

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PRESAS DE
TIERRA EN INSTALACIONES MINERAS**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

MARIO ANDRÉS PADILLA BADOINO

Lima- Perú

2009

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.	5
LISTA DE CUADROS.	6
LISTA DE FIGURAS.	7
INTRODUCCIÓN.	9
CAPÍTULO I : GENERALIDADES Y MARCO TEÓRICO	
1.1. Antecedentes	10
1.2. Definiciones varias	10
1.3. Presas	13
1.4. Presas de Tierra en Instalaciones Mineras	16
1.5. La Lixiviación en el proceso de obtención del cobre	16
1.6. Planeamiento, Programación y Control de Obra	23
CAPÍTULO II : DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	
2.1. Represas de Lixiviación Área 0821	26
2.1.1. Represa de Sedimentación	27
2.1.2. Represa de PLS	29
2.1.3. Represa de Retención de Avenidas	31
2.1.4. Accesos 1 y 2	33
2.2. Estructuras de Control de Avenidas Área 0822	33
2.2.1. Dique NE Mina	33

2.2.2. Dique y Canal de Derivación	34
2.2.3. Acceso 3	35
2.3. Sistema de Bombeo PLS Área 0823	35
2.3.1. Plataformas de Estaciones Molle 1, 2 y 3	35
2.3.2. Accesos 4, 5, 6 y 7	35
2.4. Procedimientos Constructivos	37
2.4.1. Preparación de material	37
2.4.2. Dental Concrete	40
2.4.3. Grout Cap	42
2.4.4. Perforaciones e Inyecciones de Cemento	43
2.4.5. Colocación y Compactación de material	46
2.4.6. Drenajes y Subdrenes	49
2.4.7. Vertederos	50
2.5. Secuencia de Construcción	51
 CAPÍTULO III : ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	
3.1. Programación.	54
3.2. Control de Costos	58
3.3. Control de Tiempo	64
3.4. Identificación de los problemas	70
3.5. Resultados	72

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Resumen de Presupuesto

Presupuesto de Proyecto

Panel Fotográfico

RESUMEN

Las presas de Tierra, son las presas más comúnmente construidas en nuestro país y Sudamérica, debido principalmente al menor costo que conlleva la construcción de las mismas; las mismas que requieren de todas las ramas de la ingeniería civil por ser estructuras complejas.

En el presente informe se realiza una evaluación de la construcción de Presas de Lixiviación, tomando como referencia el proyecto “Nuevas Represas de Lixiviación y Estructuras de Control de Avenidas” realizado en Toquepala.

Se inicia el informe dando un marco teórico, seguido por la explicación del proceso constructivo, procedimientos constructivos y la secuencia de construcción, y luego se hace un análisis del proceso constructivo, para el cual se utilizan herramientas de la filosofía del Lean Construction, como es el “Last Planner”, donde se identifican los problemas surgidos en la construcción del proyecto, y un control de costos.

El proyecto consiste en la construcción de 4 represas de tierra, con alrededor de 450, 000 m³ de rellenos compactados, es decir, preparación de alrededor de 580,000 m³ de material en cantera, los diques cuentan con pantalla de enrocado, perforación e inyecciones de consolidación e impermeabilización, cortinas primarias a cortinas quinarias en las represas de PLS y Retención de Avenidas, colocación de concreto polimérico, dental concrete, Grout Cap –2,850 m³ de concreto en total-, construcción de drenajes y sub drenes, un dique y canal de derivación, construcción de plataformas en roca para bombeo, construcción de vertederos de demasías, construcción de 7.1 km de carretera a nivel de rasante, instalación de Stud Liner en vertederos, instalación de tuberías de HDPE de D = 6”,8”,10”,12”,18” y 42”, instalación de tubería de HDPE perforada, instalación de gaviones, instalación de geotextil y geomembrana de HDPE, suministro y colocación de alcantarillas de F°G°, construcción de un puente de concreto armado de menor longitud.

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro nº 1	Formato de Tareo de Personal	59
Cuadro nº 2	Informe de Costo Diario	61
Cuadro nº 3	Informe Semanal de Producción	63
Cuadro nº 4	Curva S de Rellenos	65
Cuadro nº 5	PPC semanal y acumulado	68
Cuadro nº 6	Leyenda, causas de incumplimiento	69
Cuadro nº 7	Cuadros Costo Real, presupuestado	79
Cuadro nº 8	ICD Batido Material Baja Permeabilidad	80
Cuadro nº 9	ICD Batido Z3, Dique NE Mina	81
Cuadro nº 10	ICD Conformación Z3, Dique NE Mina	82
Cuadro nº 11	ICD Transporte de material a botadero	83
Cuadro nº 12	ICD Transporte de material baja permeabilidad	84
Cuadro nº 13	ICD Transporte de material Z3	85
Cuadro nº 14	ICD Zarandeo de Z3, Dique NE Mina	86
Cuadro nº 15	Resumen de Costos de rellenos/m3	87
Cuadro nº 16	Resumen de Recursos utilizados en Rellenos, Batido y Zarandeo	88
Cuadro nº 17	Resumen de Recursos utilizados en Transporte y rendimientos de equipos / m3 compactado	89

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Fig. 1	Presa de Gravedad	14
Fig. 2	Presa en arco	14
Fig. 3	Presa de Material Suelto	15
Fig. 4	Presa de Derivación	16
Fig. 5	Proceso de Obtención del cobre	17
Fig. 6	Parámetros Geométricos – Estabilidad de Taludes	18
Fig. 7	Sección Transversal de la Presa de Sedimentación	28
Fig. 8	Sección Transversal de la Presa de PLS	30
Fig. 9	Planta de la Presa de Retención de Avenidas	32
Fig. 10	Dique NE Mina	34
Fig. 11	Dique y Canal de Derivación	34
Fig. 12	Disposición de Proyecto Nuevas Represas de Lixiviación	36
Fig. 13	Corte de Terreno y Traslado para Acopio y Preparación	39
Fig. 14	Construcción de Pozas superficiales y zarandeo de material	39
Fig. 15	Limpieza manual y con aire comprimido	40
Fig. 16	Dental Concrete	41
Fig. 17	Colocación manual de Dental Concrete	41
Fig. 18	Vaciado de un paño de Grout Cap	43
Fig. 19	Planta y perfil Inyecciones de Cemento	45
Fig. 20	Armado de Andamios para los equipos de perforación	46
Fig. 21	Perforación de equipos Diamec en zona totalmente	46
Fig. 22	Conformación de Rellenos en presas	47
Fig. 23	Relleno con equipo menor en fondo de las represas	48
Fig. 24	Relleno masivo con equipo pesado	49
Fig. 25	Drenaje de la Represa de PLS	50
Fig. 26	Relleno sobre tubería de drenaje	50
Fig. 27	Tendido de tubería de HDPE de 42” en Represa de PLS	52
Fig. 28	Relleno sobre tubería de descarga, Rip Rap en PLS	53
Fig. 29	Represa de Sedimentación y PLS culminadas	53
Fig. 30	Diagrama de Gantt del Proyecto	56
Fig. 31	WBO del Proyecto	57

Fig. 32	Porcentaje de Plan Completado	67
Fig. 33	Causas de Incumplimiento Acumulado	69
Fig. 34	Causas de Incumplimiento Semanal	69
Fig. 35	Relleno con equipo menor en zona irregular	71
Fig. 36	Zona totalmente irregular que dificultaron los rellenos	71

INTRODUCCIÓN

En el presente informe “Análisis del Proceso Constructivo de Presas de Tierra en Instalaciones Mineras” se realiza una evaluación de la construcción de Presas de Lixiviación, tomando como referencia el proyecto “Nuevas Represas de Lixiviación y Estructuras de Control de Avenidas” desarrollado en Toquepala durante el año 2005, se presenta una descripción del proceso constructivo, los problemas surgidos durante la construcción, y el análisis de la construcción de dichas Presas.

El Capítulo I empieza con una descripción de las Generalidades, Antecedentes y Definiciones varias que se usarán en el presente informe, además se describe de forma breve el marco teórico correspondiente a las presas de tierra, proceso de lixiviación del cobre y planificación de obras.

En el Capítulo II se desarrolla la descripción del Proceso Constructivo de un proyecto de Presas de Lixiviación, los procedimientos constructivos y la secuencia de construcción de las presas dentro del proyecto en referencia.

En el Capítulo III se desarrolla el análisis del proceso constructivo, los problemas presentados durante la ejecución del proyecto, el control realizado al mismo durante su ejecución y las enseñanzas de este proyecto.

El análisis del proyecto se ha realizado con Primavera Project Planner P3, que actualmente es una de las dos herramientas mas utilizadas para planificación y programación de obras, además se toma la filosofía del Lean Construction para el control del proyecto con la herramienta “Last Planner” o “el último planificador”.

Finalmente se dan las conclusiones del análisis realizado.

CAPITULO I

I GENERALIDADES Y MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

De la definición dada por el PMI, se desprende que un proyecto es una secuencia de actividades únicas, complejas y relacionadas, las cuales tienen un propósito o meta, que debe ser completada en un tiempo específico dentro de un presupuesto y de acuerdo a unas especificaciones dadas.

En el año 2005, se llevó a cabo en la localidad de Toquepala – Tacna, a aproximadamente 2700 m.s.n.m. el proyecto: “Nuevas Represas de Lixiviación y Estructuras de Control de Avenidas”, desarrollado por la empresa C y M Vizcarra Contratistas Generales de la ciudad de Moquegua y en el cual tuve la oportunidad de participar.

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de las presas construidas en nuestro país, son presas de tierra, y la importancia que tienen estas estructuras, es que se llevó a cabo el desarrollo del presente informe. Donde se explican el proceso constructivo, problemas surgidos y se hace un análisis de la construcción de presas de tierra. Asimismo se muestra el control de costos dado en obra, mediante el método del resultado operativo y los beneficios de este.

1.2 Definiciones Varias

Para entender mejor algunos temas, se da una lista de definiciones variadas, las cuales son utilizadas en el presente informe:

Cátodo: (cathodes) placas metálicas de acero inoxidable o cobre puro que se instalan en la celda electrolítica, por las cuales sale la corriente eléctrica. El cátodo tiene carga negativa y, por tanto, atrae a los cationes de cobre que son iones de carga positiva.

- a. En el caso de la electrorrefinación, los cátodos iniciales son delgadas láminas de cobre de alta pureza que quedan formando parte del producto. En el caso de la electroobtención los cátodos utilizados son de acero inoxidable, los que permiten la depositación del cobre en sus caras, el cual es despegado posteriormente, dejando el cátodo en condiciones

de ser utilizado nuevamente. En este caso, se habla de cátodos permanentes.

b. Placas de cobre de alta pureza que se obtienen en el proceso de electrorrefinación y de electroobtención. Estos cátodos también se llaman cátodos de cobre electrolítico de alta pureza y tienen una concentración de 99,9%.

Cátodos de cobre: son las placas de cobre de alta pureza que se obtienen en el proceso de electrorrefinación y de electroobtención. Estos cátodos también se llaman cátodos de cobre electrolítico de alta pureza y tienen una concentración de 99,9%.

Concentrado de cobre: pulpa espesa obtenida de la etapa de flotación en el proceso productivo, en la que se encuentra una mezcla de sulfuro de cobre, fierro y una serie de sales de otros metales. Su proporción depende de la mineralogía de la mina.

Curado: (cure) proceso de impregnación del mineral con una solución ácida antes de ser depositado para su lixiviación, el cual tiene por objeto producir la sulfatación (transformación a sulfatos) de los minerales oxidados de cobre, que es la primera etapa de ataque químico que se produce en los minerales. Esta etapa facilita el proceso de lixiviación del cobre que se produce en la pila.

Ley de cobre: es el porcentaje de cobre que encierra una determinada muestra. Cuando se habla de una ley del 1% significa que en cada 100 kilogramos de roca mineralizada hay 1 kilogramo de cobre puro.

Lixiviación: (leaching) proceso hidrometalúrgico mediante el cual se provoca la disolución de un elemento desde el mineral que lo contiene para ser recuperado en etapas posteriores mediante electrólisis. Este proceso se aplica a las rocas que contienen minerales oxidados, ya que éstos son fácilmente atacables por los ácidos. En la lixiviación del cobre se utiliza una solución de ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Look Ahead Planning: Es una mirada cercana a la programación maestra, el instrumento del Lookahead Planning es un programa de asignaciones potenciales para las próximas semanas, el número de semanas, incluidos, generalmente de 3 a 12, está basado en las características del proyecto, la confianza en el sistema de planeamiento y los tiempos a disposición para adquirir información, materiales, mano de obra y equipo.

Antes de abrir la ventana, la programación maestra debe ser disgregada en un nivel de detalle apropiado para representar las asignaciones en un formato semanal. Esto hará que cada actividad produzca múltiples asignaciones. Sucesivamente, cada asignación viene sujeta a un Análisis de Restricciones, para determinar lo que hay que hacer, de manera que esté lista para la ejecución.

La regla general es incluir en la ventana Lookahead sólo aquellas actividades que puedan estar listas para ser completadas según el programa. Las asignaciones potenciales entran en la ventana de X semanas antes de la ejecución programada y se desplazan hacia adelante una semana por cada semana transcurrida.

PPC: Porcentaje de Programación Cumplida, es un análisis de confiabilidad de las tareas programadas en el look ahead, se cuenta el número de tareas programadas cumplidas respecto al número de tareas totales programadas.

PLS: sigla en inglés de la expresión pregnant leaching solution (solución de lixiviación cargada). Se refiere a la solución que sale de las instalaciones de lixiviación (pilas, bateas, etc.) y que ha sido enriquecida por la disolución del cobre desde el mineral. Esta solución tiene una concentración de hasta 9 gramos por litro (gpl).

Proceso electrometalúrgico: en un proceso de electrometalurgia se usa la electricidad para extraer el metal valioso desde el concentrado.

Pilas de lixiviación: (heap leaching) son las acumulaciones de material mineralizado que se realiza en forma mecanizada, formando una especie de torta o terraplén continuo de 6 a 8 m de altura, levemente inclinada para permitir

el escurrimiento y captación de las soluciones, sobre la que se riega una solución de ácido sulfúrico para extraer el cobre de los minerales oxidados

1.3 Presas

Las presas son estructuras cuya razón de ser se funda en la condición de que el líquido que retienen se utilice con dos finalidades alternativas o simultáneas:

1. Elevar su nivel para poder conducirlo
2. Formar un depósito que retenga los excedentes hídricos, para poder compensar luego los períodos de escasez, o para amortiguar (laminar) las crecidas.

Clasificación de las presas

Las presas se pueden clasificar según su estructura, su material con el que será construida y según su aplicación.

Los diferentes tipos de presas deben responder a 2 exigencias, resistir el empuje del líquido que se almacena y evacuarlo cuando sea necesario. La elección del tipo de presa depende de estudios de ingeniería y de consideraciones económicas.

Según su estructura

Se clasifican en presas de gravedad y presas en arco.

- Presas de gravedad: son aquellas en las que su propio peso es el encargado de resistir el empuje del embalse, el cual es transmitido hacia el suelo, por lo que éste debe ser muy estable, capaz de resistir el peso de la presa y del embalse. Constituyen las represas de mayor durabilidad y que menor mantenimiento requieren.

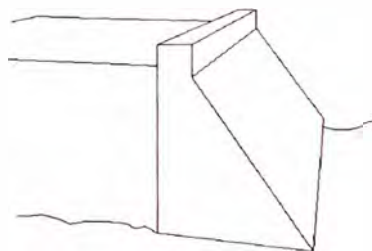


Fig. 1: Presa de gravedad

La estructura de la presa es ancha en su base y se va estrechando con la altura, por lo general es inclinada en ambas caras, aunque en algunas ocasiones es casi vertical en la cara que da al embalse, esto es debido a las diferencia de presiones entre el fondo y la superficie del embalse

- Presas en arco: son aquellas en las que su propia forma es la encargada de resistir el empuje del agua. Transmiten el empuje del líquido hacia su cimentación y a sus estribos, los cuales deben ser de roca muy sana y resistente, la que debe ser muy bien tratada antes de asentar en ella la presa.

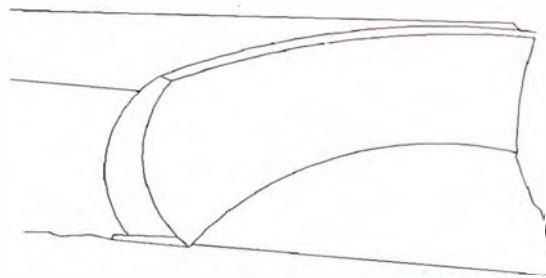


Fig. 2 Presa en arco

Según su material

Se clasifican en presas de concreto y presas de materiales sueltos.

- Presas de concreto: Son construcciones más estables y duraderas; son las más utilizadas en los países desarrollados por ser más costosas. Normalmente, todas las pesas de tipo gravedad, arco y contrafuerte están hechas de este material.

- Presas de materiales sueltos: Son aquellas que consisten en un relleno de tierras, que aportan la resistencia necesaria para contrarrestar el empuje de las aguas. Los materiales más utilizados en su construcción son rocas, gravas, arenas, limos y arcillas. Son las más utilizadas en los países subdesarrollados ya que son menos costosas y suponen el 77% de las que podemos encontrar en todo el planeta.

Este tipo de presas tienen componentes muy permeables, por lo que es necesario añadirles un elemento impermeabilizante. Además, estas estructuras resisten siempre por gravedad, pues la débil cohesión de sus materiales no les permite transmitir los empujes del agua al terreno. Este elemento impermeabilizante puede ser arcilla (en cuyo caso siempre se ubica en el

corazón del relleno) o bien una pantalla de concreto, la cual se puede construir también en el centro del relleno o bien aguas arriba.

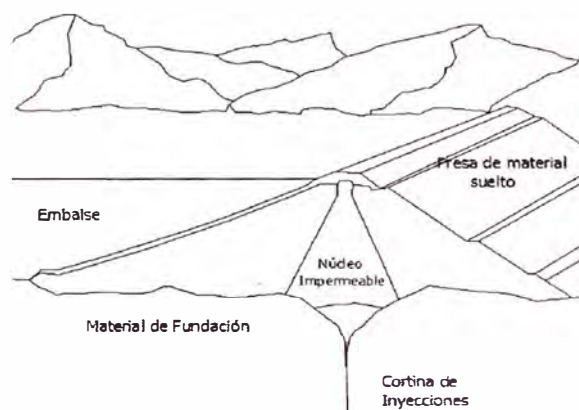


Fig. 3 Presa de material suelto

Los taludes de una cortina de tierra rara vez son mayores de 2 horizontales por 1 vertical y suelen ser de alrededor de 3 a 1. El criterio usual es la estabilidad de los taludes en contra de una falla por deslizamiento.

Las cortinas de tierra pueden construirse casi de cualquier altura y sobre cimientos que no son lo bastante fuerte para cortinas de concreto. Las mejoras en el equipo para movimientos de tierras han reducido el costo de las presas de tierra.

Según su aplicación

Se clasifican en presas filtrantes, presas de control de avenidas y presas de derivación.

- Presas filtrantes o diques de retención: son aquellas que tienen la función de retener sólidos, desde material fino, hasta rocas de gran tamaño, permitiendo sin embargo el paso del agua.
- Presas de control de avenidas: son aquellas cuya finalidad es la de laminar el caudal de las avenidas, con el fin de que no se cause daño a los terrenos situados aguas abajo de la presa en casos de tormenta.
- Presas de derivación: El objetivo principal de estas es elevar la cota del agua para hacer factible su derivación, controlando la sedimentación del cauce de forma que no se obstruyan las bocatomas de derivación. Este tipo de presas

son, en general, de poca altura ya que el almacenamiento del agua es un objetivo secundario.



Fig. 4 Presa de derivación

1.4 Presas de Tierra en Instalaciones Mineras

Las presas de tierra construidas en instalaciones mineras tienen como finalidad principalmente: retención de agua para consumo humano, procesos mineros, presas para lixiviación y presas de relaves.

En este informe nos referiremos a las presas de lixiviación.

1.5 La Lixiviación en el proceso de obtención del Cobre

La lixiviación de minerales de cobre, que consiste en una disolución de los compuestos de cobre en soluciones ácidas, es un proceso hidrometalúrgico bastante antiguo que se aplicaba originalmente a minerales oxidados. El incentivo para desarrollar los procesos hidrometalúrgicos provenía del hecho que los minerales oxidados de cobre de baja ley no eran susceptibles de ser concentrados por la operación convencional de flotación. Actualmente existe el incentivo adicional de evitar por esta vía la contaminación ambiental causada por los procesos metalúrgicos convencionales basados en fundiciones. El primer proceso de lixiviación que se aplicó en gran escala fue la lixiviación en bateas en los años veinte. En este proceso la lixiviación se producía por inundación de los minerales en contenedores (bateas) de grandes dimensiones y el cobre se recuperaba mediante precipitación con chatarra de hierro —proceso que se conoce como cementación— o vía electro-obtención directa. En ambos casos el

producto era impuro y requería su procesamiento en una fundición. En la actualidad la mayoría de estas plantas han sido modificadas a operaciones modernas de lixiviación en pilas. Tempranamente se comenzó a utilizar también los líquidos lixiviados en forma natural que se formaban en los botaderos de las minas a tajo abierto. En estos casos el cobre se obtenía por cementación. De estas operaciones se derivaron los métodos modernos de lixiviación en forma de lixiviación en pilas, lixiviación de colas, tostación —lixiviación— electro-obtención y lixiviación in situ.

Para explicar el proceso de lixiviación, detallaremos el proceso de obtención del cobre.

