugeon	c/u	170,80	15,24	2,603	4,02%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.2.2.4	Conexiones	c/u	420,28	1,54	647	1,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.2.2.5	PerforacionesdeVerificacion	m	319,20	4,91	1,567	2,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.2.2.6	PerforacionesCuaternarias(Eventuales)	m	532,00	10,08	5,363	8,28%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.2.2.7	Lechada	lt	494,060,00	0,03	14,822	22,90%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.2.3	PantallaCut-OffPlinto				1,863	2,39%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.3.2.3.1	Hormigones				1,863	100,00%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.3.2.3.1.1	MurosCut-off(espesormínimo60cm)	m3	237,78	7,86	1,863	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.3	Cauce				120,007	43,45%			19,261	6,97%			12,813	4,64%
1.7.3.3.3.1	HormigóndePlinto				18,284	15,24%			19,261	16,05%			12,813	10,68%
1.7.3.3.3.1.1	Plinto-AceroRefuerzoA63-420H	kg	109,432,07	0,05	5,472	29,92%	49,416,00	45,16%	2,471	13,51%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.3.1.2	Plinto-HormigónG25	m3	1,308,76	3,79	12,613	70,08%	1,715,04	131,04%	16,790	91,83%	1,308,76	100,00%	12,813	70,08%
1.7.3.3.3.2	Inyeccionesbajoelplinto				101,723	84,76%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.3.3.2.1	PerforacionesDescendentes	m	1,081,52	8,55	9,247	9,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.3.2.2	PerforacionesAscendentes	m	6,220,72	8,55	53,187	52,29%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
0	Antepozo	m	0,00	0,00	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	#[DIVI0]
1.7.3.3.3.2.3	Lugeon	c/u	268,40	15,24	4,090	4,02%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.3.2.4	Conexiones	c/u	660,44	1,54	1,017	1,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.3.2.5	PerforacionesdeVerificacion	m	501,60	4,91	2,463	2,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.3.2.6	PerforacionesCuaternarias(Eventuales)	m	836,00	10,08	8,427	8,28%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.3.3.2.7	Lechada	lt	776,380,00	0,03	23,291	22,90%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4	Rellenos de la presa Fase I (2A, 2B, 3A, 3B, 3C, 3D)				506,539	43,56%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.4.1	Rellenos Muro Principal				506,539	100,00%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.4.1.1	Zona 3B de la presa	m3	936,399,00	0,25	234,100	46,22%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4.1.2	Zona 3C de la presa	m3	689,963,00	0,23	158,651	31,33%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4.1.3	Zona 3A de la presa	m3	103,586,00	0,31	32,112	6,34%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4.1.4	Zona 2A de la presa	m3	18,992,00	0,64	12,155	2,40%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4.1.5	Zona 2B de la presa	m3	107,039,00	0,56	59,342	11,83%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4.1.6	Zona 3D de la presa	m3	32,932,00	0,26	8,562	1,69%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4.1.7	Enrocado muro de protección plinto	m3	3,757,00	0,26	377	0,19%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.4.2	Periodo de Asentamiento				0	0,00%			0	#[DIVI0]			0	#[DIVI0]
1.7.3.4.3	Hormigones				0	0,00%			0	#[DIVI0]			0	#[DIVI0]
1.7.3.4.3.1	Hormigón Extruido	m3	0,00	0,00	0	#[DIVI0]	0,00	0,00%	0	#[DIVI0]	0,00	0,00%	0	#[DIVI0]
1.7.3.5	Hormigón de Pantalla				202,779	17,44%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.5.1	Muro Pantalla - Hormigón G25	m3	16,294,58	7,84	127,750	63,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.5.2	Muro Pantalla - Acero Refuerzo A63-420H	kg	1,500,586,05	0,05	75,023	37,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.7.3.6	Juntas				29.155	2,51%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.6.1	Junta Perimetral Pantalla Ho-Plinto	m	651,00	6,31	4.108	14,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.6.2	Junta de Construcción	m	435,00	6,31	2.745	9,41%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.6.3	Junta Vertical de Tracción	m	660,00	4,98	3.287	11,27%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.6.4	Junta Vertical de Compresión	m	2.413,00	3,55	8.566	29,38%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.6.5	Junta Articulación Plinto	m	1.001,00	6,31	6.316	21,66%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.6.6	Junta Dilatación de Estanco	m	575,00	5,79	3.329	11,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.6.7	Junta Dilatación Plinto-Cut off	m	144,00	5,58	804	2,76%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.7	Rellenos de la presa Fase II (1A, 1B)				21.137	1,82%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.7.1	Zona 1A de la presa	m3	8.677,00	1,74	15.098	71,43%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.7.2	Zona 1B de la presa	m3	18.300,00	0,33	6.039	28,57%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8	Coronamiento de presa y muro parapeto				32.748	2,82%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.8.1	Muro parapeto				13.891	42,42%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.8.1.1	Excavación parapeto vertedero	m3	129,00	0,19	25	0,18%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.1.2	Muro Parapeto - Hormigón G25	m3	354,26	9,52	3.373	24,28%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.1.3	Losa Muro Parapeto - Hormigón G25	m3	504,25	9,52	4.800	34,56%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.1.4	Losa Muro Parapeto - Hormigón G10	m3	9,05	4,48	41	0,29%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.1.5	Dientes Muro Parapeto - Hormigón G25	m3	70,27	9,52	669	4,82%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.1.6	Dientes Muro Parapeto - Hormigón G10	m3	54,72	4,48	245	1,76%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.1.7	Muro Parapeto - Acero Refuerzo A63-420H	kg	12.268,20	0,05	613	4,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.1.8	Fundaciones Muros Parapeto - Acero Refuerzo A63-420H	kg	82.506,04	0,05	4.125	29,70%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.2	Coronamiento de presa				18.657	57,58%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.8.2.1	Radier Coronamiento - Hormigón G25	m3	820,11	9,52	7.807	41,40%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.2.2	Radier Coronamiento - Hormigón G10	m3	214,13	4,48	959	5,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.2.3	Borde Radier Coronamiento - Hormigón G25	m3	18,56	9,52	177	0,94%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.2.4	Borde Radier Coronamiento - Hormigón G10	m3	1,12	4,48	5	0,03%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.2.5	Radier Coronamiento - Acero Refuerzo A63-420H	kg	80.000,34	0,05	4.000	21,21%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.8.2.6	Arquitectura del coronamiento de la presa	gl	1,00	5.908,79	5.909	31,33%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.9	Paisaje				3.150	0,27%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.9.1	Instalación de pantallas vegetales en muro principal	gl	1,00	3.150,00	3.150	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10	Instrumentación de la Presa y Casa de Control				17.863	1,54%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.10.1	Casa de Control				1.225	6,86%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.10.1.1	Excavación plataforma caseta de control e instrumentación	m3	48,00	0,18	9	0,71%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.1.2	Fundación Caseta Instrumentación - Acero Refuerzo A63-420H	kg	156,60	0,05	8	0,64%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.1.3	Fundación Caseta Instrumentación - Malla Electrosoldada	kg	18,00	0,58	10	0,85%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.1.4	Hormigón G25. Caseta de Control	m3	2,37	9,78	23	1,89%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.1.5	Hormigón G10. Caseta de Control	m3	0,23	4,48	1	0,08%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.1.6	Caseta Instrumentación Coronamiento	N	1,00	532,92	593	48,40%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.1.7	Sistema de comando y control	N	1,00	580,97	581	47,43%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.2	Instrumentación				16.638	93,14%			0	0,00%			0	0,00%
1.7.3.10.2.1	Automatización Instrumentación	N	1,00	4.861,67	4.862	29,22%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.2.2	Asentímetros Eléctricos	c/u	32,00	139,80	4.474	26,89%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.2.3	Piezómetros Eléctricos	c/u	13,00	227,77	2.961	17,80%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.2.4	Medidor de Juntas	c/u	6,00	445,52	2.673	16,07%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.2.5	Acelerógrafo	c/u	3,00	492,79	1.478	8,89%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.7.3.10.2.6	Monolito de Control Topográfico	c/u	21,00	9,06	190	1,14%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.7.3.11	Equipamiento eléctrico				1.953	0,17%			0	0,00%			0	0,00%	
1.7.3.11.1	Tablero de fuerza y alumbrado, metálico 1000x800x300mm tip	N'	1,00	326,11	326	16,70%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.3.11.2	Iluminación	N'	1,00	675,93	676	34,61%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.3.11.3	Cables	N'	1,00	518,22	518	26,53%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.3.11.4	Canalizaciones, escalerillas, cámaras	N'	1,00	432,83	433	22,16%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4	Obras de Evacuación de Crecidas				527.135	26,16%			15.91%	83.874	4,16%		15,66%	82.526	4,10%
1.7.4.1	Excavación abierta en roca				82.526	15,66%				83.874	15,91%			82.526	15,66%
1.7.4.1.1	En evacuador de crecidas	m3	175.587,00	0,47	82.526	100,00%	178.455,00	101,63%	83.874	101,63%	175.587,00	100,00%	82.526	100,00%	
1.7.4.2	Hormigones Estructural				402.574	76,37%			0	0,00%			0	0,00%	
1.7.4.2.1	Muros y Losa Evacuador Crecidas - Vertedero - Transición - C	m3	27.874,93	10,22	284.882	70,77%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4.2.2	Evacuador Crecidas - Vertedero - Transición - Grada Control	m3	548,52	4,48	2.457	0,61%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4.2.3	Dientes Losa - Hormigón G25	m3	1.312,20	10,22	13.411	3,33%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4.2.4	Acero Refuerzo A63-420H	kg	2.036.485,29	0,05	101.824	25,29%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4.3	Rellenos				42.035	7,97%			0	0,00%			0	0,00%	
1.7.4.3.1	Relleno Estructural	m3	13.544,00	0,65	8.804	20,94%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4.3.2	Hormigón Grado G5	m3	3.872,00	4,48	17.347	41,27%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4.3.3	Mampostería de piedra Ø300mm	m3	455,00	1,31	596	1,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.4.3.4	Enrocado consolidado Ø700mm	m3	2.863,00	5,34	15.288	36,37%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.5	Muro Secundario				12.068	0,60%			0,00%	0	0,00%		0,00%	0	0,00%
1.7.5.1	Excavaciones abiertas				2.686	22,26%			0	0,00%			0	0,00%	
1.7.5.1.1	Excavación Abierta en Suelo masiva	m3	10.320,00	0,22	2.270	0,39%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.5.1.2	Excavación Abierta en Suelo fundación	m3	1.891,00	0,22	416	0,18%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.5.2	Rellenos de la presa				9.382	77,74%			0	0,00%			0	0,00%	
1.7.5.2.1	Rellenos de la presa Muro Secundario				9.382	100,00%			0	0,00%			0	0,00%	
1.7.5.2.1.1	Zona 1C (Núcleo)	m3	5.376,00	0,98	5.268	56,16%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.5.2.1.2	Zona 2C	m3	1.603,00	0,56	898	9,57%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.5.2.1.3	Zona 3E	m3	9.239,00	0,25	2.310	24,62%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.7.5.2.1.4	Zona 3D	m3	3.484,00	0,26	906	9,66%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8	Construcción Obras Complementarias				1.159.123	30,57%			2,18%	25.278	0,67%		1,41%	16.294	0,43%
1.8.1	Canal Alimentador				1.108.990	95,67%			0,00%	0	0,00%		0,00%	0	0,00%
1.8.1.1	Obra de entrega Canal Alimentador - Embalse				2.178	0,20%			0	0,00%			0	0,00%	
1.8.1.1.1	Excavación y relleno				591	27,11%			0	0,00%			0	0,00%	
1.8.1.1.1.1	Excavación Masiva Abierta Suelo	m3	2.710,00	0,17	461	78,01%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.1.2	Relleno Compactado	m3	255,00	0,36	92	15,54%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.1.3	Enrocado de Protección en 2 capas (W=100 kg)	m3	30,00	1,27	38	6,45%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.2	Hormigón Estructural				1578	72,43%			0	0,00%			0	0,00%	
1.8.1.1.2.1	Muros y Losas - Hormigón G25	m3	72,88	9,57	697	44,21%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.2.2	Muros y Losas - Hormigón G10	m3	5,84	4,51	26	1,67%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.2.3	Dientes Losas - Hormigón G25	m3	22,96	9,57	220	13,93%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.2.4	Dientes Losas - Hormigón G10	m3	3,09	4,51	14	0,88%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.2.5	Acero Refuerzo A63-420H	kg	9.832,72	0,05	492	31,16%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.2.6	Malla Electrosoldada Tipo ACMA C378	m2	443,18	0,29	129	8,15%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	
1.8.1.1.3	Instrumentación				10	0,46%			0	0,00%			0	0,00%	
1.8.1.1.3.1	Medidor de caudal ultrasonido Inalámbrico canal abierto	Unidad	1,00	10,00	10	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	

