

Caso 1 IN586 – Gestión de Proyectos

Otoño 2009

- Materia: Programación
- Objetivo: Comprender como se programa y para que sirve la programación.
- Tarea: Construir la carta Gantt y establecer la ruta crítica del Proyecto “**Captación Aguas Claras Botadero Este**” de la División Andina de CODELCO.

I. Antecedentes:

El proyecto “Captación Aguas Claras Botadero Este” está con su etapa de Factibilidad terminada y debe ser presentado al Directorio para su aprobación para la Inversión el presente año (2009).

II. Alcances del proyecto

- El proyecto contempla la construcción de una zanja interceptora con tubería perforada, a fin de captar las aguas superficiales que escurren por las laderas rocosas superiores sobre el futuro botadero, en épocas de deshielos o lluvias. Posteriormente estas son conducidas hasta una quebrada mediante una tubería de acero enterrada.
- El coronamiento de la plataforma estará a la cota 4136 msnm y tendrá un ancho de 8 m con una longitud de 1.500 m, aproximadamente.
- Sobre esta plataforma se excavará una zanja en donde se instalará una geomembrana y una tubería perforada de HDPE de 22” para captar las aguas de escurrimiento, la cual quedará cubierta por gravilla.
- El proyecto incluye 4 bocatomas ubicadas en quebrada.
- Para la conducción desde el término de la obra de intercepción hasta descarga final a quebrada frente al desarenador con dissipador tipo Vertical, se contempla una conducción en una longitud de 850 m, aproximadamente.

III. **Actividades**

a. Actividades del Dueño

- Término Estudio de Factibilidad
- Preparación y Presentación API Inversional
- Aprobación API (incluido COCHILCO)
- Detección de Lugares de Empréstitos
- Localizaciones de Instalación de Faenas
- Localizaciones de Instalaciones de Plantas Seleccionadoras de Áridos
- Precalificación de Contratistas
- Preparación Bases de Licitación
- Llamado a Propuesta, recepción de antecedentes, evaluación de ofertas.
- Adjudicación de Contrato E.C.
- Permisos de la D.G.A.

b. Adquisiciones

- Adquisición de Tubería HDPE (por DAND)
- Adquisición Tubería de Acero (por DAND)
- Adquisición Materiales Menores (por contratista)

c. Actividades Externas

- Contrato E. C.
- Desarrollo de Ingeniería de Detalles
- Construcción
- Hitos de ventanas laborables
- Instalación de Faena
- Obras de Movimiento de Tierra
- Caminos de Acceso a Faena
- Preparación Fundación para Plataforma de Apoyo
- Construcción de Plataforma de Apoyo
- Muro Gravitacional Contención (sobre 10 m)
- Construcción de Subrasante Plataforma
- Preparación Fundación Subrasante Plataforma
- Subrasante 70 cm
- Subrasante 30 cm
- Obras de Conducción de Aguas
- Excavación en Zanjas Sector Bajo
- Construcción de Cámara Disipadora de Energía N°2
- Montaje Tubería de Acero
- Construcción de Cámara Disipadora de Energía N°1
- Excavaciones en Zanjas en Sector Alto

- Montaje Tubería HDPE
- Construcción Interconexión Captación Quebrada
- Traspaso a Operaciones Mina
- Informe de Cierre
- Reserva de Programa

IV. Consideraciones Generales

1. Término Estudio de Factibilidad

- Se considera el término del Estudio para el 31 de Marzo.

2. Preparación y Presentación API Inversional

- Plazo en base a estimación de períodos utilizados por otros proyectos (sólo se debe precisar fechas, programas y costos respecto del API anterior)

3. Aprobación API (incluido COCHILCO)

- Plazo estimado:
 - 1 mes para revisión y aprobación de la GCEI
 - 3 Meses para aprobación de COCHILCO

4. Detección de Lugares de Empréstitos

- Se estima un plazo de 14 días para definir zonas de empréstitos

5. Localizaciones de Instalación de Faenas

- Plazo considera estudiar y discutir la posición (14 días)

6. Localizaciones de Instalaciones de Plantas Seleccionadoras de Áridos

- Considera 14 días para su definición (análisis y discusiones)

7. Precalificación de Contratistas

- Se incluye en la Estimación:
- Bases Pre-calificación (30 días)
- Llamado a Precalificar y Recepción de antecedentes (20 días)
- Selección precalificados (10 días)

8. Preparación Bases de Licitación: Se considera 45 días para la preparación de todos los documentos de las bases de licitación:

- BAE
- BT
- Anexos
- Programación de Licitación y reuniones
- Formularios
- Adicionalmente, se consideran 15 días extraordinarios para la autorización de los documentos.

9. Llamado a Propuesta, recepción de antecedentes, evaluación de ofertas.

- Considera un período de 15 días para llamado a licitación, reunión obligatoria y ronda de consulta y respuestas (se llama sólo a los contratistas precalificados)
- Se estima un plazo de 30 días para la elaboración de las ofertas.