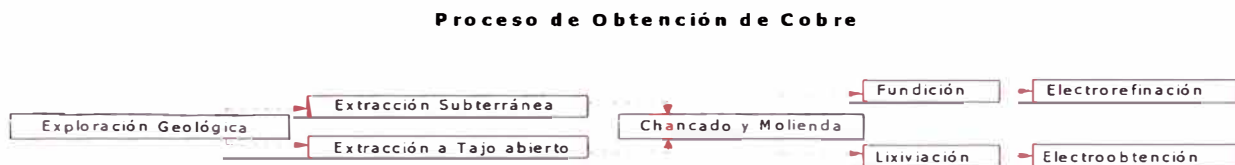


Fig. 5 Proceso de Obtención del Cobre

1.5.1 Exploración Geológica:

Considera las siguientes etapas:

- **Exploración básica:** se realiza un reconocimiento general de un área extensa con el fin de identificar algunas características favorables que puedan indicar la presencia de un yacimiento, con la información obtenida se toma la decisión de seguir adelante con la exploración o descartar el área.
- **Exploración intermedia:** aquí se debe confirmar la existencia de mineralización de cobre en profundidad, localizada el área de interés, se realiza con mayor detalle trabajos geofísicos (magnetometría, gravimetría, resistividad, etc.) y trabajos geoquímicos (obtención y análisis químicos de muestras de superficie) todo esto aumenta la precisión y reduce el radio de búsqueda del mineral, luego se diseña la perforación de sondajes exploratorios, con los resultados se puede tener

un área más o menos definidas y menos extensa con dimensiones aproximadas de entre 500 m. y 5 Km.

- **Exploración avanzada:** En esta etapa se determina el tipo y la ley del mineral que corresponde al contenido del o de los elementos de interés. Se realizan mas sondajes a través de una malla regular (cada 200 o 400 m. por ejemplo) aquí se decide si se lleva a cabo o no el proyecto de explotación de la mina, de demostrarse que es un negocio rentable se continúa con la etapa de ingeniería.

1.5.2 Extracción a tajo abierto / subterránea

En este proceso se extrae la porción mineralizada con cobre y otros elementos del macizo rocoso de la mina, se debe lograr fragmentar la roca de manera que pueda ser removida de su posición original, cargar y transportar para ser procesada o depositada fuera de la mina como material suelto a una granulometría manejable.

La extracción del material se realiza siguiendo la siguiente secuencia:

- Perforación
- Voladura
- Carguío y Transporte

En las minas a tajo abierto la estabilidad de los taludes es crítica, ya que de eso depende la seguridad de la operación, se deben establecer los parámetros geométricos:

- Banco
- Berma
- Angulo de Talud
- Rampa

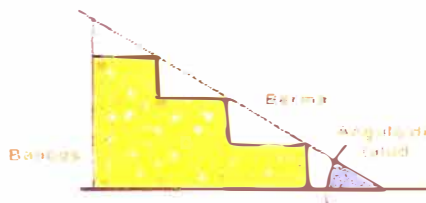


Fig. 6 Parámetros geométricos - estabilidad de taludes

1.5.3 Concentración

En este proceso de concentración se libera y concentra las partículas de cobre que se encuentran en forma de sulfuros en las rocas mineralizadas, de manera que puedan ser enviados para ser fundidos.

El proceso de concentración se divide en las siguientes fases:

- **Chancado:** el material proveniente de la mina presenta granulometría desde partículas de menos de 1mm hasta fragmentos mayores de 1 m. de diámetro, el objetivo del chancado es reducir el tamaño de los fragmentos mayores hasta obtener un tamaño uniforme de máximo ½ pulgada, para lograr el tamaño deseado el material tiene que pasar por 3 etapas de chancado: primario (reduce el tamaño máximo de los fragmentos a 8 pulgadas de diámetro), secundario (reduce el tamaño del material a 3 pulgadas) y terciario (el material llega a ½ pulgada)
- **Molienda:** mediante la molienda se continúa reduciendo el tamaño de las partículas que componen el mineral, para obtener una granulometría máxima de 180 micrones (0.18 mm), la que permite finalmente la liberación de la mayor parte de los minerales de cobre en forma de partículas individuales. En ésta etapa al material mineralizado se le agregan agua en cantidades suficientes para formar un fluido lechoso y los reactivos necesarios para realizar el proceso siguiente que es la flotación. La molienda por lo general se realiza en un molino de barras inicialmente pasando en línea al molino de bolas.
- **Flotación:** La flotación es un proceso físico-químico que permite la separación de los minerales sulfurados de cobre y otros elementos del resto de los minerales que componen la mayor parte de la roca original. A la pulpa que viene de la molienda se le incorporan reactivos (espumantes, colectores, depresantes, otros) necesarios para la flotación, luego se introducen en las celdas de flotación donde en el fondo de las celdas se hace burbujear aire y se mantiene la mezcla en constante agitación; las burbujas arrastran minerales sulfurados hacia la superficie donde rebasan por el borde de la celda hacia canaletas que van a estanques especiales donde es enviada a la siguiente etapa, el proceso es reiterado en varios ciclos, de manera que cada ciclo va produciendo un producto cada vez más concentrado, en el cual el contenido de cobre ha sido aumentado desde valores del orden del 1% a un valor de hasta 31% de cobre total, el concentrado final es secado mediante filtros y llevado para su fundición.

1.5.4 Fundición

El concentrado de cobre seco, se somete a procesos de pirometalurgia en hornos a grandes temperaturas, mediante los cuales el cobre del concentrado es transformado en cobre metálico y se separa de los otros minerales como fierro, azufre, sílice, etc.

Las etapas del proceso de fundición son:

- **Recepción y muestreo:** es necesario hacer un muestreo y clasificarlos de acuerdo a la concentración de cobre, hierro, azufre, sílice y porcentaje de humedad que tengan (máximo 8% ya que con valores superiores el concentrado se comporta como barro, difícil de manipular y exige más energía para la fusión)
- **Fusión:** en la fusión el concentrado de cobre es sometido a altas temperaturas (1200 °C) para lograr el cambio de estado sólido a líquido, para que el cobre se separe de los otros elementos que componen el concentrado. Se obtiene de un 70 a 75% de cobre.
- **Conversión:** se tratan los productos obtenidos en la fusión para obtener cobre de alta pureza, una misma carga es tratada y llevada hasta el final sin recarga de material para obtener cobre blíster con una pureza de 96% de cobre.
- **Pirorrefinación:** consiste en eliminar el porcentaje de oxígeno presente en este tipo de cobre, llegando a concentraciones de 99.7%, el cobre es moldeado en placas gruesas, de forma de ánodos, el cual es enviado al proceso de electrorrefinación.

1.5.5 Electrorrefinación

Mediante la electrorrefinación se transforman los ánodos producidos en el proceso de fundición a cátodos de cobre electrolítico de alta pureza (99.99%). Esto se basa en el fenómeno químico de la electrólisis que permite refinar el

cobre anódico mediante la aplicación de la corriente eléctrica, obteniéndose cátodos de cobre de 99.99% de pureza.

1.5.6 Lixiviación

La lixiviación es un proceso hidrometalúrgico que permite obtener el cobre de los minerales oxidados que lo contienen aplicando una disolución de ácido sulfúrico y agua.

En los yacimientos de cobre de minerales oxidados, el proceso de obtención de cobre se realiza en tres etapas:

Lixiviación en pilas: El proceso consiste en que el material extraído de la mina, que contiene minerales oxidados de cobre, es fragmentado mediante el chancado primario, secundario y eventualmente terciario, con el objetivo de obtener un material mineralizado de un tamaño máximo de 1.5 a $\frac{3}{4}$ pulgadas. El material chancado es llevado mediante fajas transportadoras hacia el lugar donde se formará la pila, en este trayecto el material es sometido a una primera irrigación con una solución de agua y ácido sulfúrico. En el destino donde se va a conformar la pila de lixiviación se debe instalar una membrana impermeable sobre la cual se dispone de un sistema de drenes que permiten recoger las soluciones que se infiltran a través del material, cuando se ha conformado la pila de lixiviación se instala un sistema de riego por goteo y aspersores que deben cubrir toda el área expuesta, a través de este sistema se vierte lentamente una solución de agua con ácido sulfúrico en la superficie de las pilas, ésta solución se infiltra hasta su base. La solución disuelve el cobre contenido en los minerales oxidados, formando una solución de sulfato de cobre, la que es recogida por el sistema de drenaje y llevada fuera del sector de las pilas. El riego de las pilas se mantiene por 45 a 60 días, después de lo cual se supone que se ha agotado casi completamente la cantidad de cobre lixiviable, el material restante es transportado mediante correas a botaderos donde se podría reiniciar un segundo proceso de lixiviación para extraer el resto de cobre. De la lixiviación se obtienen soluciones de sulfato de cobre (CuSO_4) con concentraciones de hasta 9 gramos por litro denominadas PLS que son llevadas al sistema de represas donde se limpian eliminándose las partículas sólidas que pudieran

haber sido arrastradas. Estas soluciones de sulfato de cobre limpias son llevadas a planta de extracción por solvente.

Cabe indicar que al igual que se recupera mineral valioso de la sustancia obtenida, se recupera también el agua involucrada en ella, la misma que se reutiliza en los siguientes procesos de lixiviación, buscando hacer un uso más eficiente de este recursos.

Extracción por solvente: en esta etapa la solución que viene de las pilas de lixiviación PLS, se mezcla con una solución de parafina y resina orgánica, esto ayuda a liberar impurezas y se concentra su contenido de cobre, pasando de 9gpl a 45 gpl, mediante una extracción iónica. Esta es la solución que se lleva a la planta de Electroobtención.

Electroobtención: es un proceso electrometalúrgico a través del cual se recupera el cobre disuelto en una solución concentrada de cobre para producir cátodos de alta pureza de cobre (99.99%).

La solución electrolítica que contiene el cobre en forma de sulfato de cobre (CuSO_4) es llevada a las celdas de electroobtención que son estanques rectangulares, que tienen dispuestas en su interior y sumergidas en solución, unas placas metálicas de aproximadamente 1 m² cada una. Estas placas corresponden alternadamente a un ánodo –placas de plomo que hacen las veces de polo positivo- y un cátodo –placas de acero inoxidable, que corresponde al polo negativo-. Todas las placas están conectadas de manera de conformar un circuito por el que se hace circular una corriente eléctrica continua de muy baja intensidad, la que entra por los ánodos y sale por los cátodos. El cobre en solución (catión, de carga positiva +2: Cu^{+2}) es atraído por el polo negativo representado por los cátodos, por lo que migra hacia éstos pegándose partícula por partícula en su superficie en forma metálica (carga cero).

Una vez transcurridos seis a siete días en este proceso de electroobtención, se produce la cosecha de cátodos. En este tiempo se ha depositado cobre con una pureza de 99,99% en ambas caras del cátodo con un espesor de 3 a 4 cm

Los cátodos son lavados con agua caliente para remover posibles impurezas de su superficie y luego son llevados a la máquina despegadora, donde en forma totalmente mecanizada se despegan las hojas de ambos lados, dejando limpio el cátodo permanente que se reintegra al ciclo del proceso de electroobtención.

Se efectúa un muestreo sistemático de algunos cátodos para determinar su contenido de cobre, que debe ser de 99,99%, e impurezas (menos de 0,01%, principalmente azufre).

1.6 Planeamiento, Programación y Control de Obra

Consiste en determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, cuándo, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué.

1.6.1 Planeamiento: El planeamiento está dividido en:

- **Planeamiento Estratégico**: basado en la visión y en los valores de la organización, es de largo plazo (de 1 a 5 años o más). Es dado por la alta dirección de la empresa.
- **Planeamiento Táctico**: una vez formulado el planeamiento estratégico se desarrollan las planeaciones tácticas, es a mediano plazo. El Gerente de Proyecto, Ingeniero Residente o Jefe de Obra aplica el planeamiento Táctico en concordancia al planeamiento estratégico definido por la alta dirección de la empresa. Utiliza el planeamiento Regional o Exógeno para definir el entorno de la obra, el planeamiento endógeno, la estructura de Descomposición del Trabajo (EDT) o Work Breakdown Structure (WBS) para alcanzar un nivel tal en que seamos capaces de controlar la obra.
- **Planeamiento Operativo**: Es a corto plazo, nos proporciona herramientas para trabajo diario, que deben ser controladas permanentemente.
- **Planeamiento de Contingencia**: se elaboran a nivel del planeamiento operativo, como un plan alternativo por si sucediera algún evento no deseado.

1.6.2 Programación: Es la etapa que está dirigida a evaluar los planes de trabajo escogidos determinando el tiempo total que podría demorar la obra, el costo de ella y los recursos que serían necesarios utilizar para cumplir con las metas señaladas.

1.6.3 Control: Es el proceso de medir los actuales resultados en relación con los planes, diagnosticando la razón de las desviaciones y tomando las medidas correctivas necesarias.

El control no requiere hacerse sobre todas las actividades, si tomamos en cuenta el principio de Pareto, pocos vitales, muchos triviales, “El 80% de los efectos se deben al 20% de las causas”.

Teniendo en cuenta que el presupuesto es la suma del costo directo, gastos generales, gastos de supervisión y la utilidad

$$\text{Presupuesto} = \text{Costo Directo} + \text{Gastos Generales} + \text{Gastos de Supervisión} + \text{Utilidad}$$

$$P = CD + GG + GS + Ut$$

Es decir, la venta (presupuesto), es igual al costo de producción, más la utilidad

$$\text{Venta} = \text{Costo de Producción} + \text{Utilidad}$$

Despejando la variable Utilidad, tenemos, que la utilidad es igual a la Venta menos el costo de producción

$$\text{Utilidad} = \text{Venta} - \text{Costo de Producción}$$

Entonces, para aumentar la utilidad necesitamos:

- Aumentar la Venta, la venta por lo general depende del cliente; se puede incrementar la venta, si se tienen mayores metrados o trabajos adicionales.
- Aminorar el costo de producción, esto es más viable, se debe reducir el costo de producción y para esto se deben reducir las pérdidas, ese debe ser el objetivo. A pérdida nos referimos como “todo aquello que genera costo, pero no valor”, tenemos en la construcción estas pérdidas como: las esperas, viajes innecesarios, tiempo ocioso, exceso en consumo de materiales, trabajos rehechos, exceso de personal directo e indirecto, exceso de traslado interno de equipo, etc. Esto es lo que de debe controlar.

Justamente es a esto a lo que apunta la filosofía del Lean Construction, a la eliminación de las pérdidas.

Dentro de la filosofía del Lean Construction, se tiene una herramienta de planificación denominada “Last Planner” la cual sirve para controlar interdependencias entre los procesos y reducir la variabilidad entre éstos con lo

cual se asegura un mayor cumplimiento posible de las actividades de la planificación

Los componentes del sistema del último planificador son los siguientes

- Programa Maestro: nos brinda un mapa de coordinación de actividades para la realización del proyecto.
- Planificación Lookahead
 - Intervalo de tiempo
 - Planificación de actividades
 - Análisis de Restricciones
 - Inventario de Trabajo ejecutable
- Planificación de Trabajo semanal.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación se explica un proyecto desarrollado en el año 2005 en la localidad de Toquepala – Tacna, donde se construyeron Presas de Tierra para Lixiviación:

Debido al nuevo plan de formación de botaderos con material Lixiviable de Mina, era necesario y urgente la construcción de un Nuevo Sistema de Represas, con capacidad para almacenar las soluciones de Lixiviación, además era necesario también la construcción de estructuras de control de avenidas para protección ante los eventos de tormenta y sistema de bombeo del líquido usado para la lixiviación. Para solucionar esto, es que se decide la construcción del proyecto: “Nuevas Represas de Lixiviación y Estructuras de Control de Avenidas”

La construcción del Proyecto se dividió en las siguientes Áreas:

0821 Represas de Lixiviación

0822 Estructura de Control de Avenidas

0823 Sistema de Bombeo PLS

Área 0821 Represas de Lixiviación

Contempla la construcción de las Represas: de Sedimentación, Represa de PLS y Represa de Retención de Avenidas, además considera la construcción de los accesos a las mismas (Accesos 1 y 2).

Área 0822 Estructuras de Control de Avenidas

Esta área comprende la construcción del Dique NE Mina (en zona de botaderos), con su correspondiente acceso y la construcción también del Dique y Canal de Derivación en la zona de la Represa de Retención de Avenidas, con su correspondiente Acceso (Acceso 3).

Área 0823 Sistema de Bombeo de PLS

Como parte de esta área, comprende la construcción de los accesos principales y accesos locales: N° 4, 5,6 y 7. También comprende la construcción de las Plataformas de estaciones Molle I, II y III.

La construcción de los sistemas de bombeo y el tendido de tubería de HDPE para el sistema de lixiviación no formaron parte del proyecto descrito.

Breve Descripción de la Obra Construida:

2.1 Represas de Lixiviación Área 0821:

2.1.1 Represa de Sedimentación.-

La Represa de Sedimentación forma parte del sistema de Lixiviación que permite captar todo el PLS procedente del riego en los botaderos, ésta represa construida tiene una longitud de cresta total 35.90 metros, con una altura máxima de 16.0 metros con respecto al punto mas bajo del pie de talud de la presa, esta estructura permitirá almacenar hasta 29,420 m³ de PLS como máximo, éste se verterá hacia la represa de PLS, a través del vertedero de concreto contiguo a la represa de Sedimentación.

La Represa de Sedimentación tiene unos taludes de relleno de 2.5H: 1V, con rellenos del tipo Z3 (Relleno Común) y Z4 (Relleno Arena Arcillosa y Gravosa), en capas de 0.30m de altura, el relleno tipo Z4, descansa sobre el lecho rocoso y tiene como base una estructura de Concreto (Grout Cap) de 0.30m en promedio de altura.

La Represa de Sedimentación tiene sobre sus taludes (aguas arriba y aguas abajo) una capa de enrocado que sirve de protección (Rip Rap) y cuenta además con un vertedero de Concreto de sección trapecial, que esta protegido con Stud Liner, el cual verterá el líquido de la lixiviación hacia la represa de PLS.

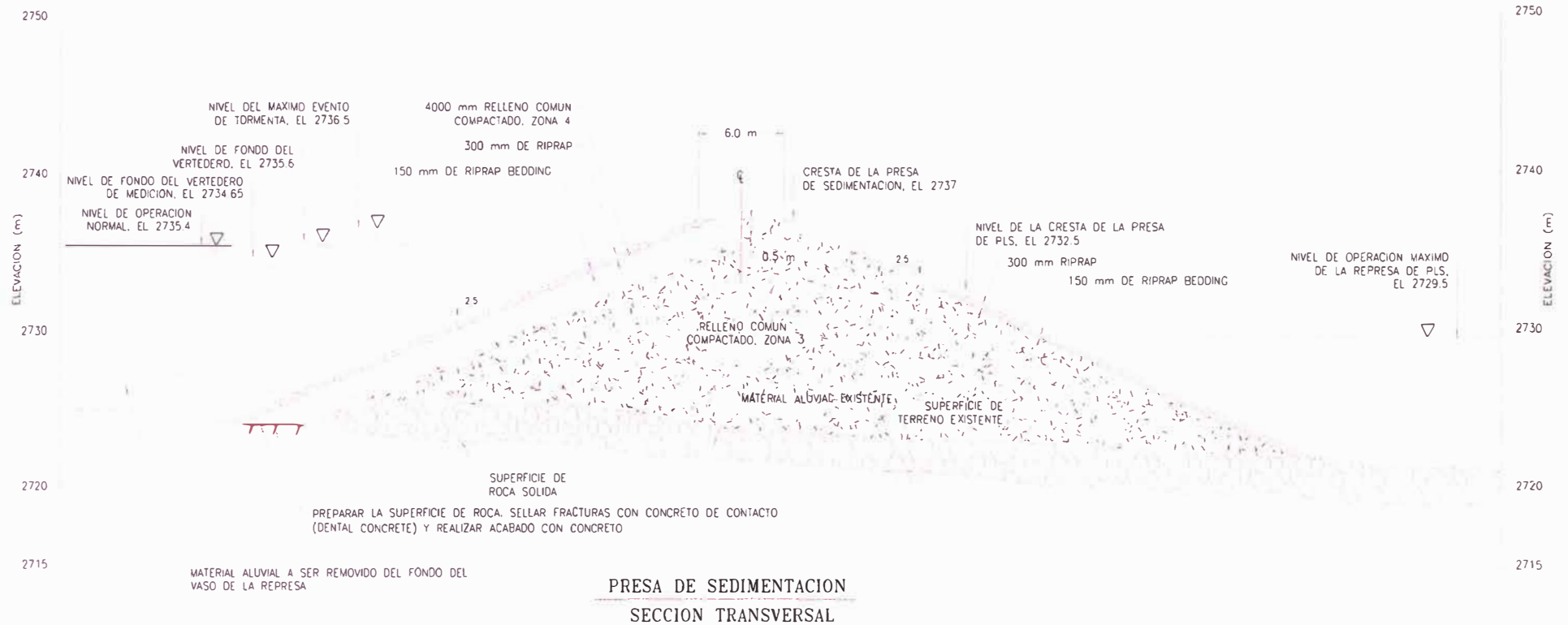


Fig. 7 Sección Transversal Presa de Sedimentación

2.1.2 Represa de PLS.-

La Represa de PLS forma parte del sistema de Lixiviación que permitirá almacenar todo el líquido de la lixiviación procedente de la presa de sedimentación, ésta represa construida tiene una longitud de cresta total 110.65 metros, con una altura máxima de 61.8 metros con respecto al punto mas bajo del pie de talud de la presa, ésta estructura permitirá almacenar hasta 200,430 m³ del PLS como máximo, éste se bombeará desde la Plataforma del Molle I a través de las dos Tuberías de captación de 42” de diámetro.

