

**INFORME DE DISEÑO CONCEPTUAL, EMBALSES
MULTIPROPÓSITO CUENCA SANTA MARÍA
VOLUMEN COSTOS, PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA**



CANAL DE PANAMÁ

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. PRESUPUESTO DE OBRA	5
2.1. CANTIDADES DE OBRA	5
2.2. PRECIOS UNITARIOS	5
2.2.1. Precios unitarios obra civil	6
2.2.2. Precio tubería GRP	6
2.2.3. Precios equipos de control	7
2.2.4. Costos sistema eléctrico	7
2.2.5. Equipos hidromecánicos	7
2.2.6. Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)	7
2.2.7. Costos indirectos	7
2.3. PRESUPUESTO	8
2.3.1. Costos de construcción (costos directos)	8
2.3.2. Costos indirectos	10
3. CRONOGRAMA DE OBRA	12
3.1. RENDIMIENTOS	12
3.2. SECUENCIA CONSTRUCTIVA	13
4. CONCLUSIONES	15
5. ANEXOS	16

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución costos directos por ítemes representativos

Figura 2. Cronograma de obra resumido

Figura 3. Ruta crítica del proyecto

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades por ítemes representativos

Tabla 2. Precios unitarios de obra civil

Tabla 3. Precios de tuberías GRP

Tabla 4. Costos indirectos

Tabla 5. Distribución costos directos por ítemes representativos

Tabla 6. Presupuesto resumido costos directo

Tabla 7. Costos indirectos y contingencia de proyecto

Tabla 8. Rendimientos

Tabla 9. Tiempo de fabricación y suministro

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. PRESUPUESTO DETALLADO

Anexo 2. CRONOGRAMA DE OBRA DETALLADO

1. INTRODUCCIÓN

Como parte del proyecto Multipurpose Reservoirs on Azuero Rivers, se ha planteado el potencial desarrollo multipropósito identificado como Santa María Gatú. Este desarrollo se localiza en la cuenca del río Santa María, donde se identificó potencial de aprovechamiento como suministro de agua potable y riego.

De acuerdo a los alcances del estudio, el presente informe corresponde a la estimación del presupuesto de construcción. Igualmente se incluye la conformación del cronograma de construcción de a nivel conceptual de la alternativa seleccionada la cual comprende de manera general una presa en CCR, con sus obras anexas como son el túnel de desviación, el sistema de descarga de fondo y el sistema de descarga de usos. Así mismo, comprende cinco zonas de bombeo conformadas principalmente por captación, vertedero, desarenador, estación de bombeo, tanque de succión, conducción y tanques de almacenamiento).

Los resultados presentados, presupuesto y cronograma, corresponden a los diseños realizados por INGETEC en etapa conceptual para las distintas obras requeridas en el sistema.

El informe se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Capítulo 2: Presupuesto de obra.

Capítulo 3: Cronograma de obra.

Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones.

Capítulo 5: Anexos.

2. PRESUPUESTO DE OBRA

A continuación, se describen los aspectos más importantes tenidos en cuenta para la determinación de las cantidades de obra y del presupuesto para las diferentes obras como resultado del desarrollo del estudio conceptual de Santa María.

2.1. CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para cada uno de los componentes que constituyen el proyecto Santa María corresponden al resultado de las cuantificaciones de los diseños realizados por INGETEC y se encuentran soportadas en las respectivas memorias técnicas de diseño, presentadas por las diferentes disciplinas involucradas en el desarrollo de los trabajos.

Las cantidades han sido calculadas mediante herramientas informáticas especializadas que brindan un alto nivel de precisión y minimizan las inconsistencias en la información. Entre las herramientas se contempla autoCAD, ArcGis y hojas de cálculo desarrolladas por INGETEC. Igualmente, la información obtenida ha sido revisada y contrastada por diferentes métodos de forma que guarden concordancia con las características de cada obra y las condiciones de implantación.