1.8.1.2	Obras civiles Canal Alimentador Las Palmas					833.407	75,15%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.2.1	KM0+000 HASTA KM 58+010					833.407	100,00%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.2.1.1	Excavación y relleno					341.990	41,04%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.2.1.1	Preparación y limpieza de la faja	km	58,00	75,26		4.365	0,52%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.1	Excavación en zanja Material Común	m3	1.588.285,08	0,19		301.774	36,21%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.1	Relleno Estructural	m3	37.737,31	0,95		35.850	4,30%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.2	Hormigón Estructural					491.407	58,96%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.2.1.2	Hormigón G25	m3	22.182,37	7,92		175.684	35,75%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.2	Hormigón G10	m3	2.150,26	4,51		9.698	1,97%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.2	Juntas JDE	m	43.421,54	4,98		216.239	44,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.2	Hormigón G25 - Caidas	m3	121,77	7,92		964	0,20%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.2	Hormigón G10 - Caidas	m3	9,64	4,51		43	0,01%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.2	Malla Electrosoldada Tipo ACMA	m2	306.131,58	0,29		88.778	18,07%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.2.1.3	Instrumentación					10	0,00%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.2.1.3	Medidor de caudal ultrasonido Inalámbrico canal abierto	o/u	1,00	10,00		10	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3	Obras de Toma y Canal de Enlace					9.776	0,88%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.3.1	Bocatoma					9.776	100,00%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.3.1.1	Excavación y relleno					3.504	35,85%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.3.1.1	Excavación Masiva Abierta Suelo	m3	2.409,60	0,17		410	11,63%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.1	Entrocado de Protección	m3	1.011,00	3,02		3.053	87,12%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.1	Relleno Estructural	m3	64,00	0,65		42	1,19%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.2	Hormigón Estructural					5.844	59,78%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.3.1.2	Hormigón G25	m3	383,64	9,57		3.671	62,82%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.2	Hormigón G10	m3	21,56	4,51		97	1,66%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.2	Acero Refuerzo A630-420H	kg	41.510,00	0,05		2.076	35,51%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.3	Estructuras Mecánicas					428	4,37%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.3.1.3	Compuerta Manual 1400 x 3.150 (Bocatoma)	kg	976,90	0,12		115	26,92%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.3	Compuerta Manual 1600 x 3.000 (Disipadora)	kg	1.142,00	0,12		136	31,91%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.3	Compuerta Manual 1.600 x 1.800 (Canal Alimentador)	kg	899,60	0,12		105	24,47%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.3.1.3	Reja Hidraulica A-36 1.800 x 2650	kg	475,90	0,15		71	16,70%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4	Obras de Sifones					28.225	2,55%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.4.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)					1.913	6,78%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.4.1.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	11.251,21	0,17		1.913	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4.2	Rellenos					542	1,92%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.4.2.1	Relleno compactado	m3	1.504,70	0,36		542	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4.3	Hormigones					8.743	30,98%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.4.3.1	Hormigón G10	m3	677,19	9,57		6.481	74,13%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4.3.2	Hormigón G25	m3	27,31	4,51		123	1,41%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4.3.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	42.712,62	0,05		2.136	24,43%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4.3.4	Malla Electrosoldada Tipo ACMA C168	m2	11,70	0,29		3	0,04%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4.4	Estructuras Mecánicas					17.028	60,33%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.4.4.1	Rejas Hidraulicas	kg	2.305,00	0,15		346	2,03%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.4.4.2	Tuberías	m	792,69	21,04		16.682	97,97%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.8.1.5	Obras de Desagues				6.997	0,63%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.5.1	Movimiento de Tierra y relleno				1.365	19,51%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.5.1.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	5.726,82	0,17	974	71,36%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.1.2	Relleno Compactado	m3	697,70	0,36	251	18,41%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.1.3	Enrocado consolidado w=10kg; e=20cm; 2 capas	m3	199,45	0,56	112	8,18%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.1.4	Geotextil tipo bidim DP-20 o equivalente	m2	253,96	0,11	26	2,05%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.2	Hormigon estructural				1.950	27,88%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.5.2.1	Hormigón G25	m3	117,16	9,57	1.121	57,49%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.2.2	Hormigón G10	m3	5,85	4,51	26	1,35%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.2.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	9.454,33	0,05	473	24,24%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.2.4	Hormigón Prefabricado: Tubería Mastergrau Diámetro 1m	m	33,00	10,00	330	16,92%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.3	Estructuras Mecánicas				3.682	52,62%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.5.3.1	Compuertas Manual 1.400 x 2.300	kg	3.542,00	0,15	531	14,43%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.3.2	Estructura Soporte Volante	kg	3.525,00	0,15	529	14,36%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.3.3	Inserto apoyo Estructura Soporte Volante	kg	500,00	0,05	25	0,68%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.3.4	Tubería 40" A-36	m	25,15	17,31	435	11,83%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.3.5	Tubería 22" A-36	m	60,00	9,62	577	15,68%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.3.6	Tubería 36" A-36	m	52,50	16,16	848	23,04%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.5.3.7	Tubería Plancha Acero corrugado (e=3mm) DIA.1.000mm	m	73,56	10,00	736	19,98%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6	Obras de Cruce				66.077	5,96%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.1	Cruces de quebradas en cañón				19.118	28,93%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.1.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)				1.604	8,33%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.1.1.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	9.436,27	0,17	1.604	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.1.2	Rellenos				2.336	12,22%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.1.2.1	Relleno compactado	m3	1.581,53	0,36	569	24,38%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.1.2.2	Enrocado consolidado w=10kg; e=20cm; 2 capas	m3	1.523,72	0,56	853	36,53%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.1.2.3	Muro protección Gavión (1,0'1,0'2,0)	m3	178,00	2,81	500	21,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.1.2.4	Geotextil tipo bidim DP-20 o equivalente	m2	3.752,71	0,11	413	17,67%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.1.3	Hormigón estructural				15.178	79,39%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.1.3.1	Hormigón G25	m3	995,02	9,57	9.522	62,74%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.1.3.2	Hormigón G10	m3	66,15	4,51	298	1,97%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.1.3.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	107.155,19	0,05	5.358	35,30%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.2	Cruces de quebradas en cañón				1.864	2,82%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.2.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)				92	4,96%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.2.1.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	543,90	0,17	92	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.2.2	Rellenos				50	2,66%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.2.2.1	Relleno Compactado	m3	65,34	0,36	24	47,43%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.2.2.2	Geotextil tipo bidim DP-20 o equivalente	m2	237,00	0,11	26	52,57%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.2.3	Hormigones				1.722	92,38%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.2.3.1	Hormigón G25	m3	95,40	9,57	913	53,01%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.2.3.2	Hormigón G10	m3	2,60	4,51	12	0,68%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.2.3.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	15.949,09	0,05	797	46,31%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.6.3	Cruces de quebradas en media caña				3.965	6,00%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.3.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)				275	6,95%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.6.3.1.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	1.620,06	0,17	275	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

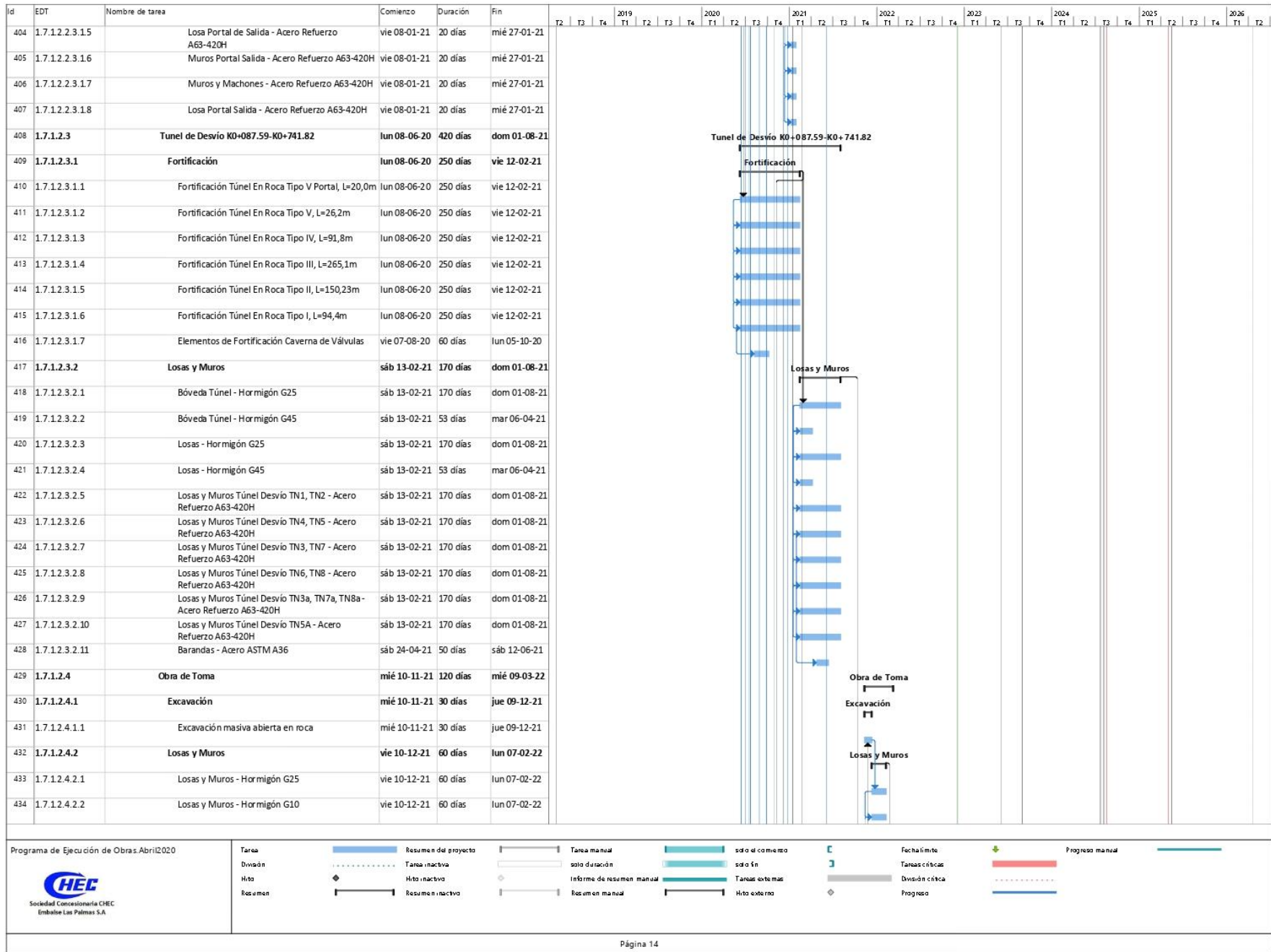
18.16.3.2	Rellenos				936	23,60%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.3.2	Relleno Compactado	m3	303,53	0,36	109	11,68%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.3.2	Enrocado consolidado w=10kg ; e=20cm ; 2 capas	m3	572,13	1,27	727	77,65%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.3.2	Geotextil tipo bidim DP-20 o equivalente	m2	908,18	0,11	100	10,68%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.3.3	Hormigón estructural				2.687	67,77%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.3.3	Hormigón G25	m3	153,47	3,57	1.463	54,66%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.3.3	Hormigón G10	m3	10,51	4,51	47	1,76%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.3.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	23.419,86	0,05	1.171	43,58%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.3.4	Tuberías de Acero				67	1,68%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.3.4	Plancha Acero corrugado [e=3mm] DIA.800mm	m	151,95	0,29	44	66,09%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.3.4	Plancha Acero corrugado [e=3mm] DIA.1000mm	m	30,98	0,73	23	33,91%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4	Cruces de quebradas en losa				14.596	22,09%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.4.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)				393	2,69%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.4.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	2.313,84	0,17	393	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4.2	Rellenos				9.937	68,08%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.4.2	Relleno Compactado	m3	592,46	0,36	213	2,15%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4.2	Enrocado consolidado w=10kg ; e=20cm ; 2 capas	m3	467,79	1,27	594	5,98%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4.2	Geotextil tipo bidim DP-20 o equivalente	m2	82.992,40	0,11	9.129	91,87%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4.3	Hormigones				4.266	29,23%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.4.3	Hormigón G25	m3	283,00	3,57	2.708	63,48%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4.3	Hormigón G10	m3	11,13	4,51	50	1,18%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	29.159,79	0,05	1.458	34,18%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.4.3	Malla Electrosoldada Tipo ACMA C188	m2	171,00	0,29	50	1,16%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5	Cruces de caminos				17.617	26,66%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.5.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)				6.675	37,89%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.5.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	39.265,07	0,17	6.675	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5.2	Rellenos				3.658	20,76%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.5.2	Relleno Compactado	m3	8.281,14	0,36	2.961	81,51%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5.2	Enrocado consolidado w=10kg ; e=20cm ; 2 capas	m3	249,00	1,27	316	8,65%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5.2	Carpeta Granular CBR > 60% ; e=50cm	m3	512,47	0,59	302	8,27%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5.2	Geotextil tipo bidim DP-20 o equivalente	m2	526,00	0,11	58	1,58%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5.3	Hormigón estructural				7.284	41,35%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.5.3	Hormigón G25	m3	493,91	3,57	4.727	64,89%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5.3	Hormigón G10	m3	13,12	4,51	59	0,81%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.5.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	49.962,52	0,05	2.498	34,30%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6	Cruces de ganado				8.917	13,50%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.6.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)				1.148	12,87%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.6.1	Excavación Material Común Obras de Arte	m3	6.752,03	0,17	1.148	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6.2	Rellenos				1.446	16,22%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.6.2	Relleno Compactado	m3	2.350,51	0,36	846	58,50%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6.2	Enrocado consolidado w=10kg ; e=20cm ; 2 capas	m3	331,95	1,27	422	29,15%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6.2	Geotextil tipo bidim DP-20 o equivalente	m2	749,14	0,11	82	5,70%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6.2	Carpeta Granular CBR > 60% ; e=50cm	m3	163,13	0,59	96	6,65%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6.3	Hormigón estructural				6.323	70,91%			0	0,00%			0	0,00%
18.16.6.3	Hormigón G25	m3	375,43	3,57	3.593	56,82%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6.3	Hormigón G10	m3	10,69	4,51	48	0,76%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
18.16.6.3	Acero de Refuerzo A630-420	kg	53.636,20	0,05	2.682	42,41%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