La Represa de PLS se ha construido con un núcleo de presa, que cuenta con una pantalla impermeabilizadora de concreto (inyecciones) que comprende de hasta cinco cortinas de impermeabilización. El núcleo de la Represa descansa sobre el lecho rocoso, el cual sirve de base de la capa de Concreto (Grout Cap), ésta represa tiene unos taludes de relleno de 2.5H : 1V, con rellenos del tipo Z1 (Arcilla), rellenos del tipo Z2 (material de filtro) y Z3 (Relleno Común), en capas de 0.30m de altura, los diferentes tipos de rellenos colocados en la Represa han sido dispuestos de la siguiente manera de acuerdo a los Planos y Especificaciones Técnicas:

El Z1 que es el material arcilloso se encuentra en el núcleo de la Represa, es el relleno que le da la impermeabilidad a la represa, este material descansa sobre una base de concreto (Grout Cap) que tiene una altura promedio de 0.30m, la cual descansa sobre el lecho rocoso. El Z2 que es el material de filtro, se encuentra aguas abajo del talud de relleno Z1 y paralelo al eje de la presa se ha construido el sistema de drenaje de la represa. El Z3 que es el material común, es el relleno que le da el cuerpo a la estructura de la presa, este material esta dispuesto en la parte anterior del Relleno Z1 y posterior al relleno Z2.

La Represa de PLS tiene sobre el talud aguas arriba una capa de enrocado que sirve de protección (Rip Rap) y cuenta también con su respectivo vertedero de Concreto de sección rectangular protegido con Stud Liner.

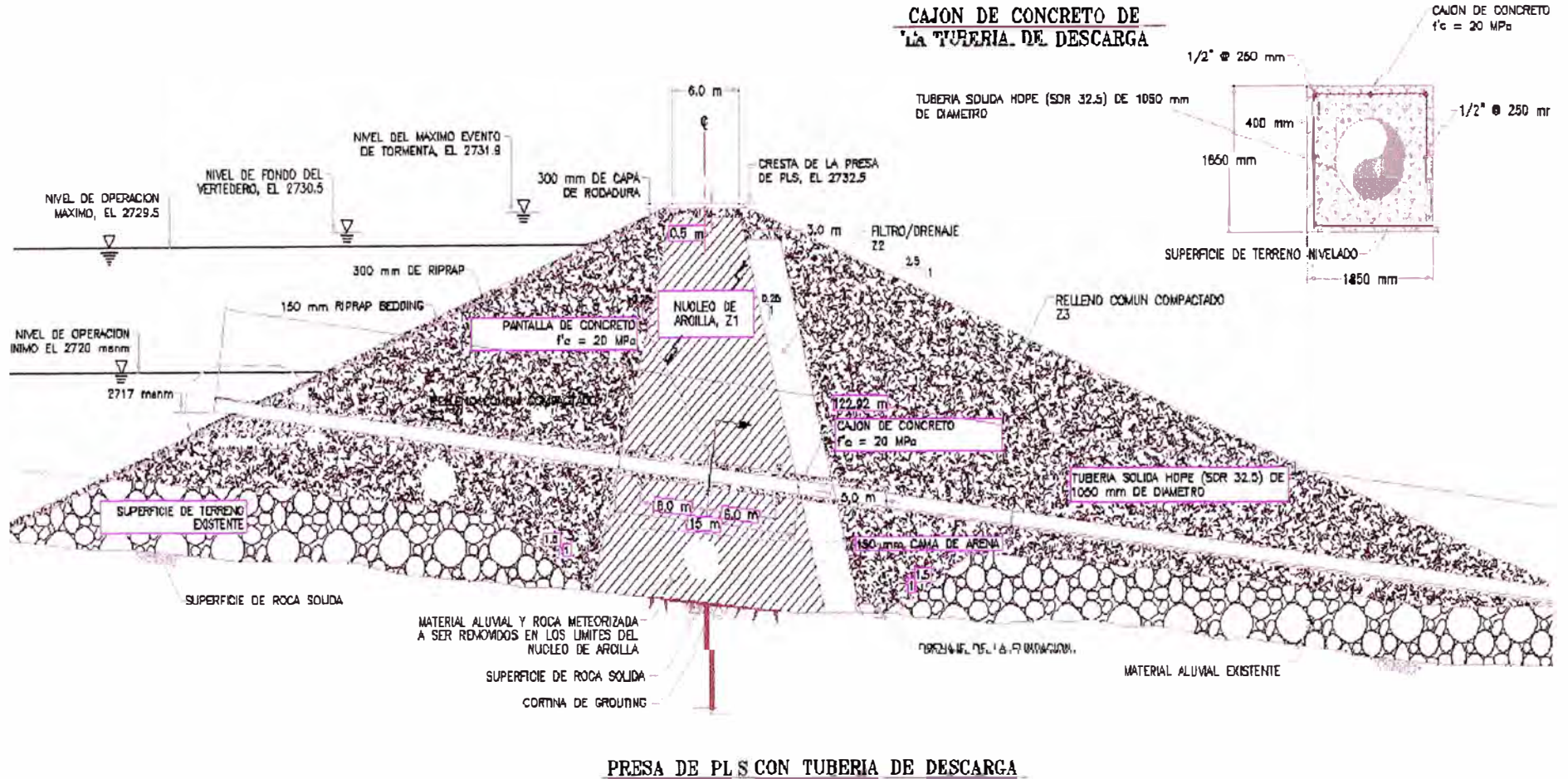


Fig. 8 Sección Transversal Presa de PLS

2.1.3 Represa de Retención de Avenidas.-

La Represa de Retención de Avenidas forma parte del sistema de Lixiviación que permitirá retener todo el material proveniente de las avenidas que pudieran presentarse, ésta represa construida tiene una longitud de cresta total de 150.0 metros, con una altura máxima de 59.0 metros con respecto al punto mas bajo del pie de talud de la presa, ésta estructura permitirá almacenar hasta 326,645 m³ de material provenientes de Avenidas como máximo.

La Represa de Retención de Avenidas se ha construido con un núcleo de presa, que cuenta con una pantalla de impermeabilizadora de concreto (inyecciones) la cual comprende cinco cortinas de impermeabilización. El núcleo de la Represa descansa sobre el lecho rocoso, el cual sirve de base de la capa de Concreto (Grout Cap).

La Represa de Retención de Avenidas se ha construido con unos taludes de relleno de 2.5H : 1V, con rellenos del tipo Z1 (Arcilla), rellenos del tipo Z2 (material de filtro) y Z3 (Relleno Común), en capas de 0.30m de altura, los diferentes tipos de rellenos colocados en la Represa han sido dispuestos de la siguiente manera de acuerdo a los Planos y Especificaciones Técnicas:

El Z1 que es el material arcilloso se encuentra en el núcleo de la Represa, es el relleno que le da la impermeabilidad a la represa, este material descansa sobre una base de concreto (Grout Cap) que tiene una altura promedio de 0.30m, la cual descansa sobre el lecho rocoso del núcleo. El Z2 que es el material de filtro, se encuentra aguas abajo del talud de relleno Z1 y paralelo al eje de la presa se ha construido el sistema de drenaje de la represa. El Z3 que es el material común, es el relleno que le da el cuerpo a la estructura de la presa, este material esta dispuesto en la parte anterior del Relleno Z1 y posterior al relleno Z2.

La Represa de Retención de avenidas tiene sobre el talud aguas arriba una capa de enrocado que sirve de protección (Rip Rap) y cuenta también con su respectivo vertedero de Concreto de sección trapecial.

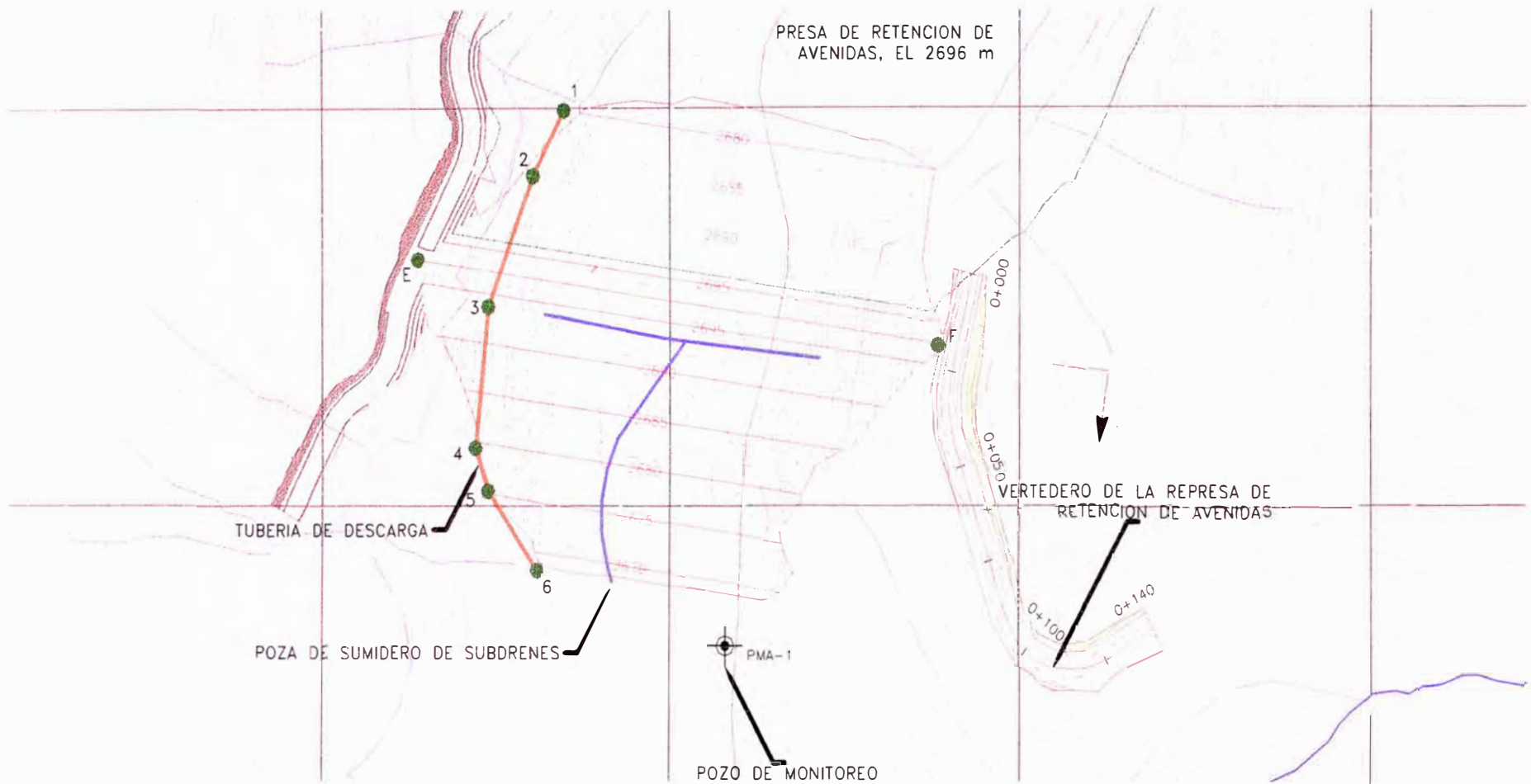


Fig. 9 Planta de la Presa de Retención de Avenidas

2.1.4 Accesos 1 y 2.-

El acceso 1 se ubica al este de la represa de sedimentación, tiene 314 m. de longitud y es el acceso desde la represa de PLS -desde el inicio de su vertedero- hasta aguas arriba de la represa de Sedimentación

El acceso 2 se ubica al oeste de la Represa de PLS, tiene 340 m. de longitud y es un acceso para monitorear la represa de PLS, une la cresta del dique de la represa de PLS hasta una zona superior al dique de la Represa de Sedimentación.

2.2 Estructuras de Control de Avenidas Área 0822:

Esta área comprende la construcción del Dique NE Mina (en zona de botaderos), con su correspondiente acceso y la construcción también del Dique y Canal de Derivación en la zona de la Represa de Retención de Avenidas, con su correspondiente Acceso (Acceso 3).

2.2.1 Dique NE Mina.-

Este Dique se encuentra ubicado en la zona actual de Botaderos en Mina forma parte del sistema de Control de Avenidas del Proyecto y permitirá almacenar todos los materiales provenientes en época de avenidas, ésta represa construida tiene una longitud de cresta total 101.2 metros, con una altura máxima de 19.5 metros con respecto al punto más bajo del pie de talud del dique, esta estructura permitirá retener y almacenar hasta 120,000 m³ de agua como máximo, existe un aliviadero el cual verterá hacia aguas abajo del dique.

El Dique NE de Mina se ha construido con unos taludes de relleno de 2.25H: 1V aguas arriba y de 2.0H: 1V aguas abajo, con rellenos del tipo Z3 (Relleno Común) y Relleno de baja permeabilidad, en capas de 0.30m de altura, el relleno de baja permeabilidad descansa en el talud aguas arriba del dique.

El Dique de NE de Mina cuenta con un enrocado de protección en el espaldón del dique (aguas abajo) y además con un aliviadero de Concreto de sección trapecial que aliviara el nivel máximo de almacenamiento.



Fig. 10 Dique NE Mina Culminado

2.2.2 Dique y canal de derivación.-

Consiste en un Dique de contención y canal de derivación en la zona de la represa de retención. El dique está diseñado para contener y encauzar los flujos de la quebrada lateral, el canal trasvasará estos flujos hasta aguas debajo de la represa de Retención, el flujo considerado es hasta de 0.72 m³/seg, correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. En el dique se consideró un aliviadero con tubería y rip rap grouteado.



Fig. 11 Dique y Canal de Derivación

2.2.3 Acceso 3.-

El acceso 3 se ubica al este de la represa de Retención de Avenidas, tiene 274 m. de longitud y es el acceso desde la represa de Retención de Avenidas hasta el dique y canal de derivación.

2.3 Sistema de Bombeo de PLS Área 0823:

Como parte de esta área, comprende la construcción de los accesos principales y accesos locales: N° 4, 5,6 y 7. También comprende la construcción de las Plataformas de estaciones Molle I, II y III.

La construcción de los sistemas de bombeo y el tendido de tubería de HDPE para el sistema de lixiviación no formaron parte del proyecto descrito.

2.3.1 Plataformas de Estaciones Molle I, II y III.-

En este Proyecto se han construido tres plataformas para las estaciones de bombeo, para lo cual ha sido necesario excavar tanto en material suelto como en roca, en el caso de la excavación en roca en el Molle III se ha ejecutado sin emplear explosivos debido a que se tenía una estructura cercana, la cual no se debía demoler.

2.3.2 Accesos 4, 5, 6 y 7.-

Acceso 4: El acceso 4 es el que une la represa de PLS y la plataforma de bombeo Molle I, tiene una longitud de 420 m

Acceso 5: El acceso 5 es el que une la plataforma de bombeo Molle I y el Dique de Contención, tiene una longitud de 150 m

Acceso 6: El acceso 6 es el que une la represa de PLS y el Molle II, tiene una longitud de 2,072 m, este acceso cuenta con alcantarillas, y gaviones para ensanchamiento de acceso.

Acceso 7: El acceso 7 es que une la plataforma de bombeo Molle II y el acceso existente hacia las represas desde Toquepala, tiene una longitud de 1,675 m, este acceso como el acceso 6, cuenta con alcantarillas, y gaviones para ensanchamiento de acceso.

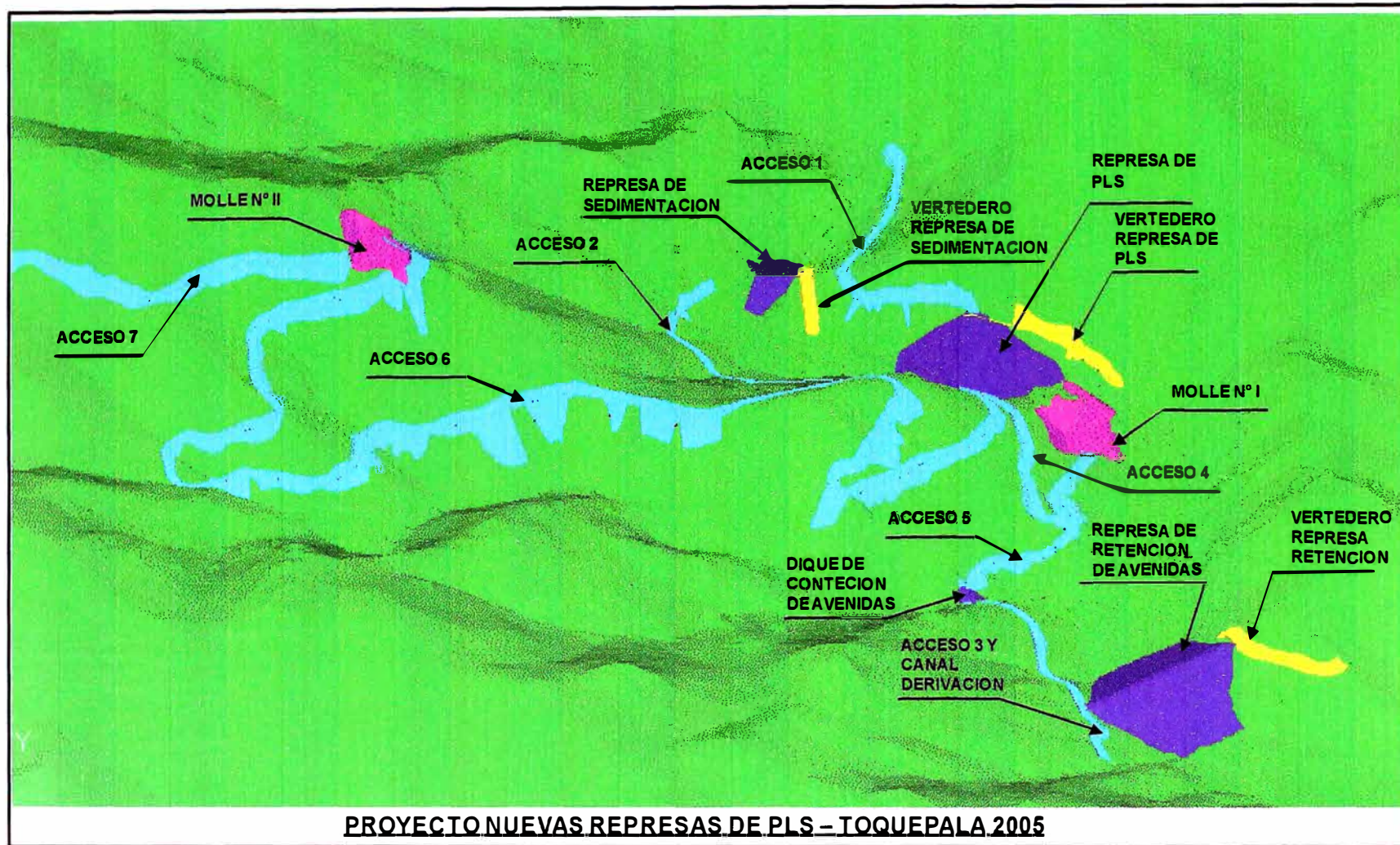


Fig. 12 Disposición de Proyecto Nuevas Represas de Lixiviación y Estructuras de Control de Avenidas

2.4 Procedimientos constructivos

A continuación se hace una breve descripción de los procedimientos constructivos de las principales actividades:

2.4.1 Preparación de material para relleno:

En el proyecto se tuvieron distintos materiales a preparar, a los cuales se les dio la denominación de Z1 (Material Arcilloso), Z2 (Material de Filtro), Z3 (Material de Relleno Común), estos 3 materiales son los que se prepararon en mayor volumen, además se preparó roca para Rip Rap y material para base y capa final de rodadura.

Previamente a la explotación de cada una de las canteras se debe definir si el material existente es apto para ser utilizado en el tipo de relleno requerido: En primer término se verifica si las canteras designadas poseen el material que cumple con los requerimientos establecidos en las especificaciones técnicas para emplearse como cada tipo de Relleno, de no ser aparentes se debe ubicar otras canteras.

Para determinar las características del material existente y su aptitud para usarse como relleno se toman las muestras necesarias y se realizan en forma preliminar los ensayos de laboratorio: Ensayo granulométrico, Ensayo de Límites de Atterberg, Clasificación del material.

Las muestras del material para los ensayos se toman de las calicatas existentes o de las nuevas calicatas que se considere realizar.

Si el resultado de los ensayos de acuerdo a las especificaciones técnicas determina que el material es apto habrá quedado definida la cantera a explotar para el tipo de relleno correspondiente.

Mediante las calicatas y el levantamiento topográfico correspondiente se comprueba la potencia de la cantera.

Se debe determinar el porcentaje del rendimiento que tiene el material existente como material de relleno.

En el área de explotación de la cantera para el aseguramiento y control de calidad del material de relleno se realizan las siguientes acciones: se verifica

que se haga el desbroce y la limpieza de la capa superficial, separando y eliminando todo material orgánico o el material no apto para ser utilizado en el relleno.

En el área de explotación de cantera se verifica periódicamente en el corte el tipo de material existente y su grado de homogeneidad. Se ordena la separación y/o eliminación de todo material del corte que visiblemente se considere inadecuado para el relleno y se controla el grado de humedad existente en el material extraído.

En la preparación del Material se verifica que el material que se procese (apilado, zarandeo, humedecido y batido) tenga la humedad óptima y cumpla con los requerimientos especificados para el tipo de relleno requerido.

Para iniciar los trabajos el topógrafo procede a colocar las estacas para delimitar el perímetro respectivo del área de la cantera a explotar. Antes del inicio de los trabajos se debe hacer el pre uso de todos los equipos a usar, así como también de las zarandas a emplear.

Se procede a la limpieza del terreno retirando el topsoil (Desbroce y limpieza), y se retira con el uso de un tractor todo material orgánico, que pueda contaminar el material de relleno, lo cual será verificado por el Encargado de Control de Calidad.

Enseguida se procede a cortar el terreno con el apoyo de un tractor de orugas y/o una excavadora sobre orugas -éste material será verificado periódicamente por Control de Calidad-. El material de corte será acopiado y homogenizado en un área apropiada; el grado de homogenización será verificado por Control de Calidad.



Fig. N 13 Corte de Terreno y Traslado para acopio y preparación

Luego, se hacen pozas superficiales, en forma de “arroceras” (se acumula el material en forma de cono, aproximadamente de 20 m de diámetro y 3 m. de alto y se excava en la parte central superior) para almacenamiento del agua, que por filtración ingresa dentro del material para la obtención de la óptima humedad. Esta actividad se realiza oportunamente. Para el caso del material arcilloso (Z1) las pozas se hacen en 3 etapas, cada una de aproximadamente 1m de alto.