En la Tabla 1 se presenta el estimado de cantidades para los ítems representativos de las obras principales como son: presa, estaciones de bombeo y vías de acceso:

Tabla 1. Cantidades por ítems representativos

Ítem representativo	Unidad	Estaciones de bombeo	Presa y obras anexas	Vías de acceso	Total general
Excavaciones en corte abierto	m ³	32.396	248.120		280.516
Excavaciones subterráneas	m ³		113.791		113.791
Pernos y barras de anclaje	m		55.454		55.454
Concreto convencional	m ³	156.408	51.739		208.148
CCR	m ³		549.688		549.688
Concreto proyectado	m ³		3.692		3.692
Blindaje	m	1.593			1.593
Estructuras metálicas	kg	126.592			126.592
Acero de refuerzo	kg	13.700.429	3.079.039		16.779.468
Rellenos	m ³	12.959	136.401	549.381	698.741
Tubería de impulsión	m	17.367			17.367

2.2. PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios se obtuvieron del análisis de precios referenciales de proyectos con actividades similares construidos o en construcción recientemente, de información suministrada por la ACP para las nuevas esclusa del canal de Panamá (PAC4), proyecto No. CC0905 - Canal de aproximación Norte-Pacífico, y cotizaciones de proveedores. Los precios utilizados para el estimativo de los costos incluyen todos los materiales, transportes, mano de obra y equipos necesarios para la adecuada ejecución de las obras, así como los costos indirectos del contratista constructor. Así mismo, los costos indirectos de administración, gastos generales, imprevistos y utilidad del contratista constructor.

2.2.1. Precios unitarios obra civil

Los precios unitarios fueron actualizados basados en los costos referenciales del proyecto PAC4, proyecto No. CC0905-Canal de aproximación Norte-Pacífico, y de ofertas recientes para proyectos hidroeléctricos en Panamá. Dados que los precios unitarios del proyecto PAC4 son del año 2009, han sido indexados al año 2019 basado en el Índice de Precios al consumidor (IPC). Este ejercicio fue realizado usando la información disponible en el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

En la Tabla 2 se presenta la información de los precios unitarios indexados de los principales ítems de la obra civil:

Tabla 2. Precios unitarios de obra civil

Ítem	Unidad	Precio unitario (USD)
Acero de refuerzo	kg	2.0
Acero estructural	kg	6,4
Concreto	m ³	405.0
Excavación	m ³	10.0
Rellenos	m ³	13.0

2.2.2. Precio tubería GRP

Para el componente de tubería GRP y sus accesorios se realizaron las consultas y cotizaciones correspondientes y se recibió información de la empresa O-Tek con planta de producción en México, Colombia y Argentina. A partir de la información suministrada, se establecieron los costos del suministro e instalación de la tubería por metro lineal en sus diferentes diámetros, adoptando valores porcentuales para la instalación, transporte marítimo, seguro e impuestos en función de los costos de suministro de la tubería.

En la Tabla 3 se muestran los precios de fabricación, suministro e instalación (incluye costos de excavaciones y rellenos) por metro lineal de las tuberías:

Tabla 3. Precios de tuberías GRP

Descripción	Costo USD/ m
Tubería GRP, diámetro 0.6 m, PN 16	392
Tubería GRP, diámetro 0.5 m, PN 16	340
Tubería GRP, diámetro 0.4 m, PN 16	303
Tubería GRP, diámetro 0.3 m, PN 16	263
Tubería PEAD, diámetro 0.3 m, PN 16	1.552
Tubería PEAD, diámetro 0.2 m, PN 16	726
Impulsión tubería para riego, GRP, diámetro 0.40 m, PN 6	278
Impulsión tubería para riego, GRP, diámetro 0.40 m, PN 10	303
Impulsión tubería para abastecimiento GRP, diámetro 0.40 m, PN 6	278
Impulsión tubería para abastecimiento GRP, diámetro 0.40 m, PN 10	303
Impulsión tubería para riego, GRP, diámetro 1.90 m, PN 6	1.757
Impulsión tubería para riego, GRP, diámetro 1.90 m, PN 10	1.911

Impulsión tubería para riego, GRP, diámetro 1.50 m, PN 6	1.008
Impulsión tubería para riego, GRP, diámetro 1.50 m, PN 10	1.112
Impulsión tubería para abastecimiento, GRP, diámetro 0.70 m, PN 6	458
Impulsión tubería para abastecimiento, GRP, diámetro 0.70 m, PN 10	494
Impulsión tubería para abastecimiento, GRP, diámetro 0.80 m, PN 6	512
Impulsión tubería para abastecimiento, GRP, diámetro 0.80 m, PN 10	560
Impulsión tubería para abastecimiento, GRP, diámetro 0.80 m, PN 20	737

2.2.3. Precios equipos de control

Para el estimativo de los costos de los elementos de control se utilizó información referencial de proyectos similares y se realizaron solicitudes de cotización a proveedores.