1.8.1.7	Obras civiles Túnel Sector Petorca				162.330	14,64%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.7.1	Tramo Entubado 6+623 km a 8+221 km				82.317	50,71%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.7.1.1	Preparación y limpieza de la faja	km	1,60	75,26	120	0,15%	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.2	Escarpe	m3	3.072,00	0,10	307	0,37%	0,00%	0,00	0,00%	0,00	0,00%	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.3	Movimiento de tierra				11.516	13,99%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.7.1.3.	Excavación en material común mesa	m3	12.613,00	0,16	2.018	17,52%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.3.	Excavación en roca mesa	m3	8.551,00	0,47	4.019	34,90%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.3.	Excavación en zanja Material Común	m3	5.073,00	0,19	964	8,37%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.3.	Excavación en zanja Roca	m3	3.439,00	0,61	2.098	18,22%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.3.	Excavación en roca (portales)	m3	3.962,00	0,61	2.417	20,99%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.4	Rellenos				12.214	14,84%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.7.1.4.	Relleno compactado (Cama de apoyo)	m3	896,00	0,36	323	2,64%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.4.	Carpeta de rodado e=0,2 m, a= 3 m	m3	1.152,00	0,51	588	4,81%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.4.	Relleno Estructural Tubería	m3	3.805,00	2,81	10.703	87,63%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.4.	Relleno Estructural	m3	324,00	0,36	117	0,95%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.4.	Relleno compactado cañerías	m3	1.344,00	0,36	484	3,96%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.5	Hormigón Estructural				10.372	12,60%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.7.1.5.	Emplantillado H-10	m3	103,00	4,51	465	4,48%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.5.	Hormigón Canal H-30	m3	1.011,00	8,80	8.897	85,77%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.5.	Enfieradura A-63-42H	kg	20.222,00	0,05	1.011	3,75%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.1.6	Tubería Petorca				47.788	58,05%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.1.7.1.6.	Tubería HDPE 1400 mm	m	2.600,00	18,38	47.788	100,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.2	Tramo Túnel 8+221 km a 10+419 km	ml	1.250,00	64,01	80.013	49,29%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.1.7.2.1	Preparación y limpieza de la faja	0	0,00	0,00	0	0,00%								#¡VALOR!
1.8.1.7.2.2	Excavación abierta	0	0,00	0,00	0	0,00%								#¡VALOR!
1.8.1.7.2.3	Excavación Subterráneo	0	0,00	0,00	0	0,00%								#¡VALOR!
1.8.1.7.2.4	Fortificación	0	0,00	0,00	0	0,00%								#¡VALOR!
1.8.1.7.2.5	Revestimiento de hormigón del túnel	0	0,00	0,00	0	0,00%								#¡VALOR!
1.8.1.7.2.6	Inyección	0	0,00	0,00	0	0,00%								#¡VALOR!
1.8.2	Caminos de Operación y Acceso a las Obras				6.480	0,56%		8,73%	566	0,05%		0,00%	0	0,00%
1.8.2.1	Camino de Acceso Estación Fluvimétrica Frutillar				779	12,02%			156	2,41%			0	0,00%
1.8.2.1.1	Excavación abierta en suelo	m3	1.200,00	0,13	156	20,04%	1.200,00	100,00%	156	20,04%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.1.2	Relleno Estructural	m3	587,00	0,95	558	71,63%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.1.3	Carpeta de rodado; e=20cm	m3	110,00	0,59	65	8,34%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.2	Camino de Acceso Estación Fluvimétrica Las Carditas				496	7,66%			410	6,32%			0	0,00%
1.8.2.2.1	Excavación abierta en suelo	m3	45,20	0,13	6	1,18%	45,20	100,00%	6	1,18%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.2.2	Relleno Estructural	m3	424,90	0,95	404	81,34%	424,90	100,00%	404	81,34%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.2.3	Carpeta de rodado; e=20cm	m3	147,00	0,59	87	17,48%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.3	Camino de Operación al Coronamiento del Muro Principal				1.432	22,10%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.2.3.1	Excavación abierta en suelo	m3	3.698,00	0,13	481	33,57%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.3.2	Relleno estructural	m3	928,00	0,95	882	61,57%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.3.3	Carpeta de rodado; e=15cm	m3	118,00	0,59	70	4,86%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.4	Camino de Operación al Coronamiento del Muro Secundario				3.618	55,84%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.2.4.1	Excavación abierta en suelo	m3	1.030,00	0,13	134	3,70%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.4.2	Relleno estructural	m3	3.598,00	0,95	3.418	94,47%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.4.3	Carpeta de rodado; e=15cm	m3	112,00	0,59	66	1,83%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%

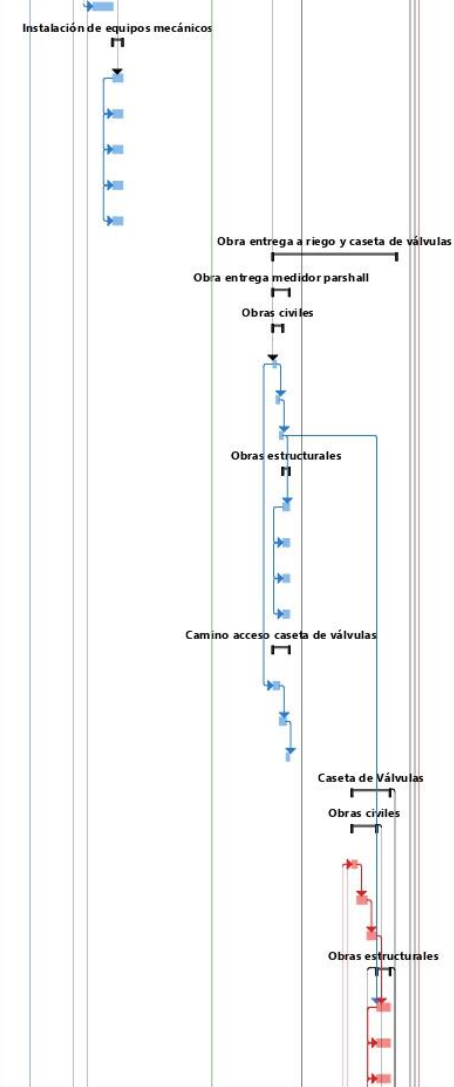
1.8.2.5	Camino acceso Evacuador de Crecidas				155	2,39%			0	0,00%		0	0,00%	
1.8.2.5.1	Excavación abierta en suelo	m3	1.099,00	0,13	143	32,37%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.2.5.2	Carpeta de rodado, e=15cm	m3	20,00	0,59	12	7,63%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3	Estaciones de Control				33.121	2,86%			74.61%	24.713	2,13%	49.19%	16.294	1,41%
1.8.3.1	Estaciones Fluiométrica Frutillar				17.671	53,35%				14.378	43,41%		11.963	36,12%
1.8.3.1.1	Plataforma				14.285	152,26%				14.378	153,26%		11.963	127,52%
1.8.3.1.1.1	Excavación abierta en suelo	m3	2.399,00	0,22	528	5,63%	2.439,00	101,67%	537	5,72%	2.399,00	100,00%	528	5,63%
1.8.3.1.1.2	Relleno estructural	m3	869,00	0,95	826	8,80%	885,00	101,84%	841	8,96%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.1.3	Enrocado consolidado 2capas, Wc 160kg	m3	365,00	5,34	1.949	20,78%	378,00	103,56%	2.019	21,52%	178,00	48,77%	951	10,13%
1.8.3.1.1.4	Cuneta triangular de hormigón	ml	0,00	9,27	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	#DIV/0!
1.8.3.1.1.5	Hormigón estructural				10.982	117,06%			10.982	117,06%			10.485	111,76%
1.8.3.1.1.5.1	Muros - Hormigón G25	m3	129,54	9,78	1.267	13,50%	129,54	100,00%	1.267	13,50%	129,54	100,00%	1.267	13,50%
1.8.3.1.1.5.2	Losa Horizontal - Hormigón G25	m3	482,73	9,78	4.721	50,32%	482,73	100,00%	4.721	50,32%	457,50	94,77%	4.474	47,69%
1.8.3.1.1.5.3	Losa Horizontal - Hormigón G10	m3	54,90	4,48	246	2,62%	54,90	100,00%	246	2,62%	54,90	100,00%	246	2,62%
1.8.3.1.1.5.4	Losa Inclinada - Hormigón G25	m3	16,96	9,78	166	1,77%	16,96	100,00%	166	1,77%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.1.5.5	Losa Inclinada - Hormigón G10	m3	2,00	4,48	9	0,10%	2,00	100,00%	9	0,10%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.1.5.6	Junta Dilatación de Estanco	m	13,10	5,79	76	0,81%	13,10	100,00%	76	0,81%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.1.5.7	Losas y Muros - Acero Refuerzo A63-420H	kg	18.713,50	0,06	1.123	11,97%	18.713,50	100,00%	1.123	11,97%	18.713,50	100,00%	1.123	11,97%
1.8.3.1.1.5.8	Losa Estación - Acero Refuerzo A63-420H	kg	56.249,20	0,06	3.375	35,97%	56.249,20	100,00%	3.375	35,97%	56.249,20	100,00%	3.375	35,97%
1.8.3.1.2	Instrumentación				2.807	29,92%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.3.1.2.1	Caseta tipo DGA, con poste	c/u	1,00	231,33	231	2,47%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.2	Cerco Protector, h= 2 m	m	120,00	10,08	1.210	12,85%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.3	Canalizaciones y cables	c/u	1,00	473,52	474	5,05%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.4	Pozo aquietador en ribera de río	c/u	1,00	271,89	272	2,90%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.5	Programación de instrumentos, pruebas y puesta en marcha	c/u	1,00	50,75	51	0,54%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.6	Generación y calibración curva de descarga	c/u	1,00	91,26	91	0,97%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.7	Sistema de puesta a tierra de puesta a tierra con barra cop	c/u	1,00	73,31	73	0,78%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.8	Sistema de 200 Watts Energía Fotovoltaica con tablero de	c/u	1,00	79,68	80	0,85%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.2.9	Tablero Gabinete para equipos	N	1,00	326,11	326	3,48%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.3	Telemetría				579	6,17%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.3.1.3.1	Equipamiento ethernet (incluye radio-modem y antena)	c/u	1,00	59,97	60	0,64%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.3.2	Instrumento de medición con Datalogger (RTU Local)	c/u	1,00	105,33	105	1,12%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.3.3	Servicio de puesta en marcha monitoreo remoto	c/u	1,00	51,66	52	0,55%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.3.4	Módem y antena satelital GOES	c/u	1,00	58,08	58	0,62%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.3.5	Mástil h=6m y Antenas TX y RX de repetidora	c/u	1,00	244,42	244	2,61%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.1.3.6	Computador	c/u	1,00	59,10	59	0,63%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2	Estaciones Fluiométrica Las Carditas				13.263	40,04%			10.335	31,20%			4.330	13,07%
1.8.3.2.1	Muro de Contención				5.135	38,72%			5.228	39,41%			173	1,31%
1.8.3.2.1.1	Excavación abierta en suelo	m3	544,00	0,22	120	2,33%	592,00	108,82%	130	2,54%	788,00	144,85%	173	3,38%
1.8.3.2.1.2	Relleno estructural	m3	108,00	0,95	103	2,00%	138,00	127,78%	131	2,55%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.1.3	Enrocado consolidado 2capas, Wc 160kg	m3	320,00	5,34	4.913	95,67%	930,00	101,09%	4.966	96,71%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.2	Plataforma				5.107	38,51%			5.107	38,51%			4.157	31,34%
1.8.3.2.2.1	Excavación abierta en suelo	m3	788,00	0,22	173	3,39%	788,00	100,00%	173	3,39%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.2.2	Relleno estructural	m3	447,00	0,95	425	8,32%	447,00	100,00%	425	8,32%	108,00	24,16%	103	2,01%
1.8.3.2.2.3	Enrocado consolidado 2capas, Wc 160kg	m3	141,00	5,34	753	14,74%	141,00	100,00%	753	14,74%	70,00	49,65%	374	7,32%
1.8.3.2.2.4	Cuneta triangular de hormigón	ml	0,00	9,27	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	#DIV/0!