Fig. N 14 Construcción de Pozas superficiales y zarandeo de material

Enseguida se zarandea el material con el uso de un Cargador Frontal y/o Excavadora sobre Orugas, utilizando para el relleno el material pasante por una

zaranda de abertura según indicada en la especificación técnica, que se encuentre dentro del rango granulométrico y que haya alcanzado el porcentaje de humedad óptima, según las especificaciones técnicas. Para el material de relleno común por su gran volumen se utiliza el zarandeo por volteo con volquetes, ya que se tiene un costo similar al de zarandeo con equipo y zaranda estática, pero se necesitarían mucho más cantidad de zarandas y cargadores para tener la misma producción diaria.

Y por último se acopia en pilas y/o montones para su posterior traslado y utilización como relleno de la represa.

2.4.2 Colocación de Dental Concrete (Concreto de Contacto):

Para iniciar los trabajos el topógrafo coloca el trazo de la zona en que se desarrollará la actividad del colocado de Dental Concrete, lo cual debe mostrar en planos. Una vez terminada la excavación se procede a la limpieza del terreno para verificar todas las fisuras expuestas, las que son limpiadas removiendo todo el material fino, suelto y alterado existente en ella, empleándose agua-aire a presión y posteriormente herramientas manuales (puntas, cinceles, ganchos y barretas, según sea el caso) que permitan remover el material dentro de la fisura.



Fig. N 15 Limpieza Manual y con aire comprimido

En el caso de que existan fisuras con apertura de hasta unos 10 cm ó más se debe realizar la limpieza hasta una profundidad mínima de 0.5 metros.

Efectuada la limpieza y previo a la colocación del Grout Cap (Acabado con concreto) se debe de rellenar la fractura con concreto de contacto (dental concrete) que consiste en una mezcla de concreto fino (mortero), asegurándose

de que no queden vacíos durante el vaciado. La preparación de la mezcla se puede realizar en mezcladoras convencionales ó en una planta de concreto y llevada a obra con camiones mixers, con una carga de 2 a 3 m³ de mortero. La colocación del concreto en las fracturas es manual.

La mezcla a emplear deberá tener la relación (agua: cemento: arena) W: C: Ar, referido al peso del cemento 1: 1: 3, para lo cual se deben usar baldes de 1 pie 3 para la dosificación de los agregados y un balde graduado para la dosificación del agua a usarse.

El concreto sobrante se procederá a eliminarlo en los botaderos autorizados.



Fig. N 16 Dental Concrete



Fig. N 17 Colocación manual de Dental Concrete

2.4.3 Colocación de Acabado con concreto (Grout Cap):

Para iniciar los trabajos el topógrafo procede a colocar el trazo a lo largo de las cortinas de inyecciones de las Presas de PLS y de Retención de Avenidas, en toda la zona del colocado del Acabado del Concreto (Grout Cap), de acuerdo a la sección mostrada en los planos.

Una vez terminada la colocación del Concreto de Contacto (Dental Concrete) se procede a la limpieza del terreno, eliminando todo material suelto y partículas de rocas alteradas y/o cualquier otro material sujeto a erosión.

El siguiente paso, es la colocación del acero de refuerzo. Se dejan niples de fierro en el concreto con la finalidad de ejecutar las perforaciones de las inyecciones, debidamente fijadas a la roca y la armadura de refuerzo.

Luego, se inicia el encofrado de los Frisos (laterales) y de las juntas de construcción.

Una vez aprobada, la colocación del acero y el encofrado, según los alineamientos y detalles especificados, se procede a la colocación del Acabado del Concreto (Grout Cap) que consiste en el vaciado de un concreto de resistencia de 20 Mpa y de 0.30-0.35 metros de espesor:

- 1.- El transporte del concreto se realizó con camiones mixers de 7 m³ de capacidad.
- 2.- La colocación del concreto, en los lugares en que el camión mixer no tenga acceso, se realiza con la utilización de una bomba de concreto móvil de 25 m. de alcance de brazo extensible.
- 3.- Al final de la manguera de la bomba de concreto se ubican 2 peones que dirigirán la manguera a la zona de vaciado, en forma uniforme, para luego con el uso de herramientas manuales nivelar el concreto.
- 4.- Una vez nivelado se procede a la compactación del concreto con el uso de vibradores mecánicos.
- 5.- El acabado de la superficie debe ser en forma rugosa, a fin de evitar que se forme un plano liso donde el agua pueda tener facilidad de filtración.

6.- Finalmente se procede al curado químico (de base acrílica) de la superficie del concreto, el cual se aplica con la ayuda de una mochila pulverizadora, aplicando el curador directamente sobre el concreto cuando comienza con el proceso de exudación, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

7.- Como secuencia de vaciado del Grout Cap, primero se realiza en la parte inferior, en tramos de 9 ml de longitud, en forma alternada, y luego los estribos, en forma paralela hasta alcanzar la parte superior de las represas.

8.- El desencofrado se realiza a las 24 horas de realizado el vaciado, procediendo al curado de inmediato de la superficie desencofrada.

9.- Todo concreto sobrante de los mixer debe ser eliminado en los botaderos autorizados.



Fig. N 18 Vaciado de un paño de Grout Cap

2.4.4 Perforaciones e Inyecciones de Cemento

El proceso constructivo de estas Pantallas de Impermeabilización fue de la siguiente manera:

Para las perforaciones ubicadas en el cauce de la quebrada, se desplazaron los equipos de perforación (Rock Drill y Diamec) sobre la Capa de Grout ya vaciada y ubicándose sobre los nipples dejados durante la etapa de vaciado de la Capa de Grout se inicia el proceso de perforación.

Para las perforaciones ubicadas en los estribos de la represa, fue necesario implementar un sistema de andamiaje, con la finalidad de darle la superficie de apoyo necesario para los equipos de perforación.

Para el sistema de Inyección de las Cortina de Grouting, se utilizó planta de bombeo e Inyección de cemento fluido instalado en la zona aledaña al núcleo de la represa. Se han realizado las respectivas pruebas y ensayos de permeabilidad para garantizar la calidad incluyendo las perforaciones de comprobación.

Se mejoró lo indicado en el expediente técnico, llegando a utilizar un equipo de medición a tiempo real, en el cual queda registrado en la memoria de la computadora toda la secuencia de inyección, inclusive se puede ver el grafico en pantalla de la curva de presión vs caudal.

Se utilizó un Registrador automático de presión y caudal Modelo VOPI de Fabricación Jean Lutz, que es un instrumento que va conectado directamente a la bomba de inyección y a una computadora que permite registrar mediante gráficos “en tiempo real” la presión aplicada y el caudal de consumo de la lechada de cemento. En la bomba y en cada conexión de inyección se debe instalar un medidor de presión. Cuando se utiliza este registrador automático, este tiene un sensor de presión cuyo valor es indicado en la computadora en tiempo real.

Con este equipo se garantiza un mejor control de las inyecciones y poder determinar realmente el consumo de cemento en las inyecciones. La secuencia de perforaciones para las inyecciones requiere de muchos traslados del equipo de perforación de un nivel a otro en todo el sistema de andamios trepadores (Marca Alcisa), a lo largo de todo el estribo de la Represa. Para tener menores tiempos de traslado de un nivel a otro en el andamio se aplicó el sistema de izaje moderno, reduciendo tiempos de traslados. El sistema empleado fue totalmente eléctrico con los mandos manuales reduciendo el tiempo de traslado del equipo de perforación, de un nivel a otro, en 2 horas, en el andamio colocado en los estribos de la represa. Además de la seguridad en el movimiento del equipo.

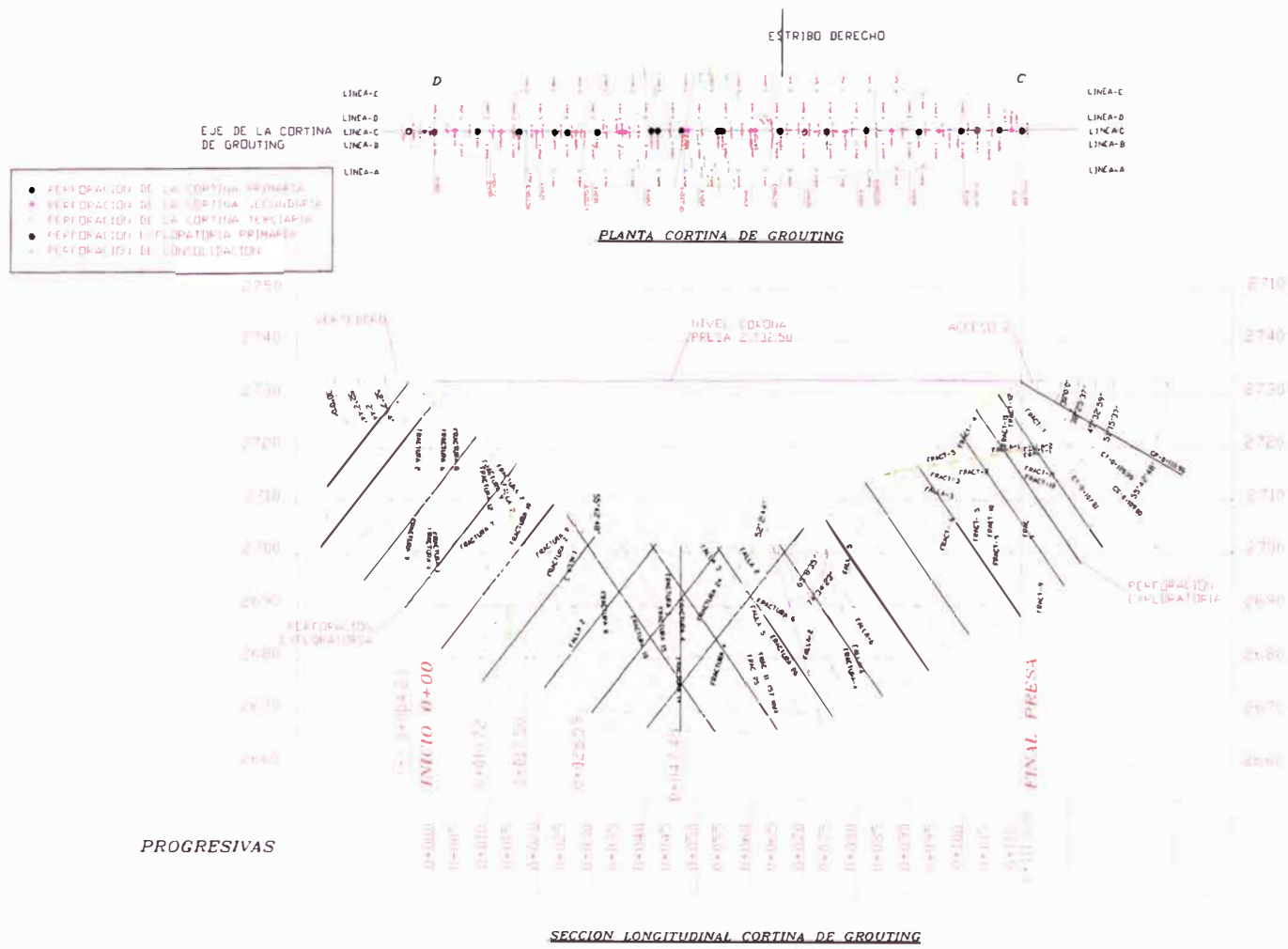


Fig. N 19 Planta y Perfil Inyecciones de Cemento



Fig. N 20 : Armado de Andamios para los equipos de perforación



Fig. N 21: Perforaciones con equipos Driamec en zona totalmente irregular

2.4.5 Colocación y compactación de material de relleno:

Para ejecutar los trabajos se debe disponer de toda maquinaria, equipos y herramientas, materiales y personal, requeridos para la correcta, completa y oportuna ejecución de ellos.

Una vez aprobado el terreno de fundación, se procede a la limpieza de éste. A continuación topografía procede a la colocación de plantillas para luego verificar los niveles de los rellenos. Seguidamente se acarrea el material desde la pila de

acopio, y se coloca sobre la superficie del terreno a rellenar, con la ayuda de una motoniveladora se procede a esparcir el material -guiándose de las plantillas- en capas que no excedan los 300 mm de espesor sin compactar, respetando los taludes del núcleo de arcilla de cada represa.

Después del esparcido, cuando sea necesario, el material se humedece mediante aspersión y escarificación con discos hasta que se obtenga una distribución uniforme de la humedad. El material que esté demasiado húmedo se esparce sobre el área de relleno y se deja secar, hasta que se reduzca la humedad a una cantidad dentro de los límites especificados.

Para la conformación del Relleno, se procedió de la siguiente manera:

1° Se conforma y compacta el material de Relleno Z-3 ubicado aguas arriba del Relleno Z1, en capas de 30 cm., con un talud de 1:1.

2° Se conforma y compacta el material de Relleno Z3 ubicado aguas abajo del Relleno Z1, con un talud de 1:1.

3° Se conforma y compacta el Relleno Z1, el cual tendrá un sobre ancho de 20 cm. aguas abajo (hacia el lado del material de Relleno Z2), y aguas arriba se tendrá un talud de 1:1, ambos sobre anchos garantizarán que el Relleno de material de filtro Z1, cumpla a cabalidad con el ancho especificado en los planos del proyecto.

4° Se conforma y compacta el Relleno Z2



Fig. N 22 Conformación de Relleno en las presas

El Relleno Z3 ubicado aguas abajo del filtro de arcilla, y el Relleno Z1 podrían ser conformados y compactados casi simultáneamente, de modo que se podría avanzar con la siguiente capa sobre el Relleno Z3 (aguas arriba) mientras se

realiza la capa anterior de Z2, y así alternarse para rellenar y compactar sin mayor pérdida de tiempo.

Solamente se procede con la siguiente capa cuando la anterior esté nivelada, conformada y tenga el grado de compactación adecuado (no debe existir nidos y/o nichos de material grueso). Se deberán considerar traslapes de cada capa de acuerdo a especificaciones y/o cada 0.30 x 0.30 m.

Para permitir la unión adecuada con la capa posterior, el material se aflojará escarificando superficialmente, se humedecerá antes de colocar una capa adicional.

La liberación del terreno se hizo en alturas de 1.20 m. sobre el terreno de fundación.

Este proceso se repite las veces que sea necesario hasta alcanzar la cota requerida.



Fig. N 23 Relleno con equipo menor en el fondo de las represas



Fig. N 24 Relleno masivo con equipo pesado

2.4.6 Drenajes y subdrenes

Para iniciar los trabajos el topógrafo coloca el trazo de la zona en que se desarrollará la actividad de instalación de drenaje.

Seguidamente se procede a la excavación de material suelto y en roca hasta llegar a los niveles requeridos.

Se coloca el geotextil, seguidamente se instala la tubería Perforada CPT de drenaje con su correspondiente pendiente, y se rellena con el agregado para drenaje según indicación de los planos, luego se coloca el geotextil con el traslape indicado según la sección (0.50 m. o 1 m.)

Sobre el geotextil se continúa el relleno de material Z3 normalmente hasta llegar a su cota requerida.

Para la construcción de la poza de sumidero de subdrenes se excava hasta llegar a la cota requerida y se procede a vaciar un solado de concreto pobre para colocar la tubería de HDPE (1.2 m de diámetro en este caso), la cual se la coloca sellada en la parte inferior, alrededor de ésta se debe vaciar concreto pobre para asegurarla, en la zona de empalme de la poza con la tubería se debe dejar previamente un niple soldado, el cual con un adaptador CPT debe unir la poza con la tubería perforada.

En el interior de la poza de sumidero se instalan bombas sumergibles de encendido automático las cuales van instaladas a una tubería de succión, esto es en caso se produzca alguna posible filtración, bombearlo hacia el interior de la represa.



Fig. N 25 Drenaje de la Represa de PLS



Fig. N 26: Relleno sobre tubería de drenaje

2.4.7 Vertederos

Se construyeron los vertederos de las represas de sedimentación, PLS, Retención de Avenidas y del Dique NE Mina; los vertederos de las represas de sedimentación y PLS tienen acabado con Stud Liner, en los vertederos de las represas de Retención de Avenidas y del Dique Ne Mina se vaciaron concretos de regularización formando secciones regulares.

El procedimiento para la construcción de los vertederos es como sigue:

Se excava en roca y material suelto hasta llegar a los niveles requeridos, en caso de sobre excavación se debe rellenar con concreto de regularización.

Se procede al perfilado de la sección requerida, luego se realiza la limpieza de roca en forma manual y con aire comprimido.

En el caso de los vertederos con protección de Stud Liner –Vertedero de la Represa de Sedimentación y PLS- antes del vaciado de concreto se debe tener cortados los paños de Stud Liner a Instalar, para la colocación del Stud Liner y debido a los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche hasta que

fragüe y endurezca el concreto y para que no se despegue el Stud Liner, se encofra la parte superior de éste y se lo clava al encofrado, una vez vaciado el concreto y después de 24 horas se retiran los paneles de encofrado para luego reparar cada punto del stud liner donde se introdujo el clavo, además en caso de que el Stud Liner no se haya quedado adherido como corresponde al concreto se procede a cortar toda la zona del geosintético y a picar el concreto, aplicar aditivo para vaciar nuevo concreto sobre concreto endurecido y se coloca el nuevo Stud Liner que debe soldarse en todos los lados de éste de acuerdo a las especificaciones técnicas.

2.5 Secuencia de Construcción

La secuencia de construcción a grandes rasgos de las represas de PLS y Retención de Avenidas es el siguiente:

1. Excavación de material suelto y roca en la zona de cimentación de la represa hasta encontrar roca fija.
2. Limpieza manual y con aire del lecho rocoso, se prepara la superficie de roca, sellando fracturas con concreto de contacto (Dental Concrete) el cual es vaciado en forma manual.
3. Se realiza el acabado con concreto armado (Grout Cap) en una capa de 300 mm dejando nipples de fierro para las perforaciones e inyecciones de cemento.
4. Una vez terminada la capa de concreto armado (Grout Cap) se procede a realizar las cortinas de impermeabilización (perforaciones e inyecciones de cemento), se realizaron 5 cortinas (primarias, secundarias, terciarias, cuaternarias y quinarias)
5. Cuando se culminan las perforaciones e inyecciones de la zona inferior de la represa y se han desarmado los andamios para realizar estas actividades se inician los rellenos de los diversos tipos de material. Paralelamente al trabajo de perforaciones e inyecciones se construye el drenaje de la represa, se instala la tubería de drenaje, se coloca el geotextil y se rellena y compacta.

6. En este caso se tuvo que realizar las primeras capas de relleno con equipo menor, lo cual será analizado en el capítulo III (planchas compactadoras, vibro apisonadores, rodillos bermeros, etc.), las demás capas se realizaron con equipo pesado según el procedimiento de trabajo.
7. Paralelamente a los rellenos masivos se fueron construyendo los vertederos de las represas.
8. En el caso de la represa de PLS por tener las tuberías de descarga que atraviesan el cuerpo del dique, se llegó hasta la rasante de la tubería de descarga de HDPE en forma inclinada pero las capas siempre en horizontal, luego se inició el vaciado del concreto de protección de las tuberías de HDPE en una distancia de 15 m. aproximadamente, seguidamente se reiniciaron los rellenos horizontales engrampando a la rasante anterior, y así sucesivamente hasta llegar a terminar el concreto de protección de las tuberías de descarga.



Fig. N 27 Tendido de tubería de HDPE de 42" en Represa de PLS

9. Una vez iniciados los rellenos por encima de la tubería de descarga, se empezó a colocar el rip rap bedding (cama de enrocado) y el rip rap (enrocado), estas actividades se hicieron paralelamente con los rellenos por encima de la tubería de descarga para acortar tiempos.



Fig. N 28 : Relleno sobre la tubería de descarga y colocación de rip rap en Represa de PLS

10. En la cresta del dique de PLS se construyó un puente de acceso de concreto armado de 4.5 m de ancho e igual largo.



Fig. N 29 Represa de Sedimentación y PLS culminadas

CAPITULO III

ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

3.1 Programación

“La planificación general de obra, donde se plantea toda la obra a pesar de requerir de un gran esfuerzo y tiempo, se desfasa desde el primer día por lo que la obra se vuelve a planificar continuamente, o se toma la planificación inicial solo como una referencia. La confiabilidad que se puede tener de una planificación general muy detallada es muy baja. Lo mejor que se hubiera podido hacer es realizar una programación por hitos desde el inicio y realizar las programaciones detalladas de corto plazo” ⁽¹⁾.

En el proyecto en referencia, el cronograma de Obra debió ser más cercano a la programación de la obra, no se tomaron en consideración algunos puntos importantes, como por ejemplo, la fecha de inicio de obra se dio inmediatamente después de hacerse la entrega del terreno, no teniendo en cuenta que la firma del contrato se realizó 45 días después de la fecha de inicio del proyecto – 15 días después de lo previsto- y que para la compra de explosivos para realizar voladura, es necesario tener el contrato firmado el cual es un requisito indispensable para el trámite de licencia de explosivos con la Dicscamec, así como tampoco no se tomaron en cuenta algunos procedimientos constructivos, como por ejemplo la instalación de Stud Liner, el cual es una actividad paralela al vaciado de concreto, ya que se coloca en concreto fresco, además de no contar con un plan acelerado de avance ni tener contingencias para algunas actividades importantes como las perforaciones e inyecciones de cemento, que es una actividad crítica y especializada, desarrollada por pocas empresas del medio. Se tuvieron errores incidentes de ambas partes, supervisión y ejecutor.

El desfase que hubo en el inicio de las perforaciones e inyecciones de la represa de Retención con respecto de PLS, debido principalmente al mayor volumen de la voladura de roca a ejecutar en el estribo derecho de la Represa de PLS (acceso 2, 6 y 4).