En el estimativo de los diferentes componentes se incluyeron los costos de fabricación, suministro, transporte, nacionalización, seguros, impuestos e instalación correspondientes que garanticen el funcionamiento adecuado de los sistemas. Los costos de instalación han sido estimados, según información referencial de proyectos similares, como un porcentaje de los costos de suministro y son presentados como un costo global.

2.2.4. Costos sistema eléctrico

Para las instalaciones y sistema eléctrico se han estimado valores globales en función de las necesidades de cada obra.

2.2.5. Equipos hidromecánicos

Los costos de los equipos hidromecánicos se estimó de forma similar a los demás costos del proyecto, es decir, en función de precios referenciales e información de suministrada por proveedores. Así mismo, se han estimado los costos de transporte, nacionalización e instalación como un porcentaje de los costos de suministro.

2.2.6. Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)

La planta de tratamiento de agua potable o PTAP se desarrollará en tres fases a lo largo la vida útil del proyecto. Inicialmente se construirá la fase 1 con capacidad de tratamiento de 0.26 m³/s y la fase 2 se construirá 10 años después y sumará a la capacidad de tratamiento 0.27 m³/s, para un total de 0.53 m³/s.

2.2.7. Costos indirectos

Los costos indirectos como los estudios y diseños, administración, seguros y contingencias se calcularon como un porcentaje de los costos directos. Estos valores fueron asignados de acuerdo a la experiencia de proyectos similares en los que ha participado INGETEC.

En la Tabla 4 se muestran los ítems correspondientes a los costos indirectos y su asignación porcentual con respecto al total de los costos directos.

Tabla 4. Costos indirectos

Costos indirectos	% de los costos directos
Predios	5%

Gestión ambiental	6%
Diseños	3%
Asesoría y supervisión durante construcción	6%
Administración del propietario	2%
Seguros y pólizas	2%
Contingencias	30%

2.3. PRESUPUESTO

2.3.1. Costos de construcción (costos directos)

El presupuesto a nivel de costos directos será el resultado del producto de la cantidad por precio unitario. El presupuesto presentado incluyen los costos a nivel de contratista constructor, necesarios para adelantar cada actividad, es decir, incluye costos directos, mano de obra, equipos, materiales y costos indirectos, gastos administrativos, imprevistos y utilidad.

En la Tabla 5 y Figura 1 se presentan los costos del concreto, acero de refuerzo y equipos hidromecánicos de las principales estructuras de concreto.

Tabla 5. Distribución costos directos por ítems representativos

Descripción	Total (MUSD)	% del total
Concreto convencional	MUSD 84,31	22,1%
CCR	MUSD 82,45	21,7%
Sistema eléctrico y control	MUSD 43,69	11,5%
Tuberías impulsión y distribución	MUSD 35,44	9,3%
Equipos hidromecánicos	MUSD 35,27	9,3%
Acero de refuerzo	MUSD 33,91	8,9%
Otros ítems	MUSD 65,69	17,3%
Total	MUSD 380,76	100.00%