1.8.3.2.2.5	Hormigón estructural				3,756	73,55%			3,756	73,55%			3,681	72,07%
1.8.3.2.2.5	Muros - Hormigón G25	m3	63,91	9,78	625	16,64%	63,91	100,00%	625	16,64%	63,91	100,00%	625	16,64%
1.8.3.2.2.5	Losa Horizontal - Hormigón G25	m3	141,10	9,78	1,380	36,74%	141,10	100,00%	1,380	36,74%	141,10	100,00%	1,380	36,74%
1.8.3.2.2.5	Losa Horizontal - Hormigón G10	m3	17,95	4,48	80	2,14%	17,95	100,00%	80	2,14%	17,95	100,00%	80	2,14%
1.8.3.2.2.5	Losa Inclínada - Hormigón G25	m3	11,68	9,78	116	3,09%	11,68	100,00%	116	3,09%	11,68	100,00%	116	3,09%
1.8.3.2.2.5	Losa Inclínada - Hormigón G10	m3	1,46	4,48	7	0,17%	1,46	100,00%	7	0,17%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.2.5	Junta Dilatación de Estanco	m	11,90	5,79	69	1,83%	11,90	100,00%	69	1,83%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.2.5	Losas y Muros - Acero Refuerzo A63-420H	kg	8.259,00	0,06	496	13,13%	8.259,00	100,00%	496	13,13%	8.259,00	100,00%	496	13,13%
1.8.3.2.2.5	Losa Estación - Acero Refuerzo A63-420H	kg	16.391,55	0,06	983	26,18%	16.391,55	100,00%	983	26,18%	16.391,55	100,00%	983	26,18%
1.8.3.2.3	Instrumentación				2,443	18,42%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.3.2.3.1	Caseta tipo DGA, con poste	c/u	1,00	231,33	231	9,47%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.2	Cerco Protector, h= 2 m	m	83,80	10,08	845	34,58%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.3	Canalizaciones y cables	c/u	1,00	473,52	474	19,39%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.4	Pozo aquíetador en ribera de río	c/u	1,00	271,89	272	11,13%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.5	Programación de instrumentos, pruebas y puesta en marcha	c/u	1,00	50,75	51	2,08%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.6	Generación y calibración curva de descarga	c/u	1,00	91,26	91	3,74%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.7	Sistema de puesta a tierra de puesta a tierra con barra cop	c/u	1,00	73,31	73	3,00%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.8	Sistema de 200 Watts Energía Fotovoltaica con tablero de d	c/u	1,00	79,68	80	3,26%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.3.9	Tablero Gabinete para equipos	N	1,00	326,11	326	13,35%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.4	Telemetría				579	4,36%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.3.2.4.1	Equipamiento ethernet (incluye radio-modem y antena)	c/u	1,00	59,97	60	10,37%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.4.2	Instrumento de medición con Datalogger (RTU Local)	c/u	1,00	105,33	105	18,21%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.4.3	Servicio de puesta en marcha monitoreo remoto	c/u	1,00	51,66	52	8,93%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.4.4	Módem y antena satelital GOES	c/u	1,00	58,08	58	10,04%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.4.5	Mástil h=6m y Antenas TX y RX de repetidora	c/u	1,00	244,42	244	42,25%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.2.4.6	Computador	c/u	1,00	59,10	59	10,22%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.3	Estación Fluviométrica en Canal Alimentador (En el s	gl	1,00	598,30	598	1,81%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.3.4	Estaciones de Calidad físico-química de aguas				0	0,00%			0	#DIV/0!			0	#DIV/0!
1.8.3.4.1	Estación de Calidad físico-química de aguas en Quebrada Fr	0	0,00	0,00	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!
1.8.3.4.2	Estación de Calidad físico-química de aguas en Quebrada La	0	0,00	0,00	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!	0,00	0,00%	0	#DIV/0!
1.8.3.5	Estación meteorológica	c/u	1,00	1.589,04	1.589	4,80%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.4	Obras de desvío crecidas / Embalse				10.532	0,91%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.4.1	Excavación y relleno				2.326	22,09%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.4.1.1	Excavación abierta en suelo	m3	972,00	0,19	185	7,94%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.4.1.2	Excavación abierta en roca	m3	2.268,00	0,69	1.565	67,27%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.4.1.3	Enrocado consolidado Ø700mm	m3	108,00	5,34	577	24,79%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.4.2	Hormigón Estructural				8.206	77,91%			0	0,00%			0	0,00%
1.8.4.2.1	Losas y Muros Desvío Quebrada - Hormigón G25	m3	533,00	8,57	4.568	55,67%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.4.2.2	Losas y Muros Desvío Quebrada - Emplantillado - Hormigón G	m3	32,61	4,48	146	1,78%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.4.2.3	Junta Dilatación de Estanco	m	143,55	5,79	831	10,13%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.8.4.2.4	Losas y Muros - Acero Refuerzo A63-420H	kg	53.210,68	0,05	2.661	32,42%	0,00	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00%	0	0,00%
1.9	Prueba de la Instrumentación y Puesta en Servicio Provisoria de las Obras				0	0,00%			0	0,00%			0	0,00%

Anexo B Cronograma (Carta Gantt) del proyecto



Id	EDT	Nombre de tarea	Comienzo	Duración	Fin	2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		
						T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2
435	1.7.1.2.4.2.3	Losas y Muros - Acero Refuerzo A63-420H	vie 10-12-21	60 días	lun 07-02-22																	
436	1.7.1.2.4.3	Instalación de equipos mecánicos	mar 08-02-22	30 días	mié 09-03-22																	
437	1.7.1.2.4.3.1	Estructura Izaje	mar 08-02-22	30 días	mié 09-03-22																	
438	1.7.1.2.4.3.2	Compuerta 5.000x2.500 (sellos , partes fijas, insertos)	mar 08-02-22	30 días	mié 09-03-22																	
439	1.7.1.2.4.3.3	Reja Hidráulica tipo 1: 3.030x1.210 (621,87 kg)	mar 08-02-22	30 días	mié 09-03-22																	
440	1.7.1.2.4.3.4	Reja Hidráulica tipo 2: 3.030x1.270 (621,87kg)	mar 08-02-22	30 días	mié 09-03-22																	
441	1.7.1.2.4.3.5	Blindajes Obra de Toma (ASTM A36)	mar 08-02-22	30 días	mié 09-03-22																	
442	1.7.1.2.5	Obra entrega a riego y caseta de válvulas	lun 05-06-23	373 días	mar 11-06-24																	
443	1.7.1.2.5.1	Obra entrega medidor parshall	lun 05-06-23	50 días	lun 24-07-23																	
444	1.7.1.2.5.1.1	Obras civiles	lun 05-06-23	30 días	mar 04-07-23																	
445	1.7.1.2.5.1.1.1	Excavación Abierta en Suelo	lun 05-06-23	10 días	mié 14-06-23																	
446	1.7.1.2.5.1.1.2	Relleno Estructural	jue 15-06-23	10 días	sáb 24-06-23																	
447	1.7.1.2.5.1.1.3	Enrocamiento consolidado; e=30cm	dom 25-06-23	10 días	mar 04-07-23																	
448	1.7.1.2.5.1.2	Obras estructurales	mié 05-07-23	20 días	lun 24-07-23																	
449	1.7.1.2.5.1.2.1	Losas Entrega Riego - Hormigón G25	mié 05-07-23	20 días	lun 24-07-23																	
450	1.7.1.2.5.1.2.2	Losas Entrega Riego - Emplentillado- Hormigón G10	mié 05-07-23	20 días	lun 24-07-23																	
451	1.7.1.2.5.1.2.3	Muros Entrega Riego - Hormigón G25	mié 05-07-23	20 días	lun 24-07-23																	
452	1.7.1.2.5.1.2.4	Entrega Riego - Medidor Parshall - Acero Refuerzo A63-420H	mié 05-07-23	20 días	lun 24-07-23																	
453	1.7.1.2.5.2	Camino acceso caseta de válvulas	lun 05-06-23	50 días	lun 24-07-23																	
454	1.7.1.2.5.2.1	Excavación Abierta en Suelo (En casa de válvulas y otros lugares)	lun 05-06-23	20 días	sáb 24-06-23																	
455	1.7.1.2.5.2.2	Relleno Estructural	dom 25-06-23	20 días	vie 14-07-23																	
456	1.7.1.2.5.2.3	Carpeta de rodado; e=15cm	sáb 15-07-23	10 días	lun 24-07-23																	
457	1.7.1.2.5.3	Caseta de Válvulas	lun 29-01-24	115 días	mié 22-05-24																	
458	1.7.1.2.5.3.1	Obras civiles	lun 29-01-24	75 días	vie 12-04-24																	
459	1.7.1.2.5.3.1.1	Excavación abierta en material comun En casa de válvulas y otros lugares	lun 29-01-24	15 días	lun 12-02-24																	
460	1.7.1.2.5.3.1.2	Relleno estructural	mar 13-02-24	30 días	mié 13-03-24																	
461	1.7.1.2.5.3.1.3	Enrocados consolidados	jue 14-03-24	30 días	vie 12-04-24																	
462	1.7.1.2.5.3.2	Obras estructurales	sáb 13-04-24	40 días	mié 22-05-24																	
463	1.7.1.2.5.3.2.1	Losas - Hormigón G25	sáb 13-04-24	40 días	mié 22-05-24																	
464	1.7.1.2.5.3.2.2	Losas - Hormigón G10	sáb 13-04-24	40 días	mié 22-05-24																	
465	1.7.1.2.5.3.2.3	Machones - Hormigón G25	sáb 13-04-24	40 días	mié 22-05-24																	