(1) Virgilio Ghio Castillo, Productividad en obras de construcción: Diagnóstico, Crítica y Respuesta, CVG Ingenieros Lima

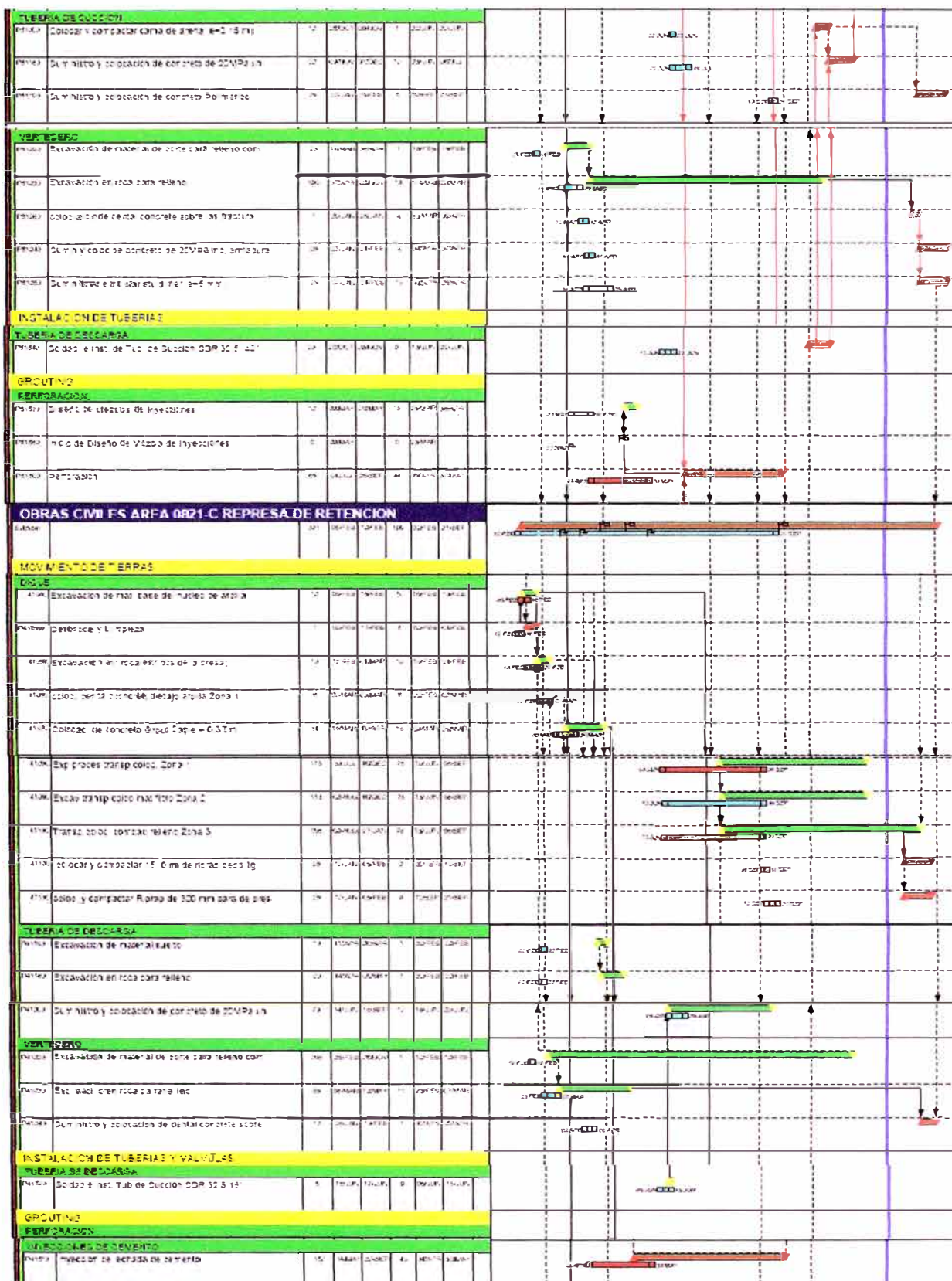


Fig. 30 Diagrama Gantt del Proyecto

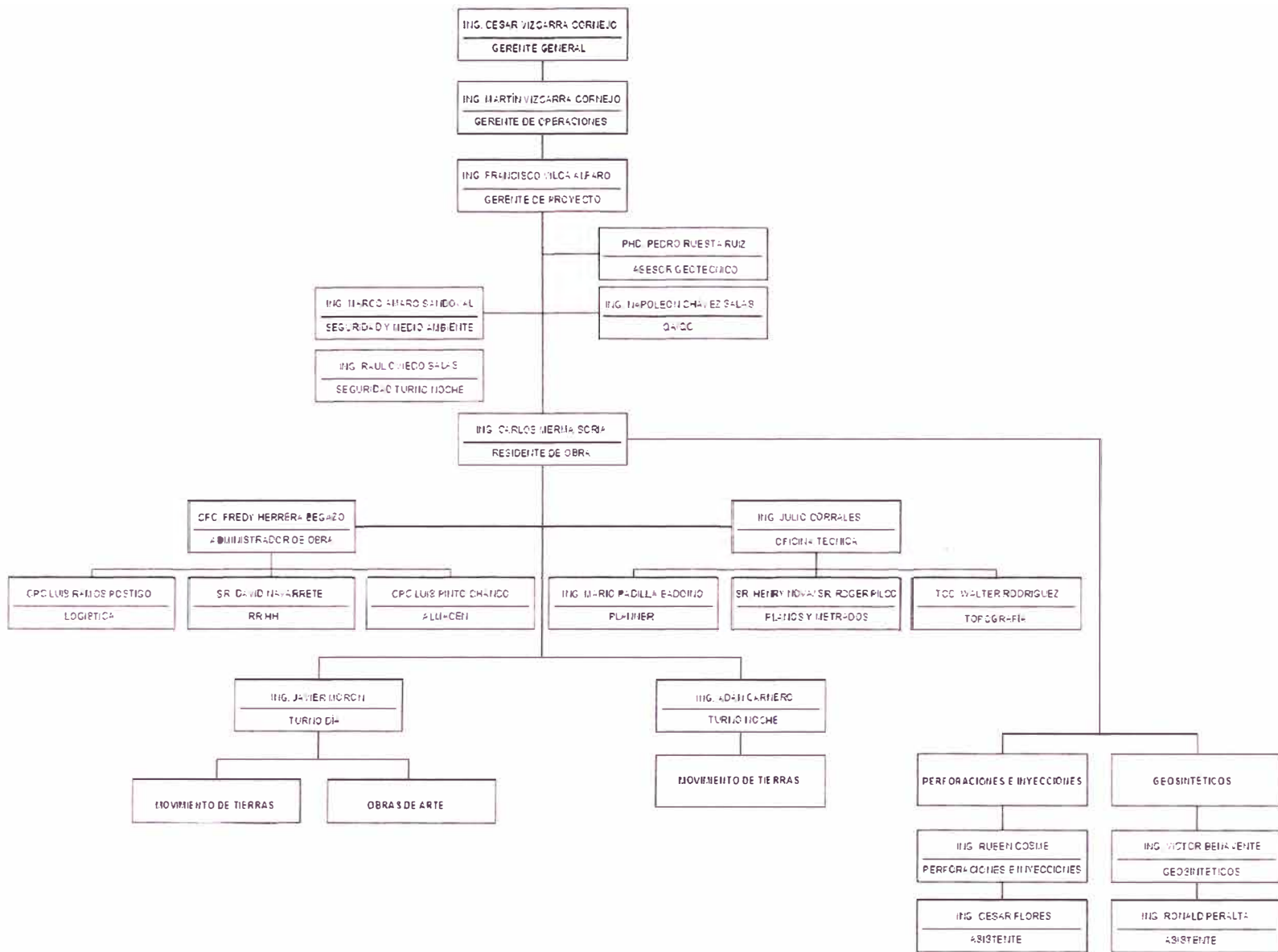


Fig. 31 WBO del Proyecto

3.2 Control de Costos

El control por resultado operativo es elaborado por el departamento de costos en obra, se retroalimenta diariamente y se presenta informes semanales, por lo que con este método se busca eliminar el gran problema que todavía afecta a muchos ingenieros, los cuales no saben si están cumpliendo los objetivos del proyecto y se dedican exclusivamente a tratar de terminar el proyecto en el plazo dado. Con este método semanalmente se puede informar a las gerencias para tratar las correcciones. Para tener un resultado operativo confiable, se necesitan datos reales, como horas hombre, horas máquinas realmente trabajadas, las cuales deben coincidir exactamente con las cantidades a ser pagadas a los mismos. A pesar de ser hasta cierto punto un trabajo engorroso, porque se tienen que revisar los tareas de todo el personal, y los partes diarios de cada uno de los equipos; en obras como la que se trata en el presente informe, se llegaron a tener más de 300 obreros y más de 50 equipos, con lo cual se debe revisar más de 50 partes diarios de equipos y ubicar las horas máquinas en cada fase del proyecto, igualmente con el tareo diario del personal, el gasto generado para obtener todos los datos en forma diaria, es insignificante comparado con los resultados obtenidos, con lo cual se eliminan horas de trabajo no contributivo, que perjudican los costos del proyecto, además que al tener en forma diaria todos los insumos reales de cada partida se obtienen fácilmente los costos unitarios reales de cada partida, los cuales son una base de datos muy confiables para proyectos similares.

Para poder llegar a tener estos resultados, es necesario trabajar los partes diarios de los equipos con ciertos formatos, al igual que los tareas del personal. A continuación se muestra un ejemplo de formato de tareo de personal, el cual es similar al de los equipos, estos formatos son los que deben ser presentados a Oficina Técnica para ser procesados, con lo cual se tienen identificados cada insumo en su partida respectiva.

TAREO DE PERSONAL

OBRA: NUEVAS REPRESAS DE LIXIVIACION Y ESTRUCTURAS DE CONTROL DE AVENIDAS

Capataz

V*B* Residente de Obra

V*B* Oficina Técnica

V*B* Administracion

SEMANA	
2204	

JULIO						
10	11	12	13	14	15	16
L	M	M	J	V	S	D
	X					

DIA	NOCHE
X	

ITEM	DESCRIPCION	CATEGORIA	PARTIDA	010102	010103	010109								TOTAL	OBSERVACIONES
MANO DE OBRA															
AREA 0821 A - REPRESA DE SEOIMENTACION															
1	ISRAEL ROQUE	CAPATAZ		4	6									10	
2	CRISPIN ILASACA	CAPATAZ				10								10	
3	LUQUE APAZA, EDILB ERO	OPERARIO		4	6									10	
4	LUQUE MEZA, BORIS	OPERARIO				10								10	
5	CUADRA RAMIREZ, CARLOS	OFICIAL		4	6									10	
6	SOTO PINO, JOSE	OFICIAL				10								10	
7	CONDORI CATACDRA, ELVIS	OFICIAL		4	6									10	
8	HUANCA NEYRA MILTON	PEON				10								10	
9	MANTILLA BRAVO RENATO	PEON				10								10	
10	AGUILAR HUANCA GUIDO	PEON				10								10	
11	LUQUE APAZA R ENE	PEON		4	6									10	
12	ORTUBE SALAS, HENRY	PEON		4	6									10	
			Capataz	4	6	10									
			Operario	4	6	10									
			Oficial	8	12	10									
			Peon	8	12	30									

Cuadro 01 Formato de Tareo de Personal

De este formato de tareo y uno similar para el control de equipos se pueden obtener datos para:

1. Realizar un análisis de precios unitarios real de cada partida denominado Informe de Costo Diario, donde se van acumulando y promediando los valores para obtener un costo promedio real de cada partida, el cual es una base de datos muy útil para realizar futuros presupuestos, además que este precio obtenido en campo se compara con los precios del presupuesto para ver el margen por partida. Si aplicamos el principio de Pareto, es decir, si controlamos el 20% de las partidas más incidentes, controlaremos el 80% de nuestro proyecto, por lo tanto, es una herramienta de gran ayuda.
2. Realizar un informe semanal de producción, en donde podemos observar el rendimiento semanal del personal y equipos, y compararlo con el promedio semanal anterior y/o mensual anterior, además de proyectarnos en el consumo real de horas hombre y horas máquinas en el proyecto y en caso sea necesario tomar las medidas correctivas.

COSTOS REALES CONCRETO GROUT CAP

PRECIO PRESUP. OFERTADO: USD \$

PARTIDA	Und.	PRECIO UNITARIO	JUNIO																
			23-Jun Jue		24-Jun Vie		25-Jun Sáb		26-Jun Dom		27-Jun Lun		28-Jun Mar		29-Jun Mié		30-Jun Jue		
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
MANO DE OBRA:																			
CAPATAZ	hh	3.46																	
OPERARIO	hh	3.18		5.50	99.00	9.50	96.00										5.00	9.50	
OFICIAL	hh	2.85		19.00	22.00	19.00	36.00										5.00	19.00	
PEÓN	hh	2.58		63.50	143.00	38.00	156.00										30.00	57.00	
Personal	hh		0.00	98.00	264.00	66.50	288.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	40.00	95.50	
Personal Acumulado	hh		0.00	98.00	352.00	418.50	706.50	706.50	706.50	706.50	706.50	706.50	706.50	706.50	706.50	706.50	746.50	832.00	
Monto Dia	USD \$		0.00	235.47	746.46	182.40	810.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.55	231.42	
Monto Acumulado	USD \$		0.00	235.47	981.93	1,164.33	1,974.69	1,974.69	1,974.69	1,974.69	1,974.69	1,974.69	1,974.69	1,974.69	1,974.69	1,974.69	2,082.24	2,316.06	
EQUIPO:																			
Compresora Ingersoll Rand TEO	gm	100.00		8.00		7.50	1.50									2.00	7.00		
Compresora N-S 12F	hm	15.38								1.00	2.00	8.00							
Luminarias	gm	33.33		2.00		2.00				3.10									
Bomba de concreto	l13	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	133.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Escaladora 325 B	hm	55.00								0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Monto Dia	USD \$		0.00	866.66	0.00	816.66	1,347.00	0.00	0.00	147.68	200.00	800.00	0.00	0.00	0.00	200.00	700.00	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		0.00	866.66	866.66	1,683.32	3,030.32	3,030.32	3,030.32	3,178.00	3,378.00	4,178.00	4,178.00	4,178.00	4,178.00	4,378.00	5,078.00	5,078.00	
MATERIALES:																			
Concreto Pre Mezclado	m3	63.90	0.00	0.00	0.00	0.00	133.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Piedra	m3	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
arena	m3	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Centello	m3	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Acero Estructural	Kg	0.46					1,817.03												
Monto Dia	USD \$		0.00	0.00	0.00	0.00	12,281.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		0.00	0.00	0.00	0.00	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	12,281.23	
PRODUCCION																			
CONCRETO GROUT CAP	m3						133.00												
TOTAL COSTO DIARIO	USD \$		0.00	1,102.13	746.46	999.06	14,438.89	0.00	0.00	147.68	200.00	800.00	0.00	0.00	0.00	200.00	807.55	231.42	
TOTAL COSTO ACUMULADO	USD \$		0.00	1,102.13	1,848.59	2,847.65	17,286.24	17,286.24	17,286.24	17,433.91	17,633.91	18,433.91	18,433.91	18,433.91	18,433.91	18,633.91	19,441.46	19,672.88	
PRODUCCION DEL DIA	M3		0.00	0.00	0.00	0.00	133.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PRODUCCION ACUMULADA	M3		0.00	0.00	0.00	0.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	133.00	
COSTO DIARIO X I.13	USD \$		0.00	0.00	0.00	0.00	108.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
COSTO DIARIO ACUMULADO X I.13	USD \$		0.00	0.00	0.00	0.00	129.97	129.97	129.97	131.08	132.59	138.60	138.60	138.60	138.60	140.10	146.18	147.92	
MARGEN DE PARTIDA PARCIAL	%		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	24.61%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	
MARGEN DE PARTIDA ACUMULADA	%		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	9.62%	9.62%	9.62%	9.62%	8.85%	7.80%	3.62%	3.62%	3.62%	3.62%	2.58%	(1.65%)	(2.86%)
RENDIMIENTO PERSONAL	hh/m3						2.17												
RENDIMIENTO PERSONAL	hh/m3						5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.31	5.61	6.26	

Cuadro 02 Informe de Costo Diario

OBRA : NUEVAS REPRESAS DE LIXIVIACION Y ESTRUCTURAS DE CONTROL DE AVENIDAS
CLIENTE : SOUTHERN PERU

FASE	DESCRIPCION	PREVISTO TOTAL OBRA			ACUMULADO	SEM 36 28/08 - 03/09	SEM 37 03/09 - 09/09	SEM 38 10/09 - 16/09	SEM 39 17/09 - 23/09	SEM 40 24/09 - 30/09	OCTUBRE 2.005	NOVIEMBRE 2.005	DICIEMBRE 2.005	ENERO 2.006	FEBRERO 2.006	SALDO DE OBRA
		UND	ORIGINAL	ANTERIOR												
FASE 40 OBTENCION Y RELEVO																
40.01 Relleno Conos (Zona 3)																
	Producción del Periodo	M3				391	2,218	3,417	7,025	8,221	12,015	32,270				
	Producción Acumulada	M3	125,497	125,497	125,497	391	2,549	5,966	12,991	21,212	93,227	125,497	125,497	125,497	125,497	
3.00 Motores y Bombas																
MOT AMOT	H-M del Periodo	MH				3	16	43	77	30	600	263				
	H-M Acumuladas	MH	1,047	1,077	1,101	3	19	62	139	232	832	1,101	1,101	1,101	1,101	
	Rendimiento del Periodo	M3/MH				110	139	79	91	88	120	120	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/MH	120	117	114	0	110	134	96	93	112	114	114	114	114	114
2.00 Rodillo Liso Vibratorio Autopropulsado 10 T.M.																
RLA ARLA	H-M del Periodo	MH				4,00	23,00	48,00	82,00	105,00	300,00	403,00				
	H-M Acumuladas	MH	1,567,00	1,563,00	1,565,00	4,00	27,00	75,00	157,00	262,00	1,162,00	1,565,00	1,565,00	1,565,00	1,565,00	
	Rendimiento del Periodo	M3/MH				83	36	11	86	78	80	80	0	0	0	
	Rendimiento Acumulado	M3/MH	80	80	80	0	83	94	80	81	80	80	80	80	80	80
1.00 Camión Cisterna																
CC ACC	Viaje del Periodo	Viaje				7,00	1	1	4	9	72	32				
	Viaje Acumuladas	Viaje	2,508	125	126	7,00	8	9	13	22	34	126	126	126	126	
	Rendimiento del Periodo	M3/Viaje				47	2,218	3,417	1,756	879	1,000	1,008	0	0	0	
	Rendimiento Acumulado	M3/Viaje	50	1,003,98	933	0	47	319	653	933	933	933	933	933	933	933
40.05 Material Filtro/Drenaje (Zona 2)																
	Producción del Periodo	M3				77	322	402	487	427	3,150	3,911				
	Producción Acumulada	M3	8,321	8,321	8,321	145	222	544	946	1,433	1,860	5,010	8,321	8,321	8,321	
1.00 Camión Cisterna																
CC ACC	Viaje del Periodo	MH				11	1	0	1	2	21	26				
	H-M Acumuladas	MH	59	51	53	1	2	3	4	6	27	53	53	53	53	
	Rendimiento del Periodo	M3/MH				77	322	0	487	214	150	150	0	0	0	
	Rendimiento Acumulado	M3/MH	151	175	168	145	111	181	315	354	310	186	168	168	168	168
2.00 Rodillo Liso Vibratorio Autopropulsado 10 T.M.																
RLA ARLA	H-M del Periodo	MH				1	9	6	3	5	63	78				
	H-M Acumuladas	MH	173	173	170	3	4	13	21	29	92	170	170	170	170	
	Rendimiento del Periodo	M3/MH				0	77	36	50	162	95	50	0	0	0	
	Rendimiento Acumulado	M3/MH	50	52	53	48	56	42	45	60	65	53	53	53	53	53
8.00 Cargador Frontal																
CF ACF	H-M del Periodo	MH				2	3	0	0	0	78	112				
	H-M Acumuladas	MH	255	224	193	4	6	9	9	9	87	199	199	199	199	
	Rendimiento del Periodo	M3/MH				33	107	0	0	0	40	35	0	0	0	
	Rendimiento Acumulado	M3/MH	35	40	45	0	37	60	105	153	207	58	45	45	45	45
3.00 Motores y Bombas																
MOT AMOT	H-M del Periodo	MH					1	6	5	3	52	65				
	H-M Acumuladas	MH	147	136	132	0	0	1	7	12	67	132	132	132	132	
	Rendimiento del Periodo	M3/MH				0	0	322	67	37	155	61	60	0	0	
	Rendimiento Acumulado	M3/MH	61	66	68	0	0	544	135	119	126	75	68	68	68	68
11.00 Rodillo Liso Vibratorio 1 - 2 T.M.																
RLV ARLV	H-M del Periodo	MH				3	0	0	0	0	0	0				
	H-M Acumuladas	MH	353	3	3	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Rendimiento del Periodo	M3/MH				26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Rendimiento Acumulado	M3/MH	25	991	991	0	25	60	105	159	207	557	991	991	991	991