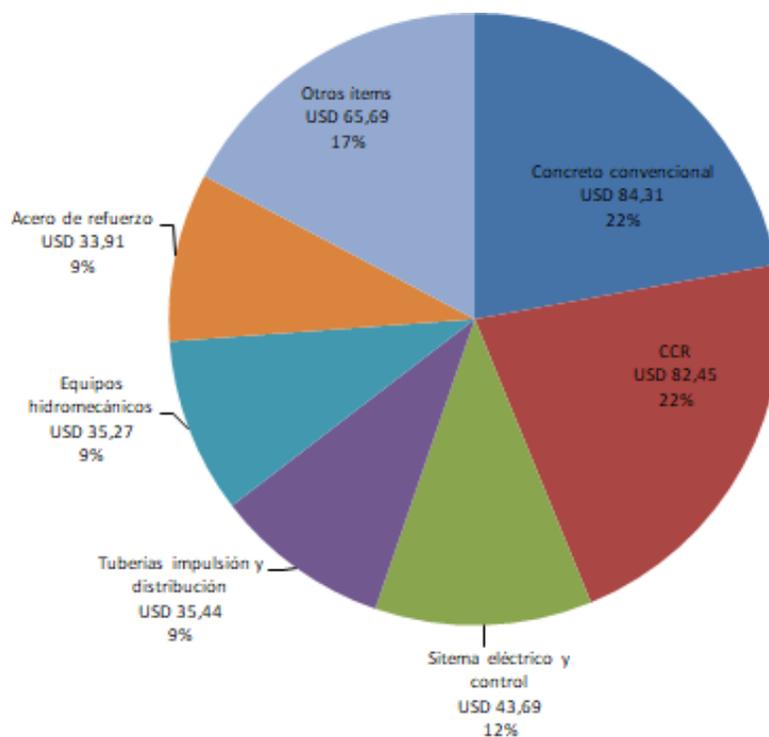


Figura 1. Distribución costos directos por ítems representativos

En la Tabla 6 se presenta de manera resumida el presupuesto por obras y en el Anexo 1 se presenta el presupuesto detallado.

Tabla 6. Presupuesto resumido costos directo

Descripción	Costo (USD)	% del total
PRESA Y OBRAS ANEXAS	148.937.945	43,70%
Acceso cámara de compuertas	1.079.191	0,30%
Cámara de compuertas	1.120.272	0,30%
Descarga de fondo	5.243.761	1,50%
Descarga de fondo (libre)	1.750.823	0,50%
Descarga de fondo (presión)	1.358.949	0,40%
Descarga de usos	3.311.604	1,00%
Descarga de usos (libre)	1.216.160	0,40%
Descarga de usos (presión)	950.239	0,30%
Presa	101.838.229	29,90%

Túnel de desvío	17.919.402	5,30%
Vertedero	13.149.315	3,90%
ESTACIONES DE BOMBEO	184.642.888	42,50%
Estación de bombeo 1	35.280.487	7,90%
Estación de bombeo 2	30.566.035	6,60%
Estación de bombeo 3	32.603.494	7,20%
Estación de bombeo 4	39.003.872	9,00%
Estación de bombeo 5	36.564.937	8,60%
General	10.624.063	3,10%
PTAP Y RED DISTRIBUCIÓN	39.076.925	11,50%
PTAP agua dulce	10.600.000	3,10%
Red distribución	28.476.925	8,40%
VÍAS	8.107.182	2,40%
TOTAL COSTOS DIRECTOS	380.764.940	100,00%

Los costos directos de construcción asciende a 380.76 MUSD. Los costos se distribuyen en la presa y obras anexas con 43.7% y Sistemas de bombeo con 42.5%.

2.3.2. Costos indirectos

Adicional a los costos directos de construcción se incluye el estimativo de costos indirectos relacionados con predios, diseños, gestión ambiental, asesoría y supervisión durante construcción, administración del propietario, pólizas y seguros. Así mismo, se incluyen un porcentaje de contingencias relacionadas con el nivel de estudio del proyecto. En la Tabla 7 se presentan los costos indirectos.

Tabla 7. Costos indirectos y contingencia de proyecto

Descripción	Valor (USD)	% de los costos directos
Infraestructura para construcción	5.711.474	1,50%
Predios	19.038.247	5,00%
Gestión ambiental	22.845.896	6,00%
Diseños	11.422.948	3,00%
Asesoría y supervisión durante construcción	22.845.896	6,00%
Administración del propietario	7.615.299	2,00%
Seguros y pólizas	7.615.299	2,00%
Total costos Indirectos	97.095.060	26%
Contingencias	114.229.482	30,00%

Total	211.324.541	55,50%
--------------	--------------------	---------------

Con estos costos indirectos y los costos directos se tiene un estimativo total de 592,09 MUSD, valores que deberán ser refinados en etapas posteriores de estudio y que podrán variar según el sistema de contratación y los riesgos que le seana transferidos al contratista constructor por parte del propietario.

3. CRONOGRAMA DE OBRA

El cronograma de construcción para el proyecto de Santa María, se elaboró en función de la configuración y cuantificación de las cantidades de obra diseñadas y metodologías constructivas comúnmente utilizadas para este tipo de proyectos.

El cronograma de construcción para el proyecto se elaboró teniendo en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Calendario de 7 días a la semana y 365 días al año.
- Las actividades relacionadas con el suministro y transporte de las tuberías, equipos hidromecánicos y eléctricos se inician de forma temprana con el objetivo de que los mismos estén disponibles en las fechas en que se concluyan las obras requeridas para su instalación.
- En función de la facilidad de caminos de acceso a lo largo de toda la conducción se han previsto frentes simultáneos de trabajo con subfrentes igualmente simultáneos.