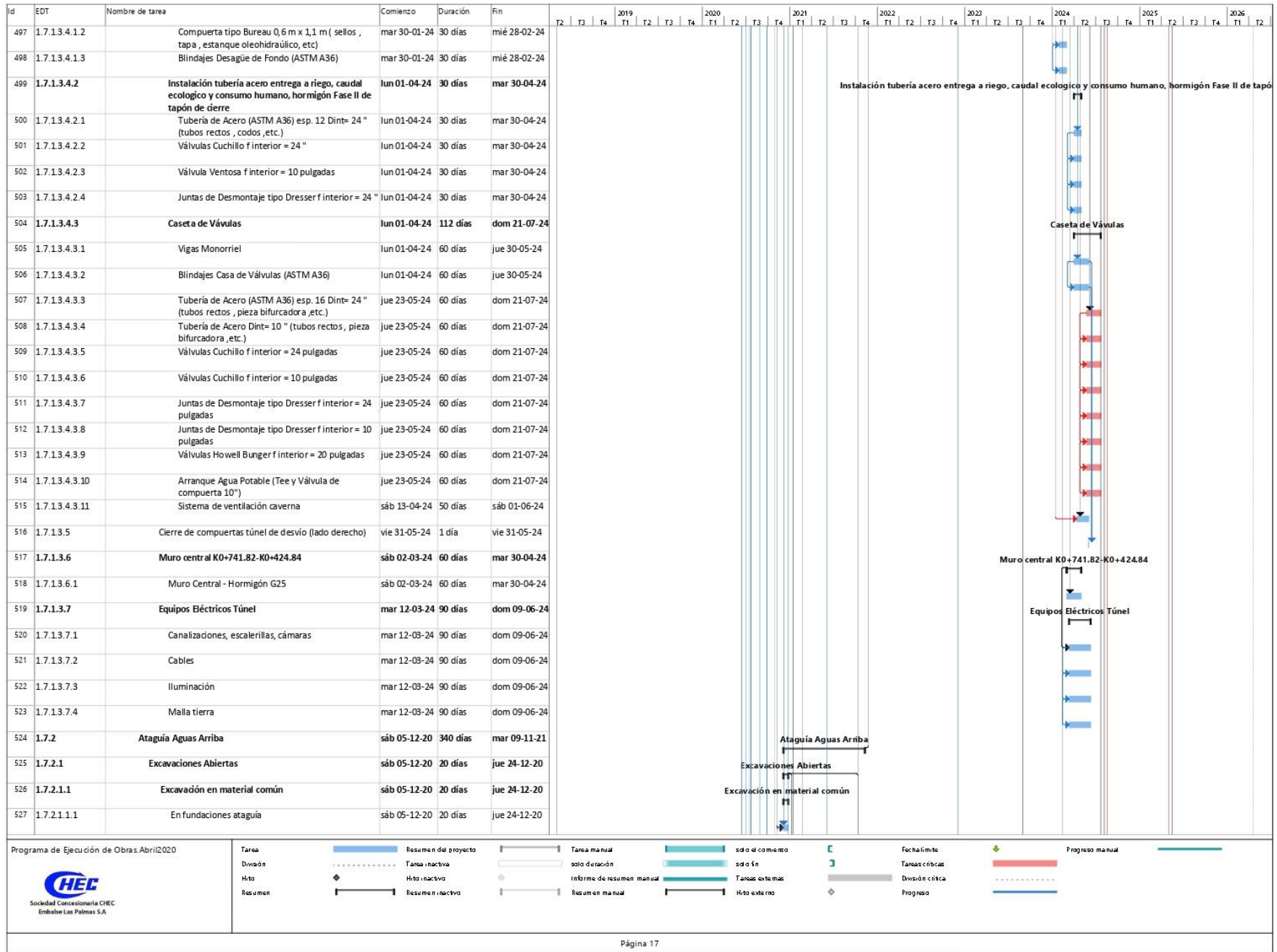


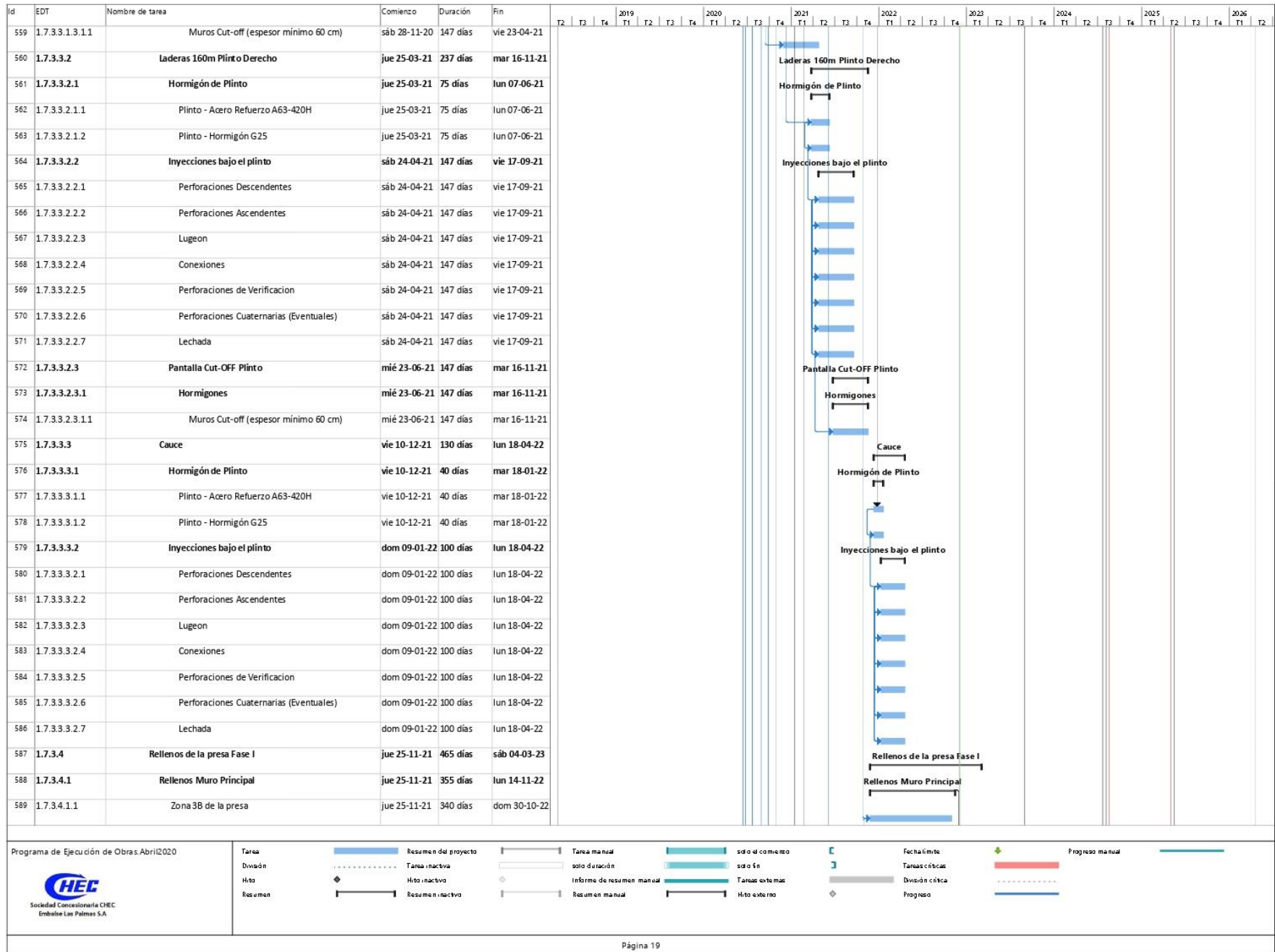
Programa de Ejecución de Obras Abril 2020



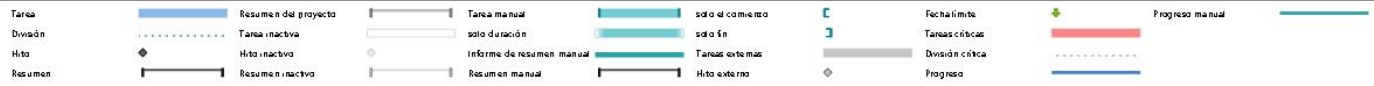
Sociedad Concesionaria HEC
Embalse Las Palmas S.A.

<p>Tarea</p> <p>División</p> <p>Hito</p> <p>Resumen</p>	<p>Resumen del proyecto</p> <p>Tarea inactiva</p> <p>Hito inactivo</p> <p>Resumen inactivo</p>	<p>Tarea manual</p> <p>solo duración</p> <p>Informe de resumen manual</p> <p>Resumen manual</p>	<p>solo al comienzo</p> <p>solo a fin</p> <p>Tareas externas</p> <p>Hito externo</p>	<p>Fecha límite</p> <p>Tareas críticas</p> <p>División crítica</p> <p>Progreso</p>	<p>Progreso manual</p>
---	--	---	--	--	------------------------





Programa de Ejecución de Obras Abril 2020



Id	EDT	Nombre de tarea	Comienzo	Duración	Fin	2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		
						T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2
807	1.8.1.6.5.2.1	Relleno Compactado	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
808	1.8.1.6.5.2.2	Enrocado consolidado w=10kg ; e=20cm ; 2 capas	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
809	1.8.1.6.5.2.3	Carpeta Granular CBR >60% ; e=50cm	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
810	1.8.1.6.5.2.4	Geotextil tipo bidim OP-20 o equivalente	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
811	1.8.1.6.5.3	Hormigón estructural	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
812	1.8.1.6.5.3.1	Hormigón G25	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
813	1.8.1.6.5.3.2	Hormigón G10	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
814	1.8.1.6.5.3.3	Acero de Refuerzo A630-420	jue 21-07-22	392 días	mié 16-08-23																	
815	1.8.1.6.6	Cruces de ganado	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
816	1.8.1.6.6.1	Movimiento Tierra Cuneta (Zanja)	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
817	1.8.1.6.6.1.1	Excavación Material Común Obras de Arte	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
818	1.8.1.6.6.2	Rellenos	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
819	1.8.1.6.6.2.1	Relleno Compactado	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
820	1.8.1.6.6.2.2	Enrocado consolidado w=10kg ; e=20cm ; 2 capas	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
821	1.8.1.6.6.2.3	Geotextil tipo bidim OP-20 o equivalente	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
822	1.8.1.6.6.2.4	Carpeta Granular CBR >60% ; e=50cm	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
823	1.8.1.6.6.3	Hormigón estructural	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
824	1.8.1.6.6.3.1	Hormigón G25	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
825	1.8.1.6.6.3.2	Hormigón G10	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
826	1.8.1.6.6.3.3	Acero de Refuerzo A630-420	jue 05-01-23	224 días	mié 16-08-23																	
827	1.8.1.7	Obras civiles Túnel Sector Petorca	mié 05-08-20	1200 días	vie 17-11-23																	
828	1.8.1.7.1	Tramo Entubado 6+623 km a 8+221 km	mié 05-08-20	1200 días	vie 17-11-23																	
829	1.8.1.7.1.1	Preparación y limpieza de la faja	mié 05-08-20	100 días	jue 12-11-20																	
830	1.8.1.7.1.2	Escarpe	mié 05-08-20	100 días	jue 12-11-20																	
831	1.8.1.7.1.3	Movimiento de tierra	vie 13-11-20	1100 días	vie 17-11-23																	
832	1.8.1.7.1.3.1	Excavación en material común mesa	vie 13-11-20	1100 días	vie 17-11-23																	
833	1.8.1.7.1.3.2	Excavación en roca mesa	vie 13-11-20	1100 días	vie 17-11-23																	
834	1.8.1.7.1.3.3	Excavación en zanja Material Común	vie 13-11-20	1100 días	vie 17-11-23																	
835	1.8.1.7.1.3.4	Excavación en zanja Roca	vie 13-11-20	1100 días	vie 17-11-23																	
836	1.8.1.7.1.3.5	Excavación en roca (portales)	vie 13-11-20	1100 días	vie 17-11-23																	
837	1.8.1.7.1.4	Rellenos	vie 13-11-20	1100 días	vie 17-11-23																	

Programa de Ejecución de Obras Abril 2020



Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo al comienzo		Fecha límite		Progreso manual	
División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Tareas críticas			
Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		División crítica			
Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo		Progreso			

Anexo C No Conformidades

n°	Levante	Tipo NC	AC/AP	Descripción	Grado de NC	Fecha	Solución	Status	Fecha	Días de NC al Cierre	Temática
1	SC	OI	AC	Se realiza inspección para recepción de cercos de la delimitación del área de concesión en desvío de la ruta E-377D, observándose que no se cumple con lo estipulado en las BALI en el punto 2.3.1.3. No se cumple con lo indicado la lamina 4.301.001 del MC vol 4. Y en el tópico 5.701 del MC Vol 5	mayor	24-08-2020	Se realizaran las correcciones necesarias para el cumplimiento del proyecto	cerrada	14-09-2020	21	No cumplimiento del plano, no cumplimiento de las BALI
2	SC	OI	AC	Se observa que las obras de saneamiento (contra fosos) de la obra de desvío de la ruta E-377D, se encuentra con escombros producto de las voladuras de roca realizadas para la excavación de la ruta E-377D	menor	24-08-2020	Se realizará la limpieza de las áreas circundantes a los contrafosos, a medida que se vayan terminado o se ejecuten los revestimientos de estos	cerrada	08-09-2020	15	Falla en la calidad
3	SC	OI	AC	Se observa que la guía de despacho de hormigón producido por la planta ubicada en el lote 7, no cumple con lo especificado en la Norma Chilena 1934 of 1992, en el numeral 8.2. Además el camión mixer no cuenta con placa patente incumpliendo la ley de tránsito (art. 2 N° 39 de la ley)	mayor	16-09-2020	Se genera guía de despacho para los camiones mixer. Por contingencia de covid-19 se encuentra cerrado las oficinas municipales para la obtención de permisos de circulación y patentes. Se entregan copias de los permisos de circulación de los camiones mixer.	cerrada	30-10-2020	44	No cumplimiento de norma
4	SC	OI	AC	Se detecta que la enfierradura confeccionada para los contrafosos revestidos del desvío de la ruta E-377D, no cumple con lo indicado en el plano 5081-1510-OC-PLA-038. Además no se cumple con lo indicado en la sección 5.503.304 del Volumen 5 del Manual de Carreteras. Se deben corregir las enfierraduras confeccionadas a la fecha para que cumplan con lo indicado en los planos aprobados para construir.	mayor	23-09-2020	Se corrigen las armaduras de los contrafosos para respetar la malla de fe 8mm @25, quedando 3 barras en cada lateral de la enfierradura	cerrada	23-10-2020	30	No cumplimiento del plano, no cumplimiento de norma
5	SC	OI	AC	Se detecta la carga y transporte de residuos sin categorizar en camión tolva patente LXWB-53, en las instalaciones provisionales (campamento) sin contar con el medio adecuado y la Autorización Sanitaria correspondiente emitida por la autoridad SEREMI de Salud Se desconoce destino final de estos residuos	menor	24-09-2020	Los residuos son trasladados a botadero autorizado. Los residuos serán trasladados a bateas de empresa Ballbontin	cerrada	11-11-2020	48	No cumplimiento de las BALI
6	SC	OI	AC	Se constata deficiencias en la operación del personal DIXA subcontratista de minería para las obras de excavación en roca portal de entrada y variante rutas E-377D. La revisión del sector que se encuentra en plena faena de excavación ha mostrado deficiencias técnicas en el desarrollo de los trabajos. Se pudo observar que no hay una planificación adecuada de los trabajos ni un programa preciso de disparos.	mayor	02-10-2020	Se reinstruye al personal de Dixa encargado de la perforación. Geotécnico de Constructora acompañará los trabajos verificando su correcto desempeño.	cerrada	05-11-2020	34	Falla en la calidad
7	SC	OI	AC	Se observa que los camiones tolva que transportan material de excavación tanto de la variante de la ruta E-377D, como de la excavación del Muro Principal no utilizan las carpas durante el transporte de los materiales hacia los distintos botaderos de la obra, incumpliendo lo dispuesto en el punto 2.7.11.2 de las BALI. Se adjuntan fotografías	mayor	02-10-2020	Por motivo de fuertes vientos no se están utilizando las carpas, ya que al levantar lona de protección se dañan los mecanismos, se están buscando alternativa a mecanismo.	cerrada	02-12-2020	61	No cumplimiento de las BALI
8	SC	OI	AC	Se observa a personal de Laboratorio IDIEM trasladándose en camión mixer, en la frente de trabajo del Portal de Salida el día de ayer 27-10-2020, lo que constituye un incumplimiento a la instrucción de la Inspección Fiscal entregada en los folios 1 y 2 del Libro de Obras N°14. lo que es sancionado en el punto 1.9.2.3 LIBRO DE OBRAS, de las BALI. Se adjunta fotografía y la nota 1 y 2 del Libro de Obras N°14	mayor	28-10-2020	Se reinstruye a personal de IDIEM para no ocupar otro tipo de transporte a los frentes de trabajo	cerrada	17-11-2020	20	No cumplimiento de las BALI
9	SC	OI	AC	Se observan mangueras para extracción de aguas desde el estero las Palmas hacia la piscina de acumulación de aguas ubicada en el lote 7. Situación que incumple las BALI en el punto 2.4.3.7.1 ya que solo se cuentan con derechos de agua de forma eventual.	mayor	04-11-2020	Se retiran las mangueras en deshuso del lugar.	cerrada	02-12-2020	28	No cumplimiento de las BALI, no cumplimiento de la Ley