INFORME SEMANAL DE PRODUCCION
HORAS MAQUINA SEM 40 REPRESA RETENCION DE AVENIDAS

OBRA : NUEVAS REPRESAS DE LIXIVIACION Y ESTRUCTURAS DE CONTROL DE AVENIDAS
CLIENTE : SOUTHERN PERU

FASE	DESCRIPCION	UND	PREVISTO TOTAL OBRA			ACUMULADO	SEM 36	SEM 37	SEM 38	SEM 39	SEM 40	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	SALDO DE OBRA
			ORIGINAL	ANTERIOR	ACTUAL		28/08 - 03/09	03/09 - 09/09	10/09 - 16/09	17/09 - 23/09	24/09 - 30/09	2.005	2.005	2.005	2.006	2.006	
4.00	Excavadora																
ESO	H-M del Periodo	HM					1	1	0	5	0	13	20				
AEBO	H-M Acumulada	HM	47	45	41	1	2	3	8	8	21	41	41	41	41	41	41
	Rendimiento del Periodo	M3/HM				0	77	322	0	37	0	242	196	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/HM	130	198	218	145	111	181	315	173	233	238	218	218	218	218	218
40.06.01	Arcilla [Zona 1] Con Equipo Menor																
	Producción del Periodo	M					347	0									
	Producción Acumulada	M	1533	816	816	463	816	816	816	816	816	816	816	816	816	816	816
8.00	Cargador Frontal																
CF	H-M del Periodo	HM					11	13									
BOF	H-M Acumulada	HM	38	33	33	9	20	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
	Rendimiento del Periodo	M3/HM				0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/HM	40	25	25	52	41	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
24.00	Miscargador																
MC	H-M del Periodo	HM					6	9									
AMO	H-M Acumulada	HM	111	72	72	55	63	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
	Rendimiento del Periodo	M3/HM				0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/HM	14	11	11	9	13	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
7.00	Retrosoplomada sobre Rector																
RESC	H-M del Periodo	HM					4	4									
ARESC	H-M Acumulada	HM	15	11	11	3	7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Rendimiento del Periodo	M3/HM				0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/HM	102	74	74	156	117	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
11.00	Medalla Lisa Vibratorio 1 - 2 TM																
RLV	H-M del Periodo	HM					15	0									
ARLV	H-M Acumulada	HM	66	35	35	20	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	Rendimiento del Periodo	M3/HM				0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/HM	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
2.00	Medalla Lisa Vibratorio Autopropulsado 10 TM																
RLA	H-M del Periodo	HM					4	10									
ARLA	H-M Acumulada	HM	22	22	22	8	12	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
	Rendimiento del Periodo	M3/HM				0	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/HM	70	37	37	58	68	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
20.00	Vibradores																
CVIB	H-M del Periodo	HM					3	1									
ACVIB	H-M Acumulada	HM	31	18	18	16	17	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
	Rendimiento del Periodo	M3/HM				0	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/HM	43	45	45	34	48	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
40.06.02	Arcilla [Zona 1] Relleno Masivo																
	Producción del Periodo	M						717	3.417	2.207	1.930	7.884	8.770				
	Producción Acumulada	M	24.263	24.385	24.385	0	717	4.134	6.341	8.331	16.215	24.385	24.385	24.385	24.385	24.385	24.385
1.00	Camión Cisterna																
CC	Viaje del Periodo	Viaje						1	1	3		19	22				
ACC	Viaje Acumulado	Viaje	60	51	49	0	1	2	5	3	8	27	43	43	43	43	43
	Rendimiento del Periodo	M3/Viaje				0	717	3.417	736	663	415	393	0	0	0	0	0
	Rendimiento Acumulado	M3/Viaje	404	430	510	0	717	2.067	1.268	1.641	501	510	510	510	510	510	510

Cuadro 03 Informe Semanal de Producción

3.3 Control de Tiempo

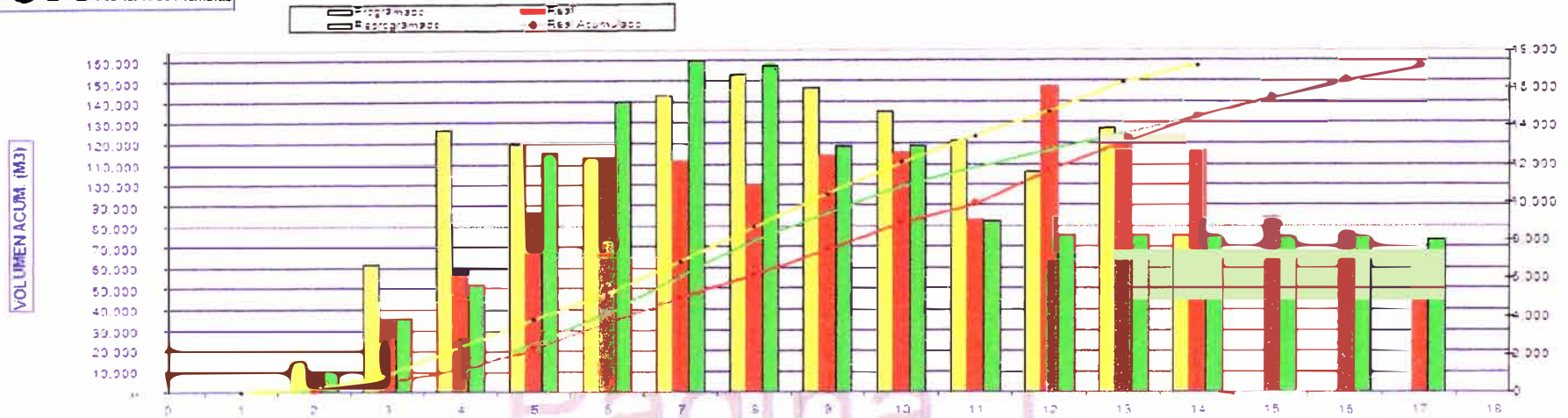
El control de avance se facilita cuando se elaboran Curvas S.

La curva S de avance físico conjuga la producción y los plazos, y a través de unos coeficientes llamados incidencias, mide el avance que representa ejecutar las actividades programadas, de este modo se programa y controla el porcentaje de avance físico por unidad de tiempo, puede ser diario, semanal, o mensual de acuerdo al tipo y duración de la obra.

Un concepto adicional a tener en cuenta es el Valor Ganado, con lo cual se define una curva S adicional denominada Curva del Valor Ganado, que viene a ser el costo directo en el que se incurre en la obra, el cual se obtiene multiplicando los metrados reales por los costos de venta, esta curva acumulada la comparamos con la curva programada que se obtiene de multiplicar los metrados programados por los costos de venta y determinamos si hay adelanto o atraso físico, además, si comparamos la curva del valor ganado con la curva real que es la que se obtiene al multiplicar los metrados reales con los costos reales de obra, tenemos como resultado las ganancias o pérdidas económicas de la obra.

A continuación se presenta como ejemplo la curva S de Rellenos en la Represa de Retención de Avenidas

RELLENOS EN REPRESA DE RETENCIÓN DE AVENIDAS



DESCRIPCION	Septiembre					Octubre					Noviembre				Diciembre		
	SEM 05-28	SEM 06-03	SEM 07-03	SEM 08-16	SEM 09-23	SEM 10-30	SEM 11-07	SEM 12-09-14	SEM 13-21	SEM 14-28	SEM 15-29	SEM 16-04	SEM 17-16	SEM 18-23	SEM 19-30	SEM 20-03	SEM 21-10-16
PROGRAMADO	0	1688	6.741	12.054	13.087	12.090	15.816	16.716	16.056	14.753	12.220	11.571	13.325	8.289			
PROGRAMADO ACUM		1688	8.409	22.263	28.350	42.710	62.126	80.044	96.097	110.850	124.070	135.641	149.966	157.035			157.035
REPROGRAMADO	0	121	381	5.707	12.835	16.298	17.506	17.206	13.000	13.000	9	6.200	8.200	8.200	6.200	6.200	8.111
REPROGRAMADO ACUM		121	5.072	10.779	23.415	38.719	56.219	73.424	86.424	99.424	108.424	114.724	122.924	131.124	137.324	143.524	157.835
REAL		121	2.951	6.604	9.458	12.384	12.195	10.341	12.470	12.445	9.050	16.058	13.498	12.721			6.793
REAL ACUMULADO		121	5.072	11.676	21.344	31.632	44.827	56.769	65.239	81.884	90.934	106.993	120.492	132.212			151.638

Cuadro 04 Curva S de Rellenos

Como se mencionó en el Capítulo I, la herramienta de planificación denominada “Last Planner” tiene como uno de sus componentes al look ahead planning.

El Look Ahead Planning es una planificación anticipada de recursos con 3 a 5 semanas de anticipación y que se actualiza y genera uno nuevo cada semana, nos permite prever con anticipación los requerimientos de insumos, generando también un marco de referencia para planificaciones diarias, las cuales son evaluadas a través del Porcentaje de Plan Completado (PPC), que viene a ser la cantidad de tareas programadas que han sido realmente ejecutadas en la semana respecto al total de tareas programadas, además de proporcionarnos un análisis de restricciones donde se indica el responsable y la fecha de levantamiento de las restricciones para las actividades.

De acuerdo a los cuadros mostrados, y al porcentaje de Plan Completado semanal y acumulado que en su mayoría son menores al 60% se puede afirmar que se tuvo un pobre desempeño. Con la gran mayoría de causas de incumplimiento referidos a falla de equipos, falta de los mismos o falta personal. Un buen desempeño en obra obtiene resultados alrededor del 80% de PPC, y equipos con experiencia obtienen valores de alrededor del 85%. No se tuvo nunca una curva de aprendizaje normal, donde el Porcentaje de Plan Completado semanal debió ir de a pocos en aumento, a las coordinaciones para mejorar estos porcentajes no se les dio la importancia debida

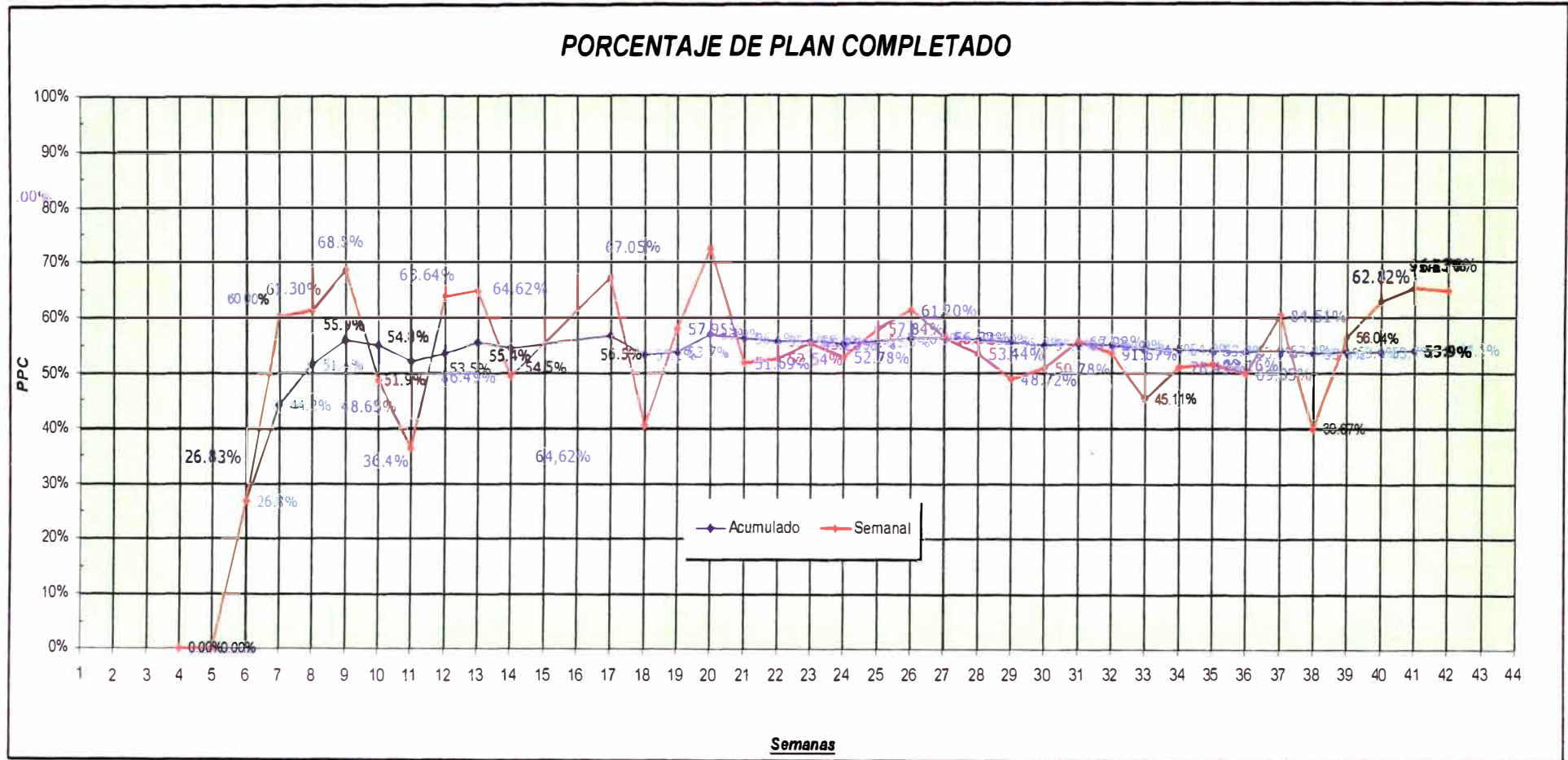


Fig. 32 Porcentaje de Plan Completado

Semana	FECHA		PORCENTAJE DE PLAN COMPLETADO		TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS	
	Inicio	Fin	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado
14	2-Abr-05	8-Abr-05	49.2%	54.5%	65	457	32	249
17	23-Abr-05	29-Abr-05	67.0%	56.5%	88	545	59	308
18	30-Abr-05	6-May-05	40.4%	53.2%	141	686	57	365
19	7-May-05	13-May-05	58.0%	53.7%	88	774	51	416
20	14-May-05	20-May-05	72.2%	56.9%	162	936	117	533
21	21-May-05	27-May-05	51.7%	56.1%	178	1114	92	625
22	28-May-05	3-Jun-05	52.5%	55.6%	177	1291	93	718
23	4-Jun-05	10-Jun-05	55.2%	55.6%	181	1472	100	818
24	11-Jun-05	17-Jun-05	52.8%	55.3%	180	1652	95	913
25	18-Jun-05	24-Jun-05	57.8%	55.5%	185	1837	107	1020
26	25-Jun-05	1-Jul-05	61.2%	56.0%	183	2020	112	1132
27	2-Jul-05	8-Jul-05	56.3%	56.1%	190	2210	107	1239
28	9-Jul-05	15-Jul-05	53.4%	55.9%	189	2399	101	1340
29	16-Jul-05	22-Jul-05	48.7%	55.3%	195	2594	95	1435
30	23-Jul-05	29-Jul-05	50.8%	55.0%	193	2787	98	1533
31	30-Jul-05	5-Ago-05	55.7%	55.1%	183	2970	102	1635
32	6-Ago-05	12-Ago-05	53.4%	54.9%	193	3163	103	1738
33	13-Ago-05	19-Ago-05	45.1%	54.3%	235	3398	106	1844
34	20-Ago-05	26-Ago-05	51.0%	54.0%	245	3643	125	1969
35	27-Ago-05	2-Sep-05	51.5%	53.9%	260	3903	134	2103
36	3-Sep-05	9-Sep-05	49.6%	53.6%	278	4181	138	2241
37	10-Sep-05	16-Sep-05	60.4%	53.9%	202	4383	122	2363
38	17-Sep-05	23-Sep-05	39.7%	53.5%	121	4504	48	2411
39	24-Sep-05	30-Sep-05	56.0%	53.6%	91	4595	51	2462
40	1-Oct-05	7-Oct-05	62.8%	53.7%	78	4673	49	2511
41	8-Oct-05	14-Oct-05	65.2%	53.9%	69	4742	45	2556
42	15-Oct-05	21-Oct-05	64.8%	54.1%	105	4847	68	2624

Cuadro 05 Porcentaje de Plan Completado Semanal y Acumulado

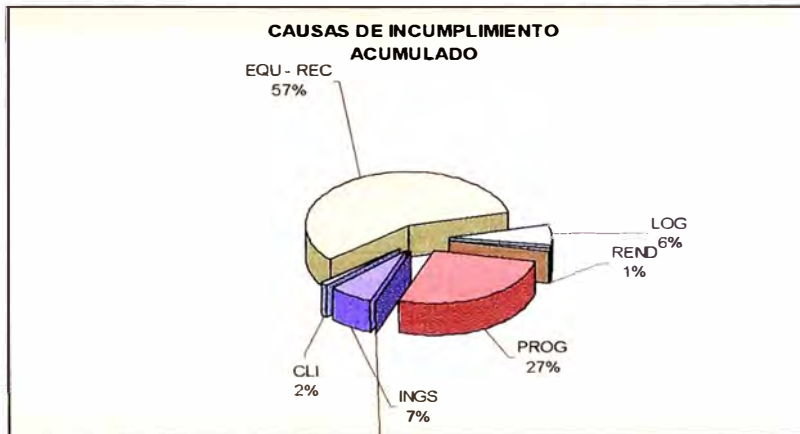


Fig. 33 Causas de Incumplimiento Acumulado

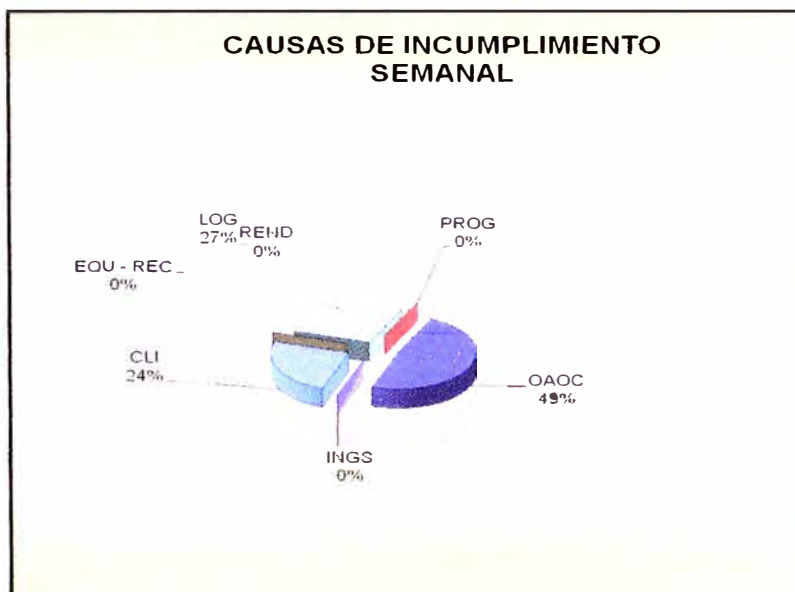


Fig. 34 Causas de Incumplimiento Semanal

LOG	Logística, llegada tardía de pedidos, incumplimiento de proveedores.
INGS	Cambios o indefiniciones de ingeniería por Supervisión
REND	Malos rendimientos en producción - campo
CLI	Eventos climáticos
PROG	Actividades no programadas y necesidad de ejecutarlas
EQU - REC	Falta de equipos requeridos o averías Falta de personal
QAQC	Control de calidad

Cuadro 06 Leyenda Causas de incumplimiento

3.4 Identificación de los problemas

a) Los principales problemas presentados durante la ejecución del proyecto fueron la no construcción de plataformas en la cimentación de los diques de las presas y no contar con un planeamiento de Contingencia sobre todo para las perforaciones e inyecciones, el primero de éstos ocasionó que se tuvieran atrasos en los rellenos iniciales, los cuales se tuvieron que realizar con equipo menor, al tener una superficie muy irregular era imposible el trabajo con equipo pesado, en la Represa de PLS se tuvo que realizar el relleno con equipo menor hasta una altura de 5.15 m. esto es un atraso de 15 días y en la Represa de Retención de Avenidas hasta la altura de 9.20 m. y se tuvo un atraso de 18 días solo en los rellenos iniciales, además al no tener plataformas en la cimentación de las presas el procedimiento planteado inicialmente para las perforaciones e inyecciones tuvo que ser variado, ya que mencionaba la colocación de las máquinas de perforación en andamios pequeños si era necesario, o colgados con tecles o tirsos, e igualmente el traslado iba a ser con los mismos equipos, al no construirse las plataformas y tener una superficie irregular, se tuvo que hacer todo el trabajo de perforaciones e inyecciones con andamios, los cuales tuvieron que ser de gran altura para las zonas superiores de los estribos de las represas.

De acuerdo a las Especificaciones Técnicas en el Ítem Zonas de Excavación "El contratista ajustará y perfilará la superficie final de excavación para conseguir un estrecho contacto con las diversas zonas del Dique (Grout Cap, Núcleo de arcilla, drenes de transición y de fundación) y permita una adecuada compactación adyacente a la fundación. En particular, las superficies finales excavadas adyacentes a las zonas de relleno del dique tendrán un talud máximo de 70 grados hacia la horizontal. La roca saliente y otras irregularidades serán excavadas y/o rellenas con concreto tal como lo especifique el ingeniero. Después de completadas las excavaciones y limpieza de la fundación del dique, el ingeniero determinará la necesidad, según el tipo y magnitud, del tratamiento de la superficie de fundación con mezcla de lechada de concreto o concreto de contacto (Dental Concrete).

De acuerdo a las Especificaciones Técnicas citadas anteriormente se puede afirmar categóricamente que la superficie final de excavación del lecho rocoso (zona de contacto con relleno Z1) debió ser previamente perfilada para conseguir un estrecho contacto con las diversas zonas del Dique y permita una

adecuada compactación adyacente a la fundación, la roca saliente y otras irregularidades debieron ser excavadas tal como se solicitó y no se aprobó.



Fig. N 35 Relleno con equipo menor en zona irregular



Fig. N 36 : Zona totalmente irregular que dificultaron los rellenos en el cuerpo de la presa

b) Otro problema presentado fue que no se previeron que los rendimientos de los rellenos en la represa de PLS iban a disminuir considerablemente e incluso ser paralizados en algún momento cuando se llegue a la altura de la tubería de descarga hasta terminar de instalar toda la tubería, ya que éstas tuberías cruzan todo el cuerpo del dique de la represa.

c) Quizás el mayor problema surgido durante el proyecto, fue el poco énfasis que se puso al inicio del proyecto en la planificación, se hizo un planeamiento general a grandes rasgos, sin tener en cuenta los detalles, procesos

constructivos, no se consideró un amortiguamiento o buffer para la programación, y se hizo una Estructura de Descomposición del Trabajo incompleta, la cual no reflejaba toda la obra, sino solo los rellenos de las represas que eran los más importantes, sin tener en cuenta los accesos, movimientos de tierra antes del inicio de los rellenos, excavaciones en roca, etc.