3.1. RENDIMIENTOS

Los rendimientos utilizados corresponden a rendimientos logrados en proyectos de similares características, acordes a las metodologías constructivas planteadas, condiciones propias de implantación de las obras del proyecto y a la información suministrada por los proveedores.

Para las obras correspondientes a la captación, desarenador, las estaciones de bombeo, tanques de carga, estructura de entrega y la PTAP, se emplearon como ítem representativo la colocación de concreto. Para las conducciones se empleó como elemento de control la longitud de las tuberías y el número de frentes. En la Tabla 8 se presentan los rendimientos de los ítems representativos del proyecto.

Tabla 8. Rendimientos

Ítem	Rendimiento
Concreto	75 - 100 m ³ /día
Instalación tubería	18 m/día
Excavaciones menores	100 - 200 m ³ /día
Excavaciones	200 - 750 m ³ /día
Rellenos	300 - 600 m ³ /día
CCR	1400 - 1800 m ³ /día
Montaje de equipos hidromecánicos captación	240 días
Montaje de equipos hidromecánicos menores	90 - 120 días

Con relación a los equipos mecánicos las duraciones se establecieron de acuerdo con experiencias de proyectos similares, características y la información disponible en la base de datos de INGETEC. Estos tiempos incluyen los períodos de fabricación, suministro, transporte y montaje. En la Tabla 9 se muestra los plazos de fabricación y suministro de las tuberías y los equipos hidromecánicos y electromecánicos.

Tabla 9. Tiempo de fabricación y suministro

Ítem	Tiempo (Meses)
Tuberías	18
Equipos electromecánicos	12
Equipos hidromecánicos	12

A partir de las cantidades de obras resultantes de los diseños y los rendimientos definidos, se calculan las duraciones esperadas de las actividades más relevantes de cada obra.

3.2. SECUENCIA CONSTRUCTIVA

La secuencia constructiva del proyecto presenta flexibilidad debido a la facilidad de acceso a los sitios de las obras y menor dependencia entre obras. Por lo tanto, las restricciones están estrechamente asociadas entre la fabricación, suministro e instalación de las tuberías de la conducción.

La programación de las obras se ha previsto en siete áreas de trabajo general:

- Vías de acceso
- Presa y obras anexas
 - Obras de desvío
 - Presa CCR
 - Túnel de descarga de fondo
 - Túnel de usos
- Sistema de bombeo 1
 - Obras de captación
 - Conducción y tanques
- Sistema de bombeo 2
 - Obras de captación
 - Conducción y tanques
- Sistema de bombeo 3
 - Obras de captación
 - Conducción y tanques
- Sistema de bombeo 4
 - Obras de captación
 - Conducción y tanques
- Sistema de bombeo 5
 - Obras de captación
 - Conducción y tanques
- PTAP
 - PTAP
 - Red de distribución

En la figura Figura 2 se presenta el cronograma resumido para las obras del proyecto y en el Anexo 2 se presenta el cronograma detallado. El tiempo total estimado para la construcción de las obras es del 33 meses, adicional a los tiempos de actividades de preconstrucción como estudios y diseños, licenciamiento y proceso de construcción.