10	SC	OI	AC	Se constata la falta de segregación de área por realización de tronadura en el desvío de la ruta E-377D, el día 04-11-2020 a las 13:00 hrs, debido a que los accesos a la obra (acceso a estribo izquierdo del muro principal y acceso a botadero), ubicados en la ruta E-315 no contaban con la debida segregación, ubicación de loros vivos o alguna advertencia. Se concurren a la piscina de acumulación de aguas, desde la ruta E-315, accediendo por el camino al costado del botadero sin enfrentarse con ninguna advertencia de los procesos de tronadura, tampoco se observan que los accesos a la obra por la ruta E-315 cuenten con guardia o portón que impida el acceso de terceros.	mayor	04-11-2020	Se establecen paneles informativos y cierre de camino con equipos móviles en diferentes puntos de acceso a la tronadura	cerrada	01-12-2020	27	Falla en la calidad
11	SC	OI	AC	A la Fecha de Noviembre de 2020, no se cuenta con un Programa de Ejecución de Obras "PEOC" actualizado, ya que según el PEOC aprobado mediante el Libro de Obras N°8, en los folios 33 y 34, se debiese contar con obras en ejecución y otras a punto de terminar, como lo son: Estaciones Fluvimétricas Frutillar y las Cadritas, Obras de Desvío de la Quebrada, Túnel de Desvío, Ataguaia, Desvío de la ruta E-377D.	mayor	27-11-2020	Se envía carta CHECLP-CL-EXOU-21-0267 Presentando un nuevo programa de Ejecución de Obras al Inspector Fiscal.	cerrada	19-07-2021	234	No cumplimiento de las BALI
12	SC	OI	AC	Se Detecta incumplimiento de los plazos solicitados a la IF mediante la carta CHECLP-CL-EXOU-20-486. para la construcción de las barreras acústicas, lo que constituye una infracción al punto 1.8.11 de las BALI.	mayor	27-11-2020	El atraso de debe a la falta de personal para realizar los trabajos y por items no contemplados inicialmente.	cerrada	22-12-2020	25	No cumplimiento de las BALI
13	SC	OI	AC	Se observa que a la fecha no se ha procedido a realizar la fortificación recomendada por la visita a Terreno realizada por los expertos de la Asesoría a la Inspección Fiscal Sres. Hugo de Luchi y Alejandro Farias entregada a través de la Nota 43 del Libro de Obras N°13, y ratificada por el geotécnico de obra sr. Sergio Araya en su informe semanal del 02-10-2020. Se adjuntan dichos informes	mayor	24-11-2020	Ya con un Avance del 95% en las obras de la variante E377D, y con las recomendaciones planteadas por geólogo Asesor de la AIF Sr Hugo Delucchi en ORD N°215, se determina la construcción de fortificaciones en sectores determinados por informe geotécnico -3ª REVISIÓN GEOMECANICA DE OBRAS PUNTUALES. Taludes ruta E-377D, a partir del día 23-05- 2022 (Se adjunta evidencia fotográfica de los trabajos y Ord N°215)	cerrada	31-05-2022	553	No cumplimiento de instrucción de la IF
14	SC	OI	AC	Se observa que la No Conformidad N°13 no han sido cerrada en el plazo que estipulan las BALI y el Plan de Calidad, lo que se traduce en un incumplimiento en las BALI en el punto 2.3.4 y en el Plan de Calidad en su punto 3 Objetivos de Calidad	mayor	26-01-2021	Se da respuesta a la NC con compromisos adoptados y registro de capacitación	cerrada	13-08-2021	199	No cumplimiento de las BALI
15	SC	OI	AC	Se detecta un incumplimiento en el Plan de Inspección y Ensayos del Desvío de la Ruta E-377D en el ítem 205-1 " Formación y Compactación de Terraplenes" debido a que realizando la sumatoria de los volúmenes informados en los protocolos de Control Geométrico de Excavación y Rellenos (44,141 M3), y enfrentado al ítem 205-1, se debiese contar con al menos 88 controles de densidad, y la cantidad de controles de densidad para esta actividad entregados en los informes Quincenales de Laboratorio alcanza a 50 ensayos.	mayor	26-01-2021	Se anexan informes de laboratorio DRILLING SERVICE en los cuales se evidencia el cumplimiento del Plan de Inspección y Ensayos	cerrada	09-03-2021	42	Falla en la calidad
16	SC	OI	AC	Se evidencia que no se ha cumplido con la entrega de los Informes Quincenales de Laboratorio, ya que el informe N°8 correspondiente al período 21-12-2020 al 01-01-2021 fue entregado el 22-01-2021. y a la fecha 28-01-2021 aún no se entrega el Informe 09 correspondiente a la primera quincena del mes de Enero de 2021. lo que constituye un incumplimiento del Manual de Carreteras Vol 8, en su sección 8.003.2.	mayor	28-01-2021	El retraso en la entrega de los informes se ha producido por la falta de firma digital en los certificados de IDIEM, se agregará una columna de observación en los informes, en donde se indicará si el informe se encuentra pendiente de firma, el cual se entregará regularizado en el siguiente período	cerrada	26-02-2021	29	No cumplimiento de norma
17	SC	OI	AC	En revision de Informes Quincenales se detecta un incumplimiento al Plan de Inspeccion y Ensayos de Ruta E-377D, en el ítem 205-1, Actividad "Recepcion de Material de Relleno Estructural". Dado que con los Volúmenes de rellenos informados a la fecha, se debiese contar al menos con 23 clasificaciones de suelo, teniendo solo informados 8 ensayos.	mayor	28-01-2021	Se adjuntan informes correspondientes, dando cumplimiento al Plan de Inspección y Ensayos.	cerrada	22-04-2021	84	Falla en la calidad
18	SC	OI	AC	En revision de Informes Quincenales se detecta un incumplimiento al Plan de Inspeccion y Ensayos de Ruta E-377D, en el ítem 501-4, Actividad "Control de Hormigón Fresco". Dado que asociado a protocolos de hormigón de contrafosos N°38, N°42 y N°37 no se realiza muestreo de hormigón según PIE de ruta E-377.	mayor	12-02-2021	Se corrigen los protocolos indicados por error en la información entregada	cerrada	16-04-2021	63	Falla en la calidad

19	SC	OI	AC	En inspección de terreno realizada de manera previa a tronadura informada para el día de hoy 24 de febrero de 2021 mediante protocolo identificado precedentemente, se constata que el personal a cargo de las actividades de carga de la frente corresponde a personal de la empresa Vectorial, sin embargo, el protocolo enviado por correo corporativo se refiere a personal de la empresa Diexa. El personal de Vectorial que realizaba los trabajos corresponden al Sr. Eduardo Valencia, Sr. Jorge Villarroel, Sr. Miguel Aballay entre otras personas que se encontraban en el lugar. Según lo informado por el mismo personal de Vectorial, Diexa solo suministró el explosivo. Se deja constancia de que no existe evidencia de que la empresa Vectorial haya presentado de forma previa a esta SC, su documentación ni permisos con la autoridad competente a esta actividad, de acuerdo a la Ley de Armas y Explosivos (17.798).	mayor	24-02-2021	Se realiza coordinación de actividades de tronadura, en donde los encargados de las tronadura será el personal de DIXA.	cerrada	26-04-2021	61	No cumplimiento de norma, no cumplimiento de la Ley
20	SC	OI	AC	En inspección de terreno realizada durante el presente día en el sector individualizado previamente, (Variante Ruta E-377-D), en sitio de construcción de contrafosos de hormigón, se observa que en un tramo de alrededor de 40 m, el Contratista ha reemplazado la estructura proyectada de contrafoso de hormigón, por una mampostería de piedra y mortero que no se ajusta a lo especificado en el proyecto. La terminación es deficiente, el mortero no evidencia haber sido elaborado con alguna especificación aprobada por la IF y tampoco cumple con las dimensiones señaladas en el plano de proyecto. El Contratista indica que el terreno es difícil de excavar, sin embargo, eso no lo faculta para cambiar el proyecto.	mayor	01-03-2021	Mediante folio N°46 del Libro de Obras N°20 se aprueba la modificación del contrafoso en el desvío de la ruta E-377D	cerrada	02-09-2021	185	No cumplimiento del plano, no cumplimiento de las BALI
21	SC	OI	AC	En inspección de terreno realizada durante el presente día en el sector individualizado previamente, (Variante Ruta E-377-D), entre el Dm 84.220 al Dm 84.800 se detecta que la subbase granular colocada en el lugar presenta serias deficiencias en su terminación y conservación. Se advierte la presencia de material suelto, nidos de piedra y evidente falta de humectación con la cual se pueda lograr una mantención eficiente y adecuada que permita, posteriormente, la colocación de la capa superior proyectada. Lo anterior está especificado en la Sección 5.301.303 Terminación y en 5.301.305 Mantención. Por lo anterior se solicita realizar las acciones correctivas que correspondan antes de entregar en forma definitiva la capa y obviamente de forma previa a la colocación de la capa de base granular.	mayor	12-03-2021	Se realiza levantamiento de observaciones a sub-base. Se realiza reparaciones a sectores defectuosos. Se realiza un nuevo control de densidades en los sectores reparados.	cerrada	29-07-2021	139	Falla en la calidad
22	SC	OI	AC	En inspección de terreno realizada durante el día de ayer se constató la extracción irregular de agua mediante excavación de pozo y colocación de bomba de extracción de agua desde sector del cauce del Estero Las Palmas próximo a Instalación de Faenas, donde además se ha interrumpido Canal de regadío existente sin que se haya evidenciado el cumplimiento de lo establecido en el artículo 1.8.17 de las BALI del Contrato. Cabe decir que la extracción de agua tal como lo ha señalado la Inspección Fiscal en notas de Libro de Obras con anterioridad, sin los correspondientes Derechos de Aprovechamiento de Aguas Legalmente constituidos y autorizados por la Dirección General de Aguas se encuentra totalmente prohibida, lo que se suma a los Decretos de Escases Hídrica emitidos por la DGA en toda la zona de la Provincia de Petorca. /DS N°28 de 24 de marzo de 2021 del cual el Proyecto de Concesión Embalse Las Palmas no resulta beneficiado. Consultada a la supervisión de la Constructora en terreno, esta indicó que seguía instrucciones de la administración de la empresa constructora.	mayor	07-04-2021	En relación a no conformidad presentada, se determina la siguiente acción que corresponde al cierre administrativo de acuerdo a lo que a continuación se expone: 1.- En base a lo solicitado por la carta que emite la SC a los regantes se plantea, que debido a la interferencia del canal (Toma La Palma y Las Palmas), se requiere realizar una modificación del canal según lo establecido en BALI 1.8.17, propuesta general que ya había sido presentada a los regantes con fecha 26 de mayo del 2020, para lo cual se plantean dos soluciones que permitan abordar la intervención del canal sin afectar el derecho que tiene los regantes para captar y conducir sus aguas. Se plantea una solución temporal consistente en la instalación de un sistema de bombeo en el estero aguas debajo de las obras asociadas al muro del embalse y la conducción con tuberías de las aguas bombeadas al canal, esta medida es la que se encuentra implementado y que se hace mención en la nota.	cerrada	28-02-2022	327	No cumplimiento de las BALI, no cumplimiento de la Ley
23	SC	OI	AC	Se evidencia que a la fecha existen 7 No Conformidades que han excedido el plazo para ser cerradas indicado en las BALI (2.3.4), el atraso promedio es de 68 días, cada una de las cuales implican multas según el punto 1.8.11 de las BALI. Además en la ejecución de las obras se evidencia la ausencia de autocontrol en los trabajos ejecutados, desvío a los procedimientos e incumplimiento de los Planes de Inspección y Ensayos, lo cual se ha visto reflejado en no confirmidades detectadas previamente. Se hace necesario que el contratista designe a un encargado o supervisor de calidad con dedicación exclusiva a la gestión de calidad.	mayor	07-04-2021	A la Fecha las No Conformidades se encuentran cerradas, se ha mejorado el autocontrol de las obras	cerrada	13-08-2021	128	No cumplimiento de las BALI