3.5 Resultados

El saldo de la obra no fue favorable, hubo pérdidas en las partidas más importantes, así como se mantuvo un alto costo indirecto mayor que el previsto y sumando el 7.6 % más de plazo sin cobrar mayores gastos generales. Las pérdidas no se estimaron correctamente desde el principio sino que gradualmente el margen fue cayendo a medida del avance de la obra por no haber considerado ciertas actividades importantes en el proyecto, a pesar de haberse mejorado los costos de los mismos, aumentando la eficiencia de los equipos. Al final se obtuvo una pérdida de 2.6 %, la cual se redujo debido a que se tuvieron partidas importantes subcontratadas, como excavación en roca, perforaciones e inyecciones de cemento, instalación de stud liner, geomembrana, geotextil, tuberías de hdpe, las que aseguraban un mínimo de 10% de utilidad a costo directo. Se valorizó el 94.5% del presupuesto inicial, con una duración de 148.3% de la duración inicial, lo que se tradujo en pérdidas en los costos indirectos, el índice de costo nos da un valor de 0.97 dividiendo entre el presupuesto oferta, pero tomando como referencia el presupuesto valorizado que ascendió a \$ 5'286,856.42, dándonos un índice de costo de 1.026, lo cual nos muestra la pérdida del proyecto.

$$\text{ÍNDICE DE COSTO} = \text{PRESUP. REAL} / \text{PRESUP. OFERTA}$$

$$\text{ÍNDICE DE COSTO} = 5'424,261.82 / 5'594,558.28 = 0.97$$

$$\text{ÍNDICE DE TIEMPO} = \text{DURAC. REAL} / \text{DURAC. PREVISTA} = 393 / 365 = 1.076$$

(*) El plazo inicial fue 265 días calendario, se amplió el plazo justificadamente hasta por 365 días, pero sin reconocimiento de mayores gastos generales

Análisis de Partidas más representativas

A continuación se presenta un análisis de las partidas más representativas de la obra, y su comparación con su precio de la oferta.

Represa de Retención de Avenidas

PRESUPUESTO

Partida	5.2.07	TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3) D=2 KM					
Rendimiento	1,000.00	M3/DIA		Costo unitario directo por :		2.60	
				M3			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Insumos Partida						
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	0.88	0.88	
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	1.72	1.72	
							2.60

REAL

Partida	5.2.07	TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3) D=2 KM					
Rendimiento	1,080.00	M3/DIA		Costo unitario directo por :		3.60	
				M3			
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Insumos Partida						
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	0.88	0.88	
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	1.28	1.28	
900175	ZARANDEO	M3		1.00	1.44	1.44	

A.C.U. Real/ A.C.U. Presupuesto = $3.60/2.60 = 1.385$ (-38.5% de Margen)

Molle I, II y III

PRESUPUESTO

Partida	1.1.03B	EXCAVACION EN ROCA					Costo unitario directo por : M3	8.38	
Rendimiento	450.00	M3/DIA					Cantidad	Precio	Parcial
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla			Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra									
470101	CAPATAZ	HH	1.00			0.02	4.19	0.07	
470102	OPERARIO	HH	6.00			0.11	3.85	0.41	
470103	OFICIAL	HH	8.00			0.14	3.46	0.49	
470104	PEON	HH	10.00			0.18	3.11	0.55	
								1.52	
Materiales									
270011	GUIA DE SEGURIDAD	M				2.00	0.25	0.50	
270196	DETONANTE ELECTRICO	UND				1.00	0.15	0.15	
280101	DINAMITA AL 65%	KG				0.50	2.10	1.05	
30231	BARRENO DE 7/8" X 3 PIES	UND				0.01	7.50	0.08	
								1.78	
Equipos									
378002	HERRAMIENTAS EQUIPO DE SEGURIDAD	%EQ				5.00	4.84	0.24	
481108	VOLQUETE DE 15 M3	HM	2.00			0.04	23.00	0.82	
490195	COMPRESORA 750 P.C.M	HM	1.00			0.02	35.00	0.62	
490656	MARTILLO HIDRAULICO	HM	0.10			0.00	60.00	0.11	
490665	PERFORADO TRACDRILL	HM	1.00			0.02	30.00	0.53	
490835	EXCAVADORA 330	HM	1.00			0.02	75.00	1.34	
	TRACTOR D8	HM	1.00			0.02	80.00	1.42	
								5.08	

REAL

Partida	1.1.03B	EXCAVACION EN ROCA					Costo unitario directo por : M3	7.00	
Rendimiento	.00	M3/DIA					Cantidad	Precio	Parcial
	SUCONTRATO	M3				1.00	7.00	7.00	

A.C.U. Real/ A.C.U. Presupuesto = 7.00/8.38 = 0.835 (16.5% de Margen)

Represa de PLS

PRESUPUESTO

Partida	2.2.07	TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3) D=2.5 KM				
Rendimiento	1,000.00	M3/DIA		Costo unitario directo por :	M3	2.60
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	0.88	0.88
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	1.72	1.72
						2.60

REAL

Partida	2.2.07	TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3) D=2.5 KM				
Rendimiento	1,000.00	M3/DIA		Costo unitario directo por :	M3	2.60
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	1.00	1.00
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	1.47	1.47
						2.47

A.C.U. Real/ A.C.U. Presupuesto = 2.47/2.60 = 0.95 (5.0% de Margen)

PRESUPUESTO

Partida	2.2.06	EXPLOTACION, PROCESAMIENTO, TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION DE ARCILLA (ZONA 1) d = 3 Km				
Rendimiento	1,350.00	M3/DIA		Costo unitario directo por :	M3	5.77
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
900165	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL NUCLEO	M3		1.00	1.21	1.21
900186	EXPLOTACION DE CANTERA DE ARCILLA	M3		1.00	0.91	0.91
900187	PROCESAMIENTO DE ARCILLA	M3		1.00	2.15	2.15
900188	TRANSPORTE DE ARCILLA (DIST. 3.0 KM)	M3D		1.00	1.50	1.50
						5.77

REAL

Partida	2.2.06	EXPLOTACION, PROCESAMIENTO, TRANSPORTE, COLOCACION Y COMPACTACION DE ARCILLA (ZONA 1) d = 3 Km				
Rendimiento	1,350.00	M3/DIA		Costo unitario directo por :	M3	5.77
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
900165	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL NUCLEO	M3		1.00	1.37	1.37
900186	EXPLOTACION DE CANTERA DE ARCILLA	M3		1.00	3.03	3.03
900187	PROCESAMIENTO DE ARCILLA	M3		1.00	1.49	1.49
900188	TRANSPORTE DE ARCILLA (DIST. 3.0 KM)	M3D		1.00	3.20	3.20
						9.09

A.C.U. Real/ A.C.U. Presupuesto = 9.09/5.77 = 1.575 (-57.5% de Margen)

Represa de Retención de Avenidas

PRESUPUESTO

EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO (AREA DE PRESTAMO) PARA RELLENO COMUN A SER USADO, DE LA REPRESA DE RETENCION							
Partida	5 2 04						
Rendimiento	2,100.00	M3/DIA			Costo unitario directo por :	M3	1.39
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Insumos Partida							
900139	TRANSPORTE	M3		1.00	0.57	0.57	
910125	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO	M3		1.00	0.82	0.82	
						1.39	

REAL

EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO (AREA DE PRESTAMO) PARA RELLENO COMUN A SER USADO, DE LA REPRESA DE RETENCION							
Partida	5 2 04						
Rendimiento	2,100.00	M3/DIA			Costo unitario directo por :	M3	1.39
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Insumos Partida							
900139	TRANSPORTE	M3		1.00	1.10	1.10	
910125	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO	M3		1.00	0.88	0.88	
						1.98	

A.C.U. Real/ A.C.U. Presupuesto = 1.98/1.39 = 1.424 (-42.4% de Margen)

ACCESO 6

PRESUPUESTO

Partida	1.2.03C	EXCAVACION EN ROCA PARA RELLENO			Costo unitario directo por : M3	8.38	
Rendimiento	450.00	M3/DIA					
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	HH	1.00		0.02	4.19	0.07
470102	OPERARIO	HH	6.00		0.11	3.85	0.41
470103	OFICIAL	HH	8.00		0.14	3.46	0.49
470104	PEON	HH	10.00		0.18	3.11	0.55
							1.52
Materiales							
270011	GUIA DE SEGURIDAD	M			2.00	0.25	0.50
270196	DETONANTE ELECTRICO	UND			1.00	0.15	0.15
280101	DINAMITA AL 65%	KG			0.50	2.10	1.05
300231	BARRENO DE 7/8" X 3 PIES	UND			0.01	7.50	0.08
							1.78
Equipos							
378002	HERRAMIENTAS EQUIPO DE SEGURIDAD	%EQ			5.00	4.84	0.24
481108	VOLQUETE DE 15 M3	HM	2.00		0.04	23.00	0.82
490195	COMPRESORA 750 P.C.M.	HM	1.00		0.02	35.00	0.62
490656	MARTILLO HIDRAULICO	HM	0.10		0.00	60.00	0.11
490665	PERFORADO TRACDRILL	HM	1.00		0.02	30.00	0.53
490835	EXCAVADORA 330	HM	1.00		0.02	75.00	1.34
	TRACTOR D8	HM	1.00		0.02	80.00	1.42
							5.08

REAL

Partida	1.1.03B	EXCAVACION EN ROCA			Costo unitario directo por : M3	7.00	
Rendimiento	.00	M3/DIA					
	SUCONTRATO		M3		1.00	7.00	7.00

A.C.U. Real/ A.C.U. Presupuesto = 7.00/8.38 = 0.835 (16.5% de Margen)

CONTROL DE COSTOS POR PARTIDAS, AREA 0823, DIQUE NOR ESTE MINE

							Oferta
Partida	1.1.01.03	EXCAVAR TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3)					
Rendimiento	1,000.00	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3		2.60
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Insumos Partida							
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	0.88	0.88	
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	1.72	1.72	
							2.60

							Obra
Partida	1.1.01.03	EXCAVAR TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3)					
Rendimiento	1,349.00	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3		1.23
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Insumos Partida							
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	0.65	0.64	
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	0.60	0.59	
							1.23
MARGEN							52.69%

							Oferta
Partida	1.1.01.04	EXPLOTAR, TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3)					
Rendimiento	1,000.00	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3		3.75
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Insumos Partida							
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	0.88	0.88	
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	1.72	1.72	
900193	EXPLOTACION DE CANTERA RELLENO COMUN	M3		1.00	1.15	1.15	
							3.75

							Obra
Partida	1.1.01.04	EXPLOTAR, TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO COMUN (ZONA 3)					
Rendimiento	1,349.00	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3		3.44
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Insumos Partida							
900174	TRANSPORTE DE RELLENO COMUN	M3D		1.00	0.65	0.64	
900175	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL COMUN	M3		1.00	0.60	0.59	
900193	EXPLOTACION DE CANTERA RELLENO COMUN	M3		1.00	2.21	2.21	
							3.44
MARGEN							8.27%

							Oferta
Partida	1.1.01.09	EXPLOTAR, TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO DE BAJA PERMEABILIDAD					
Rendimiento	1,500.00	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	7.87	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Insumos Partida						
900197	EXPLOTACION DE CANTERA DE BAJA PERMEABILIDAD	M3		1.00	1.98	1.98	
900198	TRANSPORTE DE RELLENO BAJA PERMEABILIDAD (DIST. 1.4KM)	M3D		1.00	0.94	0.94	
900199	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL BAJA PERMEABILIDAD	M3		1.00	4.95	4.95	
						7.87	
							Obra
Partida	1.1.01.09	EXPLOTAR, TRANSPORTAR, COLOCAR Y COMPACTAR RELLENO DE BAJA PERMEABILIDAD					
Rendimiento	1,297.00	M3/DIA			Costo unitario directo por : M3	4.40	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Insumos Partida						
900197	EXPLOTACION DE CANTERA DE BAJA PERMEABILIDAD	M3		1.00	3.02	3.01	
900198	TRANSPORTE DE RELLENO BAJA PERMEABILIDAD (DIST. 1.4KM)	M3D		1.00	0.39	0.38	
900199	COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE MATERIAL BAJA PERMEABILIDAD	M3		1.00	1.02	1.01	
						4.40	
					MARGEN	44.09%	

Cuadro 07 Cuadros comparativos de Costo Real, costo presupuestado, partidas principales

ANALISIS DE COSTOS DIARIO BATIDO DE MATERIAL BAJA PERMEABILIDAD EN DIQUE NORTE

PRECIO PRE SUP. OFERTAD USD \$

PARTIDA	Und.	PREC. UNIT.	JULIO																					
			Jul in	12-jul mar			13-jul mié			14-jul jue		15-jul vie		16-jul sáb		17-jul dom		18-jul lun		19-jul mar		20-jul mié		21-j ju.
			N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	D	
MAHO DE OBRA:																								
CAPATAZ	hh	3.46																						
OPERARIO	hh	3.18																						
OFICIAL	hh	2.85																						
PEON	hh	2.58														5.00								
Monto Dia	USD \$		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	56.76	69.66	69.66	69.66	69.66	69.66	69.66	69.66	69.66	
EQUIPO:																								
Cargador Frontal 950F	hm	40.00		0.50				0.13																
Excavadora 325 B	hm	60.00						1.50									0.05				3.00			
Lumbarias	dm	33.33						1.00																
Sistema de agua	viaje	15.00														0.75								
Tractor D6K	hm	85.00																						
Monto Dia	USD \$		0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	5.20	123.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.25	2.00	180.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		798.33	818.33	818.33	818.33	818.33	823.53	946.86	946.86	946.86	946.86	946.86	946.86	946.86	958.11	960.11	1,140.11	1,140.11	1,140.11	1,140.11	1,140.11	1,140.11	
PRODUCCION BATIDO DE MATERIAL	m ²			30.00		15.00		70.00		60.00								45.00		48.00		50.00		
TOTAL COSTO DIARIO	USD \$		0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	5.20	123.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.15	2.00	180.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL COSTO ACUMULADO	USD \$		855.09	875.09	875.09	875.09	875.09	880.29	1,003.62	1,003.62	1,003.62	1,003.62	1,003.62	1,003.62	1,003.62	1,027.77	1,029.77	1,209.77	1,209.77	1,209.77	1,209.77	1,209.77	1,209.77	
PRODUCCION DEL DIA	M3		0.00	30.00	0.00	15.00	0.00	70.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00	0.00	48.00	0.00	50.00		
PRODUCCION ACUMULADA	M3		344.62	374.62	374.62	389.62	389.62	459.62	459.62	519.62	519.62	519.62	519.62	519.62	519.62	519.62	519.62	564.62	564.62	612.62	612.62	662.62		
COSTO DIARIO X M3	USD \$		0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
COSTO DIARIO ACUMULADO X M3	USD \$		2.48	2.34	2.34	2.25	2.25	1.92	2.18	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.98	1.88	2.14	2.14	1.97	1.97	1.83		

Cuadro 08 informe de Costo Diario Batido Material Baja Permeabilidad, Dique NE Mina

ANALISIS DE COSTOS DIARIO BATIDO DE MATERIAL Z-3 EN DIQUE NORTE

PRECIO PRESUP. OFERTAD USD \$

PARTIDA	Und.	PREC. UNIT.	JULIO																			
			11-jul lun		12-jul mar		13-jul mié		14-jul jue		15-jul vie		16-jul sáb		17-jul dom		18-jul lun		19-jul mar		20-jul mié	
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
MAHO DE OBRA:																						
CAPATAZ	hh	3.46																				
OPERARIO	hh	3.10																				
OFICIAL	hh	2.80																				
PEON	hh	2.50	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00		10.00		10.00					10.00			10.00		10.00	
Monto Dia	USD \$		25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	0.00	25.80	0.00	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80	0.00	25.80	0.00	25.80	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		362.49	388.29	414.09	438.89	465.69	465.69	491.49	491.49	517.29	517.29	517.29	517.29	517.29	543.09	543.09	568.89	568.89	594.69	594.69	
EQUIPO:																						
Cargador Frontal 550F	hm	40.00								4.66												
Excavadora 325 B	hm	60.00	8.57	8.42	7.51	6.00	4.10	8.00	3.10	4.29	5.00	3.50			3.00		8.33		2.00	6.00	6.00	
Luminarias	dm	33.33		2.00		2.00		2.00		2.00		2.00									2.00	2.00
Cisterna de agua	viaje	15.00	8.50		6.70		9.50		6.50		7.00				4.00		8.50		9.50		9.50	
Tractor D8K	hm	85.00					4.50															
Tractor D7G	hm	80.00					8.00		8.00	6.00	5.25				6.95	8.00	6.50	9.00	5.00	2.50	2.50	
Monto Dia	USD \$		641.70	571.86	551.10	426.66	1,028.50	929.16	283.50	964.06	1,071.40	696.66	0.00	0.00	0.00	796.00	640.00	1,147.30	720.00	662.50	626.66	
Monto Acumulado	USD \$		10,240.00	10,811.86	11,362.96	11,789.62	12,818.12	13,747.28	14,030.78	14,994.84	16,066.24	16,762.90	16,762.90	16,762.90	16,762.90	17,558.90	18,198.90	19,346.20	20,066.20	20,728.70	21,355.36	
PRODUCCION																						
BATIDO DE MATERIAL	m ²		1,127.00		1,138.50		1,124.60		1,109.80		1,096.60						1,098.50		1,097.70		1,097.70	
TOTAL COSTO DIARIO	USD \$		667.60	597.66	576.90	452.46	1,054.30	929.16	308.30	964.06	1,097.20	696.66	0.00	0.00	0.00	821.80	640.00	1,173.10	720.00	688.30	626.66	
TOTAL COSTO ACUMULADO	USD \$		10,602.49	11,200.15	11,777.05	12,229.51	13,283.81	14,212.97	14,522.27	15,486.33	16,583.53	17,280.19	17,280.19	17,280.19	17,280.19	18,101.99	18,741.99	19,915.09	20,635.09	21,323.39	21,950.05	
PRODUCCION DEL DIA	M3		1,127.00	0.00	1,138.50	0.00	1,124.60	0.00	1,109.80	0.00	1,096.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,098.50	0.00	1,097.70	0.00	
PRODUCCION ACUMULADA	M3		10,539.00	10,539.00	11,677.50	11,677.50	12,802.10	12,802.10	13,911.90	13,911.90	15,008.50	15,008.50	15,008.50	15,008.50	15,008.50	15,008.50	15,008.50	16,107.00	16,107.00	17,204.70	17,204.70	
COSTO DIARIO X M3	USD \$		0.59	0.00	0.51	0.00	0.94	0.00	0.28	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	0.63	0.00	
COSTO DIARIO ACUMULADO X M3	USD \$		1.01	1.06	1.01	1.05	1.04	1.11	1.04	1.11	1.10	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.21	1.25	1.24	1.28	1.24	

Cuadro 09 informe de Costo Diario Batido Material Z3, Dique NE Mina

ANALISIS DE COSTOS DIARIO CONFORMACION MATERIAL Z-3 EN DIQUE NOR ESTE

PRECIO PRESUP. OFERTADO: USD \$ 1.72

PARTIDA	Und.	PRECIO UNITARIO	JULIO																			
			jul ar		13-jul mié		14-jul jue		15-jul vie		16-jul sáb		17-jul dom		18-jul lun		19-jul mar		20-jul mié		21-jul jue	
			N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D
CAPATAZ	hh	3.46																				
OPERARIO	hh	3.18																				
OFICIAL	hh	2.85																				
PEÓN	hh	2.58																				
Monto Dia	USD \$		0.00	163.60	0.00	163.60	0.00	163.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	163.60	0.00	163.60	0.00	163.60	0.00	163.60	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		1,968.98	2,132.58	2,132.58	2,296.18	2,296.18	2,459.78	2,459.78	2,459.78	2,459.78	2,459.78	2,459.78	2,623.38	2,623.38	2,786.98	2,786.98	2,950.58	2,950.58	3,114.18	3,114.18	
EQUIPO:																						
Motoniveladora 120 H	hm	33.00																				
Motoniveladora 125H	hm	35.00		4.00		7.90		5.84		0.00	0.00	0.00				8.50		7.75		0.00	0.00	
Acumulado Moto			0.00	4.00	0.00	7.90	0.00	5.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.50	0.00	7.75	0.00	0.00	0.00	
Luminarias	dm	33.33																				
Vibroapisonador	hm	13.33		1.00		1.00		1.00		1.00				1.00		1.00		1.00		1.00	1.00	
Cisterna de agua	vaje	15.00		0.50		0.50								0.25		2.50		0.50		0.75	0.75	
Rodillo CAT 15109	hm	27.00		2.17		6.00		4.55						2.25		6.33		3.78		4.00	4.00	
Rodillo CAT CS 532C	hm	27.00		2.33		5.62		4.28						0.88		1.00		3.82		3.59	3.59	
Monto Dia	USD \$		0.00	282.33	0.00	611.07	0.00	456.14	0.00	13.33	0.00	13.33	0.00	101.59	0.00	546.24	0.00	497.28	0.00	229.51	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		6,125.43	6,407.76	6,407.76	7,018.83	7,018.83	7,474.97	7,474.97	7,488.30	7,488.30	7,501.63	7,501.63	7,603.22	7,603.22	8,149.46	8,149.46	8,646.74	8,646.74	8,876.25	8,876.25	
PRODUCCION																						
CONFORMACION Z-3	m ²			1,124.60		1,109.80		1,096.60								1,098.50		1,097.70		1,093.50		
TOTAL COSTO DIARIO	USD \$		0.00	445.93	0.00	774.67	0.00	619.74	0.00	13.33	0.00	13.33	0.00	265.19	0.00	709.84	0.00	660.88	0.00	393.11	0.00	
TOTAL COSTO ACUMULADO	USD \$		8,094.41	8,540.34	8,540.34	9,315.01	9,315.01	9,934.75	9,934.75	9,948.08	9,948.08	9,961.41	9,961.41	10,226.60	10,226.60	10,936.44	10,936.44	11,597.32	11,597.32	11,990.43	11,990.43	
PRODUCCION DEL DIA	M3		0.00	1,124.60	0.00	1,109.80	0.00	1,096.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,098.50	0.00	1,097.70	0.00	1,093.50	0.00	
PRODUCCION ACUMULADA	M3		13,365.15	14,489.75	14,489.75	15,599.55	15,599.55	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	17,794.65	17,794.65	18,892.35	18,892.35	19,985.85	19,985.85	
COSTO DIARIO X M3	USD \$		0.00	0.40	0.00	0.70	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00	0.60	0.00	0.36	0.00	
COSTO DIARIO ACUMULADO X M3	USD \$		0.61	0.59	0.59	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	
MARGEN DE PARTIDA PARCIAL	%		100.00%	76.95%	100.00%	59.42%	100.00%	67.14%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	62.43%	100.00%	65.00%	100.00%	79.10%	100.00%	
MARGEN DE PARTIDA ACUMULADA	%		64.79%	65.73%	65.73%	65.28%	65.28%	65.41%	65.41%	65.36%	65.36%	65.31%	65.31%	64.39%	64.39%	64.27%	64.27%	64.31%	64.31%	65.12%	65.12%	