- Se estima un plazo de días para evaluación técnica-económica, y recomendación de adjudicación.

10. Adjudicación de Contrato E. C.

11. Permisos de la D.G.A.

- Fecha de inicio (01 de abril de 2009) indicada por CODELCO.
- El plazo (730 días) es según normativa D.G.A.

12. Adquisición de Tubería HDPE (por DAND)

- Adquisición (nacional) incluye:
 - Tubería HDPE
 - Geomembrana
 - Geotextil
- Se estima un plazo de 6 meses para la requisición, evaluación de ofertas, orden de compra y entrega en obra.

13. Adquisición Tubería de Acero (por DAND)

- Adquisición (nacional) incluye:
 - Tubería Acero
- Se estima un plazo de 6 meses para la requisición, evaluación de ofertas, orden de compra y entrega en obra.

14. Adquisición Materiales Menores (por contratista)

- Considera toda adquisición de materiales a realizar por el contratista:
 - Hormigones
 - Enfierraduras
 - Soldaduras
 - elementos menores (tubos de oxígeno, etc.)
- Se puede parcializar la compra en los tres períodos.

15. Desarrollo de Ingeniería de Detalles

- La ingeniería considera:
 - Visitas a terreno
 - Detalle de Enfierraduras
 - Actualización de plan de ejecución
 - Elaboración documentos de Ingeniería de Detalle (análisis de riesgos e interferencias, NCC-24, NCC-32, etc.)

16. Construcción

- La construcción debe incluir la Ingeniería de Terreno.

17. Instalación de Faena

- Se incluye:
 - Caminos de Acceso a Instalaciones
 - Instalación Equipo Electrónico
 - Instalación de Oficinas y Comedores
 - Instalación de Casa de Cambio
 - Instalación de Arnero.

- Se requiere realizar actividades de movilización y desmovilización por cada período de construcción.
- El plazo no deberá exceder los 20 días, comenzando en Noviembre de 2009.

18. Caminos de Acceso a Faena

- Se considera un plazo de 20 días para la ejecución de los caminos.
- Éstos no requieren tener finalizada las instalaciones de faena, por lo que se puede planificar su avance en paralelo.
- Se restringe su comienzo a Noviembre de 2009, por razones climáticas.

19. Preparación Fundación para Plataforma de Apoyo

- Esta actividad corresponde al escalonamiento de la ladera para recibir la plataforma de apoyo, que no se cuantifica como un ítem separado dentro de las cubicaciones de la ingeniería básica. En total para toda la plataforma (apoyo y subrasante), se consideran:
 - Excavación en roca: 0
 - Excavación terreno común: 18.540 m³
- Se debe considerar la cantidad suficiente de personal y frentes, para permitir el trabajo continuo de los tres frentes de trabajo que elaboran la plataforma de apoyo (en otras palabras, esta actividad se debe desarrollar con el adelanto suficiente para no entorpecer las actividades de movimiento de tierra de la plataforma de apoyo).
- Se estima que será una tarea continua durante toda la construcción de la plataforma de apoyo

20. Construcción de Plataforma de Apoyo

- Se calcula duración de esta actividad según rendimientos del ciclo de camiones, trabajando a tres frentes.
- Se realizar los siguientes supuestos:
 - La planta se ubicará en uno de los extremos de la plataforma, efectuandose extensiones de los caminos existentes de manera paralela a la obra. La planta estará a una distancia app máxima de 500 m
 - Por lo anterior se considera que la distancia promedio de transporte de áridos para la construcción de la plataforma es de app 1500 m
 - Los camiones cargado avanzarán a velocidades de 20 km/hr; mientras que sin carga llegarán a una velocidad promedio de 40 Km/hr (promedio 30 km para ida y vuelta).
 - Se debe trrabajar a 3 frentes
 - El tiempo de distribución de material (motoniveladora) está sumergido en el ciclo del camión.
 - Cubicación Total: 166.126 m³

21. Muro Gravitacional Contención (sobre 10 m)

- Se considera el movimiento de 3.400 m³ de material. Sin embargo, se considera que para la colocación del enrocado se requerirá de un buldozer disponible durante todo el período de construcción de la plataforma de apoyo; esta suposición aseguraría la

disponibilidad de equipo para cualquier movimiento necesario (no se estiman grandes volúmenes, ni distancias de acarreo)

22. Preparación Fundación Subrasante Plataforma

- Esta actividad corresponde al escalonamiento de la ladera para la recepción de la subrasante, que no se cuantifica como un ítem separado dentro de las cubicaciones de la ingeniería básica. En total para toda la plataforma (apoyo y subrasante), se consideran:
 - Excavación en roca: 0
 - Excavación terreno común: 18.540 m³
- Se debe considerar la cantidad suficiente de personal y frentes, para permitir el trabajo continuo de la frente de trabajo que elabora la subrasante de la plataforma (en otras palabras, esta actividad se debe desarrollar con el adelanto suficiente para no entorpecer las actividades de movimiento de tierra de la subrasante de la plataforma).
- Se estima que será una tarea continua durante toda la construcción de la subrasante de la plataforma