24	SC	OI	AC	La empresa Contratista no ha evidenciado la realización de ninguna Auditoría Interna con la cual evaluar el funcionamiento de su Plan de Calidad ni los procesos descritos en todos sus Procedimientos tanto de gestión como de operación, con lo cual se incumple lo instruido en las BALI en su artículo 2.3.4 y lo indicado en el Procedimiento correspondiente a la Planificación e Implementación de Auditorías Internas PR-CG-04. Por lo anterior, se solicita programar a la brevedad posible y dentro de los próximos 30 días (plazo establecido en las BALI para cerrar NC) la realización de la Auditoría y la periodicidad con la cual estas se realizarán. Previamente deberán presentar al equipo auditor, el cual deberá cumplir con la calificación señalada en las BALI del Contrato.	mayor	08-04-2021	En relación a No conformidad presentada, se determina la siguiente acción correctiva: A). -Se presenta Actualización PAC – Rev. 3 año 2022, en donde se presenta Plan de auditorías proyectado para el presente año 2022, cual considera la realización de una (1) auditoría externa de implementación del PAC, dentro del primer semestre, y una segunda auditoría de seguimiento para en segundo semestre de año.	cerrada	03-10-2022	543	Falla en la calidad
25	SC	OI	AC	En Inspección de terreno realizada en Dm 84.880 de la variante ruta E-377-D se constató que las dimensiones de la obra de hormigón de la descarga de agua en tubo corrugado de media caña de D=0,60 m, no cumple con las especificaciones del proyecto. Se advierte que además de estos defectos, no se colocaron los pernos chascones especificados como anclajes. Se adjuntan fotografías.	mayor	27-04-2021	Se evidencia la corrección de los machones para la instalación de las descargas de tubo corrugado de media caña.	cerrada	01-07-2021	65	No cumplimiento del plano, no cumplimiento de norma
26	SC	OI	AC	Se evidencia que la instalación de pernos en el túnel de desvío no cumple con lo indicado en las Especificaciones Técnicas 5081-0000-TN-ETE-001, y lo indicado en el plano 5081-1340-TN-PLA-001, ya que no se respeta el distanciamiento ni la cantidad de pernos para el tipo de fortificación en este tramo del túnel. Además a la fecha no se ha completado la fortificación señalada en los planos, es decir, instalación de marcos y shotcrete especificado, sin la presentación y aprobación de una justificación técnica ante la Inspección Fiscal. (Se adjunta fotografía de la situación detectada)	mayor	11-05-2021	Se adjunta información respecto de la correcta instalación de los pernos en el área, se instalan los marcos correspondientes a los 10 primeros metros de túnel	cerrada	13-08-2021	94	No cumplimiento del plano, no cumplimiento de norma
27	SC	OI	AC	Se evidencia el incumplimiento de la instrucción impartida por el Inspector Fiscal en el Libro de Obras N°19 en sus folios 31 y 32, respecto a la "Colocación de materiales finos (arenas), esparcidos sobre los sectores con el objetivo de reparación superficial, lo que es incorrecto", este tipo de trabajos se debe detener de forma inmediata.	mayor	05-07-2021	Se presenta respuesta con reinstrucción a línea de mando y trabajadores respecto del instructivo asociado a la actividad. Se entregan informes de laboratorio comprobando las densidades en los lugares intervenidos	cerrada	04-08-2021	30	No cumplimiento de instrucción de la IF
28	SC	OI	AC	Se evidencia el incumplimiento de la instrucción impartida por el Inspector Fiscal en el Libro de Obras N°19 en sus folios 31 y 32, respecto a la "Colocación de materiales finos (arenas), esparcidos sobre los sectores con el objetivo de reparación superficial, lo que es incorrecto", este tipo de trabajos se debe detener de forma inmediata.	mayor	07-10-2021	En relación a no conformidad presentada, se determina la siguiente acción correctiva: 1.- Entre los DM 255 a 258 y en el DM 715 a 717 –Se reparará sector con shotcrete hasta alcanzar espesor requerido. 2.- Por otro lado, y de forma simultánea se realizará levantamiento general de espesores de túnel a fin de determinar e individualizar sectores con problemas. 3.- Se adjunta registro Informe de espesores INFORME DE ENSAYO N° 930.391-0 del área en cuestión y registro fotográfico para cierre de no conformidad.	cerrada	03-10-2022	361	No cumplimiento del plano, no cumplimiento de norma
29	SC	OI	AC	Se evidencia el incumplimiento en la instalación de los pernos de roca en el túnel de desvío, se observa que entre los DM 702 y 699 existen 2 paradas de pernos separadas a una distancia de 3 metros, siendo la condición para roca tipo III un patrón de 2x2 metros, por otra parte en la zona en donde se instalaron los marcos la entrada del túnel de salida, no se observan pernos instalados en la clave del túnel, esta zona se le debe dar un tratamiento de tipo de roca V patrón de 1x1 metros. (tampoco se ha aplicado el shotcrete en esta zona), Se adjuntan fotografías de las situaciones detectadas. Se deben completar la instalación de pernos de acuerdo al proyecto y a lo indicado en el plano 5081-1340-TN-PLA-001	mayor	07-10-2021	De acuerdo a la no conformidad emitida en la cual plantea que no se cumple con el espaciamiento entre paradas de pernos de fortificación entre los DM 700,5 y 699, se puede dar la siguiente solución que debería ser materializada en terreno. Las paradas entre los pernos de fortificación están a 3 m de distancia en método de tres bolillos, es decir, 7 pernos en la parada del DM 702 y 6 pernos en la parada del Dm 699, por lo cual se debería marcar, perforar y lechar una corrida de pernos de corrección en el DM 700.5 de 4 pernos ubicados en la línea de los pernos de la corrida del Dm 699.	cerrada	03-10-2022	361	No cumplimiento de norma
30	SC	OI	AC	Se observa que en el hormigonado de la losa de la Estación Fluviométrica Frutillar se producen juntas frías en el hormigón, sin ser tratadas como se indica en el procedimiento de hormigón PE-OP-12. Supervisión de obras continua con el hormigonado. Se adjuntan fotografías de la situación detectada	mayor	15-11-2021	En relación a No conformidad presentada, se determina la siguiente acción correctiva: 1. Como medida correctiva se instruye a la Supervisión de terreno en procedimiento PE-OP-12, así como las especificaciones técnicas de proyecto 5081-0000-ES-ETE-001. 2. Por otro lado, se procederá a la extracción de testigos de Hormigón endurecido a fin de determinar áreas defectuosas para reparación. 3. Una vez determinada el área de falla, se procederá a realizar picado de losa dejando Enfierradura expuesta. 4. Se realizará limpieza y retiros de todos los excedentes sueltos del hormigón defectuoso y se prepararan superficies y cortes de cantos superiores. 5. Luego de estas actividades se procederá a la colocación de tratamientos de junta con producto sikadur 32 o similar. (1 hora antes del vaciado) o según recomendación del fabricante. 6. Por último, se realizará vertido del nuevo hormigón según características de proyecto GB 25(90)40/12	cerrada	03-10-2022	322	No cumplimiento de norma

31	SC	OI	AC	Se observa que, en la ejecución de las losas del contrafoso de la ruta E-315 entre los DM 4070 al 4200, no fue realizado un adecuado tratamiento para el curado de la losa, incumpliendo lo indicado en el procedimiento de hormigón PE-OP-12, en su artículo 5.C.VIII. Por lo que se produjeron grietas transversales en toda su extensión, se adjuntan fotografías de la situación detectada.	mayor	24-11-2021	En relación a no conformidad presentada, se determina la siguiente acción correctiva: - Como medida correctiva se considera una mejor autogestión de materiales, para que no falte en los procesos que faltan por ejecutar. - Se instruye al supervisor con el procedimiento PE-OP-12 "Procedimiento Especifico colocación de hormigón" (Ver anexo adjunto) - Se genera la reparación de acuerdo al siguiente proceso: • Como primer punto, se realiza limpieza por toda la losa de contrafoso que contiene las fisuras. • Con un disco diamantado se realiza corte por el largo de toda la fisura y una profundidad adecuada que penetre por completo. • Se realiza nuevamente limpieza mediante hidro lavado por toda la losa de contrafoso en especial en las fisuras para asegurar una superficie libre de contaminación previa reparación • Se aplica Sika Dur 32 "Puente adherente epóxido" • Se aplica el producto Sika rep en todas	cerrada	11-03-2022	107	No cumplimiento de norma
32	SC	OI	AC	Se Observa que, durante el proceso de hormigonado, el encofrado sufrió deformaciones, las cuales dejan en una posición incorrecta el moldaje generando desaplomes, des alineamientos y también afectando la posición definitiva de la Enfierradura. En el procedimiento específico de Moldajes PE-OP-22, punto N°5, letra C, Punto ii. Ejecución de los Trabajos, punto N°2, indica lo siguiente: "Los Moldajes deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir el derramamiento de la lechada de hormigón. Deben ser lo suficientemente rígidos para no deformarse y cambiar la forma del elemento. deben estar adecuadamente apuntalados o unidos entre sí, para conservar su forma y posición.	mayor	11-03-2022	de construcción de sector obras Fluvimetrica Las Carditas –Frutillar], difundiendo nuevamente el procedimiento de Moldajes (Moldajes PE-OP-22), haciendo hincapié en lo siguiente "Los Moldajes deben ser lo suficientemente rígidos para no deformarse y cambiar la forma del elemento. Estos deben estar adecuadamente apuntalados o unidos entre sí, para conservar su forma y posición.- 2.-Se realiza replanteo topográfico del muro una vez descimbrado el elemento. Se adjunta protocolo.	cerrada	31-03-2022	20	No cumplimiento de norma
33	t	OI	AC	Se observa que en la construcción de terraplén en tramo entre obra de arte N°22 y 23, se realizan rellenos compactados sin informar de su realización y aprobación, tampoco se realizan los escalones (endentados) los cuales se describe en el Manual de carreteras Vol.5- Numerales 5.205.301(1) y en 5.205.302(3). Lo cual indica lo siguiente, "Cuando un terraplén deba fundarse en una ladera, adosado a un terraplén existente o sobre un terreno natural de cualquier naturaleza con una inclinación superior al 20%, las áreas de apoyo deberán tratarse para formar a medida que se construye el terraplén una superficie aserrada con escalones horizontales de por lo menos 1,50m de ancho. Para continuar con la construcción del terraplén, se deben informar mediante solicitud de inspección todas y cada una de las capas a rellenar y según lo describe el manual de carreteras.	mayor	28-02-2022	Se Sostiene reunión con encargado de calidad de la concesionaria, en donde se llegó a nuevo acuerdo, el que consiste en que se realizara un endentado de 1,50 Mts en medida horizontal, una vez realizado se presentara a personal de SPV in situ para su aprobación, en estos momentos hemos destinado maquinaria para realizar dicho trabajo, y así cumplir con lo observado. -	cerrada	30-03-2022	30	No cumplimiento de norma
34	SC	RDC	AC	Se da cuenta que a la fecha no han sido respondidas las observaciones detectadas en las caminatas de Seguridad y Calidad que forman parte del Plan de Construcción Segura, correspondientes a los meses de Abril y Mayo de 2022. Se toma acuerdo en terreno que el cierre de las observaciones y sus respaldos deberán ser entregados antes del 15 de julio, luego se retomará la recepción y aprobación de registros y protocolos. Se adjunta planilla de resumen de observaciones detectadas en caminatas (Abril y Mayo).	Menor	01-07-2022	Se adjunta anexo "respuestas a caminatas en carpeta No conformidad N°36 – con vínculos relacionados.	cerrada	08-07-2022	7	No cumplimiento de instrucción de la IF
35	SC	RDC	AC	Se informa que, con fecha 13 de Septiembre 2022, se entregaron respuesta de NC N°8 -9 - 10, realizadas con motiva de la caminata mensual efectuada el 31 agosto 2022.	Menor	31-08-2022	Se adjuntan anexo de respuesta de NC N°8 -9 - 10.	cerrada	13-09-2022	13	No cumplimiento de instrucción de la IF
36	SC	RDC	AC	En la ejecución del revestimiento de hormigón (bóvedas) del túnel de desvío, se han detectado una serie de defectos constructivos, como lo son: infiltración de agua a través de fisuras en el hormigón (las barbacanas instaladas no han dado el resultado deseado), Nidos u oquedades resultante del uso de espuma de poliuretano utilizado para sellar, los moldajes, juntas de dilatación mal tratadas (la lechada del hormigón ha cubierto las juntas), y desalineamientos de hormigones en las transiciones y juntas.	Mayor	04-10-2022		abierta			Falla en la calidad
37	SC	RDC	AC	Se observa que en los taludes de la variante ruta E377-D cercano al DM 85400, los bancos no cuentan con la banquetta para la conducción de las aguas lluvias hacia los puntos de descarga indicados en el proyecto, actualmente las aguas lluvias están escurriendo por la superficie del talud.	Mayor	04-10-2022		abierta			No cumplimiento del plano, falla en la calidad

Anexo D Antecedentes Fotográficos del Avance de las Obras



Ilustración 8._: Fotografía sector Muro Principal – Vista General



Ilustración 8._: Fotografía plinto valle – Instalación de Moldajes y Limpieza de roca.