Cuadro 10 informe de Costo Diario Conformación Z3, Dique NE Mina

ANALISIS DE COSTOS DIARIO TRANSPORTE DE MATERIAL A BOTADERO

PRECIO PRESUP. OFERTADO: USD \$

PARTIDA	Und.	PRECIO UNITARIO	JULIO																	
			12-jul	13-jul		14-jul		15-jul		16-jul		17-jul		18-jul		19-jul		20-jul		21-jul
			ar	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D
MANO DE OBRA:																				
CAPATAZ	hh	3.46																		
OPERARIO	hh	3.18																		
OFICIAL	hh	2.95																		
PEON	hh	2.58																		
Monto Dia	USD \$		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
EQUIPO:																				
Cargador Frontal 90F	hm	40.00																		
Excavadora	hm	60.00																		
Luminarias	dm	33.33																		
Volquete	hm	22.00		2.17		1.66		0.17						6.66				1.50	1.00	
Monto Dia	USD \$		0.00	47.74	0.00	36.52	0.00	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	146.52	0.00	0.00	0.00	33.00	22.00	
Monto Acumulado	USD \$		440.44	488.18	488.18	524.70	524.70	528.44	528.44	528.44	528.44	528.44	528.44	674.96	674.96	674.96	674.96	707.96	729.96	
PRODUCCION																				
ELIMINACION DE MATERIAL	m3			150.00		161.54		11.54						473.08				103.85	69.23	
TOTAL COSTO DIARIO	USD \$		0.00	47.74	0.00	36.52	0.00	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	146.52	0.00	0.00	0.00	33.00	22.00	
TOTAL COSTO ACUMULADO	USD \$		440.44	488.18	488.18	524.70	524.70	528.44	528.44	528.44	528.44	528.44	528.44	674.96	674.96	674.96	674.96	707.96	729.96	
PRODUCCION DEL DIA	M3		0.00	150.00	0.00	161.54	0.00	11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	473.08	0.00	0.00	0.00	103.85	69.23	
PRODUCCION ACUMULADA	M3		1,326.92	1,476.92	1,476.92	1,638.46	1,638.46	1,650.00	1,650.00	1,650.00	1,650.00	1,650.00	1,650.00	2,123.08	2,123.08	2,123.08	2,123.08	2,226.92	2,296.15	
COSTO DIARIO X M3	USD \$		0.00	0.32	0.00	0.23	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.32	0.32	
COSTO DIARIO ACUMULADO X M3	USD \$		0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	
RENDIMIENTO VOLQUETE	m3/hr			69.12		97.31		67.87						71.03				69.23	69.23	
RENDIMIENTO ACUMULADO VOLQUETE	m3/hr		66.28	66.56	66.56	68.70	68.70	68.69	68.69	68.69	68.69	68.69	68.69	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	69.20	

Cuadro 11 informe de Costo Diario Transporte de Material a Botadero, Dique NE Mina

PRECIO PRE SUP. OFERTADO: USD \$ 0.88

PARTIDA	Und.	PRECIO UNITARIO	JULIO																			
			12-jul mar		13-jul mié		14-jul jue		15-jul vie		16-jul sáb		17-jul dom		18-jul lun		19-jul mar		20-jul mié		21-jul jue	
			N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D
OFICIAL PEOI:	hh	2.85																				
	hh	2.58	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00					10.00	10.00	10.00	10.00	10.00		10.00	10.00	
Monto Dia	USD \$		25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80	0.00	25.80	25.80	
Monto Acumulado	USD \$		337.88	363.78	389.58	415.38	441.18	466.98	492.78	492.78	492.78	492.78	492.78	518.58	544.38	570.18	595.98	621.78	621.78	647.58	673.38	
EQUIPO:																						
Cargador Frontal 950F	hm	40.00		5.74	5.50	6.00	4.00	6.50						0.75	6.98		7.30				8.33	
Excavadora	hm	60.00																				
Luminarias	dm	33.33	2.00		2.00		2.00		2.00					2.00		2.00					2.00	
Volquete WH-8662	hm	22.00		3.67		5.50		3.10							8.33		4.50		6.66		6.00	
Volquete WJ-199E	hm	22.00	5.66	4.33	4.60	5.33	6.17	4.66	5.66					6.16	8.66	5.67	5.00		7.83		6.00	
Volquete	hm	22.00																				
Monto Dia	USD \$		191.18	406.60	385.66	478.26	362.40	430.72	191.18	0.00	0.00	0.00	0.00	135.52	96.66	652.98	191.40	501.00	0.00	296.78	531.86	
Monto Acumulado	USD \$		7,622.42	8,028.02	8,413.68	8,891.94	9,254.34	9,685.06	9,876.24	9,876.24	9,876.24	9,876.24	9,876.24	10,011.76	10,108.42	10,761.40	10,952.80	11,453.80	11,453.80	11,750.58	12,282.44	
PRODUCCION																						
TRANSPORTE DE MATERIAL Z-3	m ³			1,124.60		1,109.80		1,096.60								1,098.50		1,097.70		1,093.50		
TOTAL COSTO DIARIO	USD \$		216.98	431.40	411.46	504.06	388.20	456.52	216.98	0.00	0.00	0.00	0.00	161.32	122.46	678.78	217.20	526.80	0.00	322.58	557.66	
TOTAL COSTO ACUMULADO	USD \$		7,960.40	8,391.80	8,803.26	9,307.32	9,695.52	10,152.04	10,369.02	10,369.02	10,369.02	10,369.02	10,369.02	10,530.34	10,652.80	11,331.58	11,548.78	12,075.58	12,075.58	12,398.16	12,955.82	
PRODUCCION DEL DIA	M3		0.00	1,124.60	0.00	1,109.80	0.00	1,096.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,098.50	0.00	1,097.70	0.00	1,093.50	0.00	
PRODUCCION ACUMULADA	M3		13,365.15	14,489.75	14,489.75	15,599.55	15,599.55	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	16,696.15	17,794.65	17,794.65	18,892.35	18,892.35	19,985.85	19,985.85	
COSTO DIARIO X M3	USD \$		0.00	0.38	0.00	0.45	0.00	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	0.48	0.00	0.29	0.00	
COSTO DIARIO ACUMULADO X M3	USD \$		0.60	0.58	0.61	0.60	0.62	0.61	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63	0.64	0.64	0.65	0.64	0.64	0.62	0.65	
RENDIMIENTO VOLQUETE	m³/hr		0.00	140.58	0.00	102.47	0.00	141.31	0.00					0.00		64.66	0.00	115.55		81.06	0.00	
RENDIMIENTO ACUMULADO VOLQUETE	m³/hr		80.23	82.99	80.91	82.14	79.55	81.90	79.69	79.69	79.69	79.69	79.69	77.42	77.42	76.48	74.66	76.23	76.23	76.48	74.76	

Cuadro 13 informe de Costo Diario Transporte de Material Z3, Dique NE Mina

ANALISIS DE COSTOS DIARIO ZARANDEO DE MATERIAL Z-3 EN DIQUE NORTE

PRECIO PRESUP. OFERTADO: USD \$

PARTIDA	Und.	PREC. UNIT.	JULIO																		
			13-Jul mié		14-Jul jue		15-Jul vie		16-Jul sáb		17-Jul dom		18-Jul lun		19-Jul mar		20-Jul mié		21-Jul jue		22- vi
			D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
CAPATAZ	hh	3.46																			
OPERARIO	hh	3.18																			
OFICIAL	hh	2.85																			
PEON	hh	2.58																			
Monto Dia	USD \$		20.00		20.00		20.00					20.00			20.00				20.00		
Monto Acumulado	USD \$		61.80	0.00	51.60	0.00	51.60	0.00	0.00	0.00	0.00	51.60	0.00	51.60	0.00	0.00	0.00	51.60	0.00	0.00	
	USD \$		472.14	472.14	523.74	523.74	575.34	575.34	575.34	575.34	575.34	626.94	626.94	678.54	678.54	678.54	678.54	730.14	730.14	730.14	
EQUIPO:																					
Cargador Frontal 950F	hm	40.00	3.00	3.00	2.55	3.75	2.28	5.50				10.00	3.70	7.00				8.00	10.75		
Excavadora 325 B	hm	60.00			6.00		2.00							3.25				3.00			
Luminarias	dm	33.33		1.00		1.00		1.00					1.00						1.00		
Volquete WH-8952	hm	22.00					0.17														
Volquete WJ-1555	hm	22.00																			
Volquete	hm	22.00																			
Volquete	hm	22.00																			
Cisterna de Agua	Vje	15.00												0.75							
Monto Dia	USD \$		120.00	153.33	402.00	183.33	214.94	253.33	0.00	0.00	0.00	400.00	181.33	486.25	0.00	0.00	0.00	500.00	463.33	0.00	
Monto Acumulado	USD \$		7.752.49	7.905.82	8.307.82	8.491.15	8.706.09	8.959.42	8.959.42	8.959.42	8.959.42	9.359.42	9.540.75	10,027.00	10,027.00	10,027.00	10,027.00	10,527.00	10,990.33	10,990.33	
PRODUCCION																					
ZARANDEO DE MATERIAL Z-3	m ²		1,124.60		1,109.80		1,096.60							1,098.50		1,097.70		1,093.50			
TOTAL COSTO DIARIO	USD \$		171.60	153.33	463.60	183.33	266.54	253.33	0.00	0.00	0.00	451.60	181.33	537.85	0.00	0.00	0.00	551.60	463.33	0.00	
TOTAL COSTO ACUMULADO	USD \$		8,224.63	8,377.96	8,831.56	9,014.89	9,281.43	9,534.76	9,534.76	9,534.76	9,534.76	9,986.36	10,167.69	10,705.54	10,705.54	10,705.54	10,705.54	11,257.14	11,720.47	11,720.47	
PRODUCCION DEL DIA	M3		1,124.60	0.00	1,109.80	0.00	1,096.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,098.50	0.00	1,097.70	0.00	1,093.50	0.00	0.00	
PRODUCCION ACUMULADA	M3		13,465.60	13,465.60	14,575.40	14,575.40	15,672.00	15,672.00	15,672.00	15,672.00	15,672.00	15,672.00	15,672.00	16,770.50	16,770.50	17,868.20	17,868.20	18,961.70	18,961.70	18,961.70	
COSTO DIARIO X M3	USD \$		0.15	0.00	0.41	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	
COSTO DIARIO ACUMULADO X M3	USD \$		0.61	0.62	0.61	0.62	0.59	0.61	0.61	0.61	0.61	0.64	0.65	0.64	0.64	0.60	0.60	0.59	0.62	0.62	

Cuadro 14 informe de Costo Diario Zarandeo de Material Z3, Dique NE Mina

RESUMEN COSTOS DE RELLENOS/m3 compactado

Relleno	Presa	Acop.	Exc y Batido	Zarandeo	Zarand Interm.	Transporte	Refine y Comp.	Costo/m3	Propuesta	Saldo
Z1	Retención		\$ 3.00	\$ 1.56		\$ 2.47	\$ 1.82	\$ 8.85	\$ 5.77	-\$ 3.08
	PLS		\$ 3.03	\$ 1.49		\$ 3.20	\$ 1.37	\$ 9.09	\$ 5.77	-\$ 3.32
Z2	Retención	\$ 1.21	\$ 1.54	\$ 1.72	\$ 0.89	\$ 0.61	\$ 1.48	\$ 7.45	\$ 3.64	-\$ 3.81
	PLS	\$ 1.21	\$ 1.34	\$ 1.75		\$ 0.43	\$ 1.42	\$ 6.15	\$ 3.64	-\$ 2.51
Z3	Retención		\$ 1.10	\$ 1.44		\$ 0.88	\$ 1.28	\$ 4.70	\$ 3.99	-\$ 0.71
	PLS		\$ 1.15	\$ 1.48		\$ 1.00	\$ 1.47	\$ 5.10	\$ 3.99	-\$ 1.11

Cuadro 15 Resumen de Costos de Rellenos/m3

De estos costos se puede deducir lo siguiente:

Los costos de Excavación, preparación, transporte, relleno y compactado de material Z1, se elevaron al tener que realizarse un rebatido del mismo, por el tipo de material –material arcilloso-, lo cual no fue considerado en la propuesta.

Los costos de Excavación, preparación, transporte, relleno y compactado de material Z3, no tuvieron margen, al no haberse considerado el zarandeo de los mismos, el cual fue realizado por volteo con zarandas estáticas, para disminuir la cantidad de zarandas y cargadores frontales a utilizar.

Los rendimientos de las partidas se vieron grandemente afectados por el clima de la zona, lluvias, neblinas durante los primeros meses, y por el relleno con equipo menor durante las primeras capas de relleno, al no haber conformado plataformas como indicaban las especificaciones técnicas del proyecto y los procesos constructivos tradicionales para este tipo de obra. Teniendo que conformar aproximadamente 5,000 m3 de relleno en cada presa con equipo menor, con un costo de hasta 310% el costo presupuestado.

Otra realidad se tuvo en el Dique NE Mina, donde todas las partidas tuvieron un margen considerable, al tener las distancias de canteras y botaderos muy cercanas, y teniendo todos los recursos disponibles desde el primer momento.

RESUMEN RECURSOS UTILIZADOS EN RELLENOS

Presa	Volumen	RECURSOS														
		HORAS UTILIZADAS						RENDIMIENTO				COSTO				
		Equipo						Personal	Equipo				Personal	Equip	Pers	Total
		HM												HH	Equip	
		Cisterna	Minicat	Motoni vel	Retro exca	Rodillo	MO	Cistern	Moto nivel	Retro exca	Rodill o	MO	Equip o	MO		
Retencion	157,835.00 m3	904,050 Gal	220.42 HM	1,465.58 HM	783.84 HM	1,741.31 HM	21,070.30 HH	6 Gal/m3	107.69 m3/h	157.17 m3/h	90.64 m3/h	0.13 HH/m3	\$ 150,517.02	\$ 66,871.17	\$ 217,388.19	
Pls	126,215.47 m3	621,250 Gal	52.03 HM	1,258.18 HM	828.03 HM	1,744.56 HM	17,604.19 HH	5 Gal/m3	100.32 m3/h	143.42 m3/h	72.35 m3/h	0.14 HH/m3	\$ 120,621.70	\$ 61,378.69	\$ 182,000.39	

RESUMEN RECURSOS UTILIZADOS EN BATIDO

Relleno	Volumen	Equipo				Personal	RENDIMIENTO			Costos		
		Cargador	Cisterna	Excavadora	Tractor		MO	Cisterna	Excavadora	Tractor	Equipo	Personal
Z1	53,232.80 m3	32.35 HM	4,117.025 Gal	1,727.17 HM	133.14 HM	2,472.25 HH	77 Gal/m3	30.25 m3/h	399.82 m3/h	\$ 153,691.90	\$ 7,703.92	\$ 161,395.82
Z2	14,534.50 m3	38.83 HM	914,100 Gal	233.77 HM	36.00 HM	299.50 HH	63 Gal/m3	53.32 m3/h	403.74 m3/h	\$ 18,548.00	\$ 884.54	\$ 19,432.54
Z3	216,881.30 m3	15.84 HM	10,646,200 Gal	1,729.40 HM	1,272.02 HM	2,873.50 HH	49 Gal/m3	71.88 m3/h	170.50 m3/h	\$ 239,901.22	\$ 9,583.76	\$ 249,484.98

RESUMEN RECURSOS UTILIZADOS EN ZARANDEO

Relleno	Volumen	Equipo				Personal	RENDIMIENTO		COSTOS		
		Cargador	Excavadora	Volquete	Compresora		MO	Cargador	Volquete	Equipo	Personal
Z1	53,232.80 m3	1,565.24 HM	88.73 HM			2,610.75 HH	32.18 m3/h		\$ 71,433.88	\$ 8,125.51	\$ 79,559.39
Z2	14,534.50 m3	435.07 HM	2.00 HM		143.15 HM	552.00 HH	33.25 m3/h		\$ 23,552.65	\$ 1,843.97	\$ 25,396.62
Z3	216,881.30 m3	3,362.34 HM	318.12 HM	5,475.23 HM		4,437.80 HH	58.93 m3/h	39.61 m3/h	\$ 305,084.69	\$ 14,730.88	\$ 319,815.57

Cuadro 16 Resumen de Recursos utilizados en rellenos, batido y zarandeo

RESUMEN RECURSOS UTILIZADOS EN TRANSPORTE

Relleno			PRESA						COSTOS					
Tipo	Retención	Pls	Retención			Pls			Retención			Pls		
			Cargador	Excavadora	Volquete	Cargador	Excavadora	Volquete	Equipo	Personal	Total	Equipo	Personal	Total
Z1	26,151.00 m3	27,081.80 m3	163.65 HM	2.32 HM	2,233.22 HM	167.71 HM	29.96 HM	3,004.45 HM	\$ 64,274.99	\$ 1,132.69	\$ 65,407.68	\$ 86,304.30	\$ 332.19	\$ 86,636.49
Z2	8,391.00 m3	6,143.50 m3	13.93 HM	3.15 HM	144.77 HM	9.98 HM	8.49 HM	245.00 HM	\$ 4,591.99	\$ 517.92	\$ 5,109.91	\$ 2,582.96	\$ 92.50	\$ 2,675.46
Z3	123,293.00 m3	92,988.75 m3	424.99 HM	177.26 HM	2,518.12 HM	117.41 HM	188.42 HM	2,537.01 HM	\$ 103,920.71	\$ 4,796.88	\$ 108,717.59	\$ 89,282.88	\$ 3,990.94	\$ 93,273.82

RESUMEN RENDIMIENTOS DE EQUIPO/m3 compactado

Actividad	Relleno	Equipo					
		Cargador Frontal	Cisterna	Excavadora	Motoniveladora	Retroexcavadora	Rodillo
Batido	Z1		77 Gal/m3	30.25 m3/h			
	Z2		63 Gal/m3	53.32 m3/h			
	Z3		49 Gal/m3	71.88 m3/h			
Zarandeo	Z1			32.18 m3/h			
	Z2			33.25 m3/h			
	Z3			58.93 m3/h			
Relleno	Retencion		6 Gal/m3		107.69 m3/h	157.17 m3/h	90.64 m3/h
	Pls		5 Gal/m3		100.32 m3/h	143.42 m3/h	72.35 m3/h

Cuadro 17 Resumen de Recursos utilizados en Transporte y rendimientos de equipos/m3 compactado

CONCLUSIONES

1. La planificación debe proporcionar un nivel de detalle adecuado de información, el cual debe darse en forma oportuna y ser confiable.
2. El uso de las herramientas de planificación deben hacerse a nivel de todo proyecto, en nuestro país en su gran mayoría sólo se hace a nivel de obras y empresas grandes debido a la falta de experiencia y/o conocimiento sobre el beneficio a obtener.
3. La planificación bien llevada conduce a una mejor utilización y a un mayor aprovechamiento de todos los recursos utilizados, por lo cual se generará un menor costo de producción y consecuentemente una mayor utilidad.
4. El planeamiento de contingencia, es tan necesario como el planeamiento táctico u operativo, lo que quedó evidenciado durante la ejecución del proyecto mencionado en el presente informe,
5. En el proyecto en referencia, el cronograma de Obra debió ser más cercano a la ejecución de la obra, no se tomaron en cuenta muchos factores para la ejecución del mismo
6. A pesar de que en la obra en referencia, a los resultados del sistema Last Planner no se le daba la importancia debida, se logró que las actividades más importantes tengan un porcentaje de partidas completadas semanalmente por encima del 70%, tomando las medidas correctivas a tiempo.
7. El sistema "Last Planner" al evaluar semanalmente los avances y los cuellos de botella -restricciones- permite prever fácilmente los requerimientos de personal, materiales y equipos,
8. El gasto generado para la obtención de datos reales y el control de costos en obra, es insignificante con los resultados que se obtienen; para el caso de la presente obra representó un 0.19% del monto total de obra.

RECOMENDACIONES

1. En determinados trabajos de concreto como en obras de arte apoyadas en roca, se debe determinar el % de desperdicio de concreto que debe incluirse en el precio unitario.
2. Los programas oficiales con el Cliente deben ser la herramienta para evidenciar cambios que afecten el proyecto, por lo que se debe mostrar clara y oportunamente al cliente cómo se afecta el programa con un cambio de la ingeniería o el alcance.
3. En obras de movimiento de tierras, se debe evaluar bien el tema de los tratamientos de cada tipo de material a emplear en la obra (relleno común Z3, arcilla Z1, filtro Z2, capa de rodadura, agregados para concretos), en este caso específico, no se consideró el zarandeo en la oferta del material de mayor volumen (relleno común Z3) de 280,000 m³ por un costo real obtenido de \$ 1.5 / m³.
4. En este tipo de obras, se debe considerar una partida específica de "Limpieza de Roca", teniendo