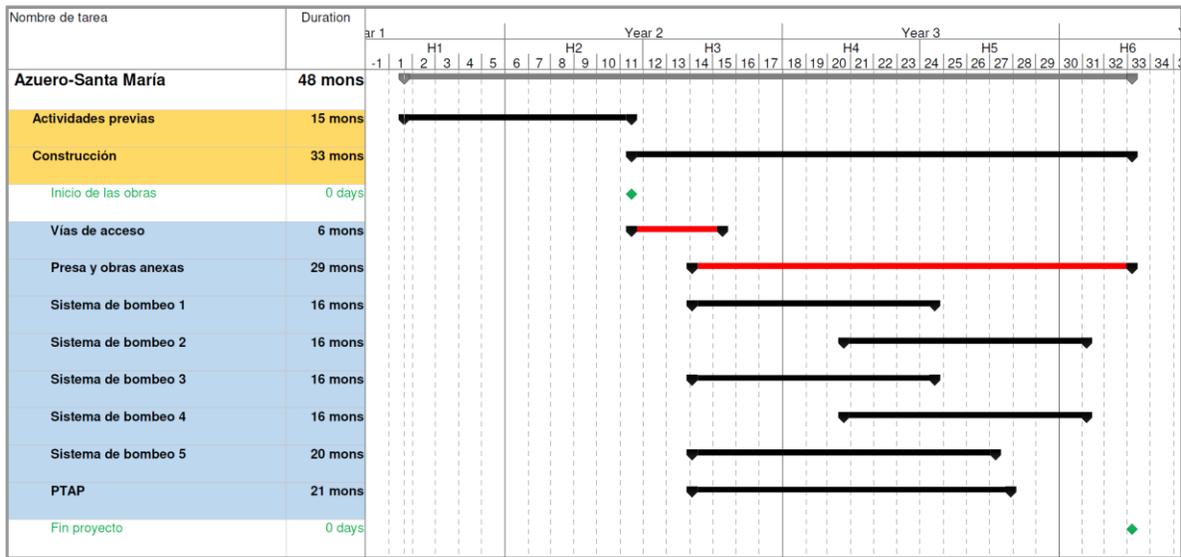


Figura 2. Cronograma de obra resumido

La ruta crítica del proyecto corresponde a las vías de acceso, infraestructura para construcción, sistema de desvío (túnel y ataguías), excavaciones y presa CCR, véase Figura 3.

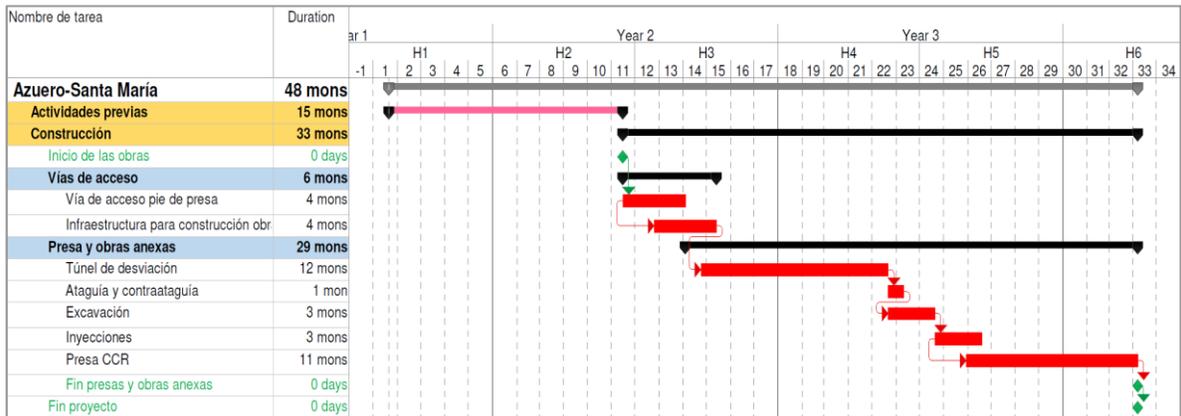


Figura 3. Ruta crítica del proyecto

4. CONCLUSIONES

Las principales resultados del estimativo de presupuesto y programación de obras son los siguientes:

- El cálculo de cantidades de obra está en función de los diseños a nivel conceptual realizados por INGETEC.
- Los precios unitarios han sido definidos en función de información referencial de proyectos con actividades similares construidos o en construcción y cotizaciones realizada a proveedores.
- El costo directo de construcción asciende a 592,09 MUSD , distribuido en el 43.5% en la presa y obras anexas, 42.7% en los cinco sistemas de bombeo, 11,5% en la PTAP y red de distribución y 2,4% en las vías de acceso.
- Los costos indirectos tienen un valor de 97,09 MUSD y 114,22 MUSD para contingencias, para un total 55,5% de los costos directos.
- La secuencia constructiva del proyecto presenta flexibilidad por la menor dependencia entre las obras de la presa y los sistemas de bombeo por la facilidad de acceso a los distintos sitios de las obras.
- La secuencia constructiva fue dividida en 4 áreas generales de trabajo, las cuales a su vez tienen frentes simultáneos de trabajo.
- El proyecto tiene una duración estimada de 33 meses de construcción bajo el esquema de varios frentes simultáneos de obras para presa y sistemas de bombeo.
- La ruta crítica del proyecto corresponde principalmente a las obras de la presa, iniciando con las vías de acceso, infraestructura para construcción, sistema de desvío del río, excavaciones y presa CCR .
- La adecuada y oportuna gestión del suministro de la tubería permitirá iniciar de manera temprana la instalación y evitará impactos en la ruta crítica.

5. ANEXOS

Anexo 1. PRESUPUESTO DETALLADO

Anexo 2. CRONOGRAMA DE OBRA DETALLADO