Ilustración 8._: Evacuador de Crecidas – Vista Rápido de Descarga



Ilustración 8._: Fotografía Evacuador de Crecida – Vista General

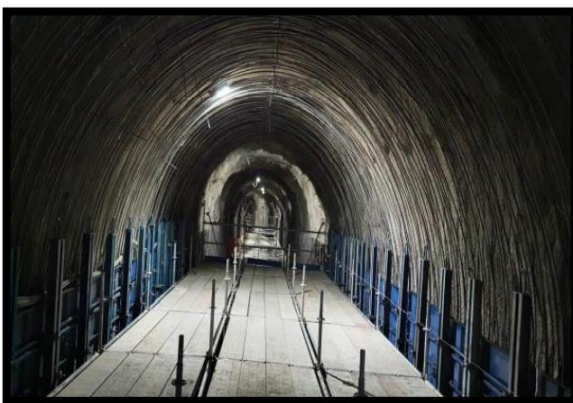


Ilustración 8._: Fotografía vista general túnel de desvío – Portal de salida



Ilustración 8._: Fotografía Vista general túnel de desvío – Portal de entrada



Ilustración 8._: Fotografía ruta E-315 – Terraplén Dm 5.400 a Dm 5.200



Ilustración 8._: Fotografía Estación Fluviométrica Frutillar - Vista General



Ilustración 8._: Fotografía ruta E-377D – Vista general carpeta de rodado



Ilustración 8._: Fotografía Estación Fluviométrica Las Carditas – Construcción Muro de Contención

Anexo E Preguntas de la Entrevista a Profesionales Expertos

A continuación, se presenta la entrevista realizada a expertos de la gestión de la construcción de obras civiles mayores:

Preguntas Abiertas

1. ¿Cómo ha cambiado el enfoque de gestión de proyectos en la construcción en los últimos años?

R:

2. ¿Qué entiende por metodologías de control para la gestión de proyectos?

R:

3. ¿Ha utilizado metodologías de control en la ejecución de proyectos de construcción?
¿Cuales?

R:

4. ¿Qué herramientas y técnicas de control conoce? ¿Cuál es su opinión respecto a la utilización de estas para el análisis técnico de un proyecto?

R:

5. ¿Cómo se abordan o abordaban los desafíos de gestión y control para las siguientes áreas clave del proyecto?

Proyecto General
R:

Cumplimiento Contractual
R:

Tiempo / Plazos / Cronograma
R:

Costos / Presupuesto
R:

Calidad
R:

6. ¿Cómo se evaluaba y media el desempeño del proyecto durante su ejecución en las siguientes áreas clave del proyecto?

Proyecto General
R:

Cumplimiento Contractual
R:

Tiempo / Plazos / Cronograma
R:

Costos / Presupuesto
R:

Calidad
R:

7. ¿Qué recomendaciones daría para prevenir un mal desempeño en las siguientes áreas clave del proyecto?

Proyecto General
R:

Cumplimiento Contractual
R:

Tiempo / Plazos / Cronograma
R:

Costos / Presupuesto

R:

Calidad

R:

8. ¿Qué acciones tomaría frente a un mal desempeño en las siguientes áreas clave del proyecto?

Proyecto General

R:

Cumplimiento Contractual

R:

Tiempo / Plazos / Cronograma

R:

Costos / Presupuesto

R:

Calidad

R:

Anexo F Perfil de profesionales expertos entrevistados

A continuación, se presentan los perfiles y trayectoria profesional de los expertos de la gestión de la construcción de obras civiles mayores entrevistados.

1) Entrevistado 1 – Adolfo Ochoa Llangato

Ingeniero Civil, mención Estructuras, Universidad de Chile. Magíster en Administración de Empresas (MBA), Universidad de Talca, con más de 40 años de experiencia profesional, especialmente en el rubro de Embalses y Centrales Hidroeléctricas. Dentro de su trayectoria ha ocupado diferentes cargos como Gerente de Construcción, Gerente General, jefe de departamento de Construcción, entre otros. A continuación, se presenta un listado especificando sus cargos y respectivos proyectos:

- Asesor de Obras de Infraestructura, Independiente (2013-Actualidad).
- Gerente General de HydroChile S.A. en la construcción de proyectos hidroeléctricos San Andrés y El paso (2010-2013).
- Jefe del departamento de construcción de CGE Generación S.A. en la construcción de proyectos hidroeléctrico Ñuble (2006-2010).
- Gerente de construcción de Degremont Ltda. en la construcción y montaje de cinco plantas de tratamiento de aguas servidas, en Ranco, Pelarco, San Javier, Villa Alegre y Chanco (2005-2006).
- Gerente de construcción de Pangué S.A. responsable de la construcción del proyecto hidroeléctrico Pangué (1997-2000).
- Sub-Gerente de construcción de Pangué S.A. responsable de la construcción del proyecto hidroeléctrico Pangué (1993-1997).
- Jefe de divisiones contratos de Pehuenche S.A. (1987-1993).

2) Entrevistado 2 – Oddo Cid Cea

Ingeniero Civil, mención en Obras Hidráulicas, Universidad de Chile. Diplomado en regulación del sector eléctrico, Universidad de Chile, con más de 30 años de experiencia profesional en proyectos de infraestructura y energía. A continuación, se presenta un listado especificando sus cargos y respectivos proyectos:

- Gerente de Planificación, CHEC Chile (2022-Actualidad).
- Coordinador del Proyecto Embalse las Palmas, Sociedad Concesionaria Embalse las Palmas CHEC S.A. (2019-2022).
- Gerente de Proyectos de Energía Llama SpA (2012-2019).
- Gerente General de Asociación gremial de energías renovables A.G. (2010-2011)

- Gerente de Proyectos de Energía de la Patagonia y Aysen S.A. Empresa de energía, en el ámbito de generación de electricidad mediante centrales hidroeléctricas (2008-2010).
- Inspector Fiscal de la Dirección de Obras Hidráulicas – MOP, responsable de los estudios, diseños, construcción y explotación del proyecto de riego Laja-Diguillín, Región del Bio Bio. (1997-2006).

3) Entrevistado 3 – Luis Berríos Vaca

Ingeniero Civil, Universidad de Chile, con más de 40 años de experiencia profesional en grandes proyectos hidroeléctricos y proyectos viales concesionados. A continuación, se presenta un listado especificando sus cargos y respectivos proyectos:

- Asesor permanente a la administración general del Grupo Vías Chile, (2016-Actualidad)
- Director Técnico de Vías Chile para todas las autopistas del grupo en Chile Ruta 78 – Ruta 57 – Ruta 68 – Ruta 60 – Ruta 5 Tramo Los Vilos Serena, (2013-2016)
- Gerente de Explotación del Grupo OHL Concesiones, responsable de la explotación de las Autopistas Del Sol – Los Libertadores y Los Andes, (2007-2012)
- Gerente General de la Sociedad Infraestructura Dos Mil y sus filiales, las Sociedades Concesionarias Autopista del Sol S.A. y Autopista Los Libertadores S.A. (2003-2007)
- Gerente Técnico de Infraestructura Dos Mil S.A. (2000-2003)
- Gerente Técnico de la Sociedad Concesionaria Autopista del Sol S.A. (1995-2000)
- Subgerente de ingeniería y obras de la Central Hidroeléctrica El Chocon y Arroyito en la provincia de Neuquén, República Argentina, (1993-1995)
- Jefe de Inspección de la Construcción de la Central Hidroeléctrica Curillingue, INGENDESA S.A. (1991-1993)
- Jefe de Inspección de las Obras Civiles de la Construcción de la Central Hidroeléctrica Pehuenche, INGENDESA S.A. (1989-1991)
- Jefe de la Oficina de Administración y Análisis de la Inspección de la Construcción de la Central Hidroeléctrica Pehuenche, ENDESA S.A. (1987-1988)

4) Entrevistado 4 – Ezequiel Camus Hayden

Ingeniero Civil, Universidad de Chile, con más de 40 años de experiencia profesional, vinculado con el rubro Centrales Hidroeléctricas. Dentro de su trayectoria ha ocupado diferentes cargos vinculados a la experiencia en administración de contratos de construcción, coordinación de estudios y proyectos, construcción e inspección técnica de obra. A continuación, se presenta un listado especificando sus cargos y el respectivo proyecto:

- Asesor independiente (2015-Actualidad)
- Subgerente de Proyecto en Colbún S.A. en proyecto hidroeléctrico San Pedro (2010-2015).
- Jefe de Control de Contratos de CGE Generación S.A. en construcción del proyecto Central Hidroeléctrica Ñuble (2007-2010)
- Gerente de Construcción en GasAtacama Generación Ltda. (1997-2004).

- Jefe División Contratos para las obras Central Curillingue y Central hidroeléctrica Loma Alta para Empresa Eléctrica Pehuenche S.A.
- Supervisor de Contratos en Pehuenche S.A. para la Central hidroeléctrica de Pehuenche en Empresa Eléctrica.
- Administrador de contrato para CMPC Celulosa.
- Asesor del Departamento de Estudios del Ministerio del Interior.

5) Entrevistado 5 – Daniel Quiroz Toro

Ingeniero Civil Civil, Universidad Andrés Bello, Diplomado en Administración de Proyecto, Diplomado en Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, con más de 15 años de experiencia profesional desarrollada en estudios, diseño, planificación, ejecución y administración en las áreas de construcción, inspección y asesoría de distintas proyectos y contratos de obras civiles privadas y públicas: caminos, urbanizaciones, hidrología, hidráulica, redes de alcantarillado y aguas lluvias, estructuras metálicas, socializado y edificaciones.

- Inspector de Obras Industriales en Proyecto Depósito Colenhua, Puerto de San Antonio, J.E.J. Ingeniería S.A. (2019-2020).
- Gerente Zonal Constructora Grupo Norte, Construcción Parque Urbano La Pampilla de San Isidro, Comuna de Vicuña. (2015-2019).
- Jefe de Asesoría Inspección Fiscal, Cruz y Dávila Ingeniería, construcción Camino Restitución Conectividad Embalse Chacrilla – Comuna de Putaendo, San Felipe.
- Ingeniero de Proyecto, Consultora GPH (2012-2013)
- Gerente de Proyecto, Constructora Building Care y Paint Brush (2012-2013)
- Ingeniero Residente, Constructora Remavesa S.A. Explotación de áridos y mantención de camino. Minera El Peñón del Grupo Yamana Gold (2010-2011)
- Gerente de Proyectos, Constructora EQT S.A., (2001-2005)

6) Entrevistado 6 – Giorgio Piaggio

Ingeniero Civil, Universidad Técnica Federico Santa María, Máster en estudios avanzados de tunelización, Escuela Politécnica Federal de Lausana (universidad de Lausana, Suiza), con más de 15 años de dedicación a proyectos de obras subterráneas para minería, energía e infraestructura. Su experiencia incluye construcción, ingeniería, caracterización geomecánica de macizos rocosos y suelos, fortificación y soporte e investigaciones de terreno. Además, ha trabajado con distintos tipos de máquinas TBM en su selección, diseño, implementación en terreno y excavación.

- Gerente de Construcción del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (a cargo de 25 km de túneles y dos TBM), AES Gener S.A. (2017-actualidad)
- Consultor en tunelería y obras subterráneas para proyectos hidroeléctricos de Pacific Hydro Chile y Tinguiririca Energía, Gerente de terreno para las investigaciones geotécnicas del Proyecto Hidroeléctrico Los Arándanos, Jefe de Obras Subterráneas para el proyecto hidroeléctrico Nido de Águilas en la VI Región (14 km de túneles y una caverna). Pacific Hydro, (2013-2017)

- Jefe de Ingeniería y Terreno para las reparaciones de los túneles de la Central Hidroeléctrica La Confluencia afectados por rocas expansivas (20 km de túneles)
- Líder de geotecnia y geomecánica para el proyecto Mina Chuquicamata Subterránea de Codelco (50 km de túneles)
- Ingeniero senior en la construcción de un túnel entre Francia e Italia (13 km) utilizando una TBM de Escudo Simple de 9.46 m de diámetro.