23. Subrasante 70 cm

- Se Toman las siguientes consideraciones:
 - El material es seleccionado de los depósitos existentes. Distancia media de transporte de 1500 m app
 - Los camiones cargado avanzarán a velocidades de 20 km/hr; mientras que sin carga llegarán a una velocidad promedio de 40 Km/hr.
 - Para efectos del cálculo del ciclo de transporte y volteo del camión, se considera que la planta tendrá la capacidad suficiente para evitar las detenciones de los camiones
 - Se trabajará en una sola frente
 - El trabajo se iniciará en la segunda temporada de verano, ya que no alcanza a finalizar antes del término de la primera temporada estival.
 - La cubicación estimada corresponde a 11.229 m³

24. Subrasante 30 cm

- Se Toman las siguientes consideraciones:
 - El material es seleccionado de los depósitos existentes. Distancia media de transporte de 1500 m app
 - Los camiones cargado avanzarán a velocidades de 20 km/hr; mientras que sin carga llegarán a una velocidad promedio de 40 Km/hr.
 - Para efectos del cálculo del ciclo de transporte y volteo del camión, se considera que la planta tendrá la capacidad suficiente para evitar las detenciones de los camiones
 - Se trabajará en una sola frente
 - La cubicación total corresponde a: 3.485 m³

25. Excavaciones (Terreno Común y Roca), Supuestos:

- Se estima que existirá excavación tanto de terreno común como de roca. No se considera la utilización de explosivos para la excavación de roca.

- El equipo de trabajo deberá componerse de una retroexcavadora, dos camiones de 12 m³, y una cuadrilla para la demolición y remoción de rocas
- Con el fin de ir dejando la zanja disponible para la instalación de la cañería, el equipo no trabajará en paralelo, sino que actuará como una unidad. Se realizará trabajo en serie, es decir: excavación de terreno común - demolición de rocas encontradas - remoción de rocas demolidas.
- Se considera un tiempo extra de un 25% en las faenas por efecto de intercambio entre labores de terreno común y roca
- Los trabajos deberán iniciarse en la tercera temporada estival, ya que no se alcanza a finalizar las labores en el segundo período.

26. Montaje Tubería HDPE Perforada. Esta actividad contempla:

- Colocación de Geomembrana
- Colocación cama de arena
- Colocación de Tubería
- Relleno con gravilla (cantos redondeados)
- Relleno material grueso y bolones
- Se considera que el tiempo de esta actividad está regido por el tiempo de colocación de la Geomembrana, las demás actividades trabajarán en paralelo, y finalizarían tres días después de terminada la colocación de la geomembrana.
- Para el cálculo del tendido de la geomembrana se estima que se avanzará 1.8 m por hora, en otras palabras el rendimiento es de 0.56 h/m.

27. Construcción de Bocatomas en Quebradas (4)

- Esta actividad contempla:
- Caminos de Acceso a sitio
- Preparación de terreno
- Construcción fundaciones
- Coloc. Enfierradura y hormigonado
- Las labores (4 bocatomas) serán realizadas por una cuadrilla especializada
- Se considera un plazo total de 60 días para la construcción de las estructuras (15 días por bocatoma), aquí se considera que mientras se esté preparando el camino de acceso y el terreno, se trabajará en paralelo en las instalaciones de faena en el doblado de enfierradura, lo que agilizará la última actividad del proceso.
- El inicio de estas actividades deberá ser al comienzo del tercer período, o ventana, estival.

28. Construcción de Cámaras de Empalme (3) y de Interconexión (1)

- Esta actividad contempla:
- Sobreexcavación necesaria para fundación de cámaras
- Construcción de las cámaras (enfierraduras y hormigonado)
- Colocación de adoquines en la base.
- Se considera que las labores serán realizadas por el mismo equipo de construcción de las bocatomas

- Dado que la estructura no se considera compleja, se estima un total de 5 días para su construcción (totalizando 20 días para todas las cámaras)

29. Obras de Empalme Bocatomas en Cámaras

- Estas obras consideran la excavación de zanjas y colocación de tuberías entre las cámaras de empalme (3) e interconexión (1), con las bocatomas(4).
- Se requiere de 192 m de obras de empalme.
- Se estima que se requerirá alrededor de 40 días para la construcción total de la totalidad de estas obras.
- El avance es congruente con las dificultades que se tendrá para el acceso de maquinarias y personal (rendimiento es de 4,8 m diarios, mientras que para la excavación y colocación en la plataforma es de más de 12 m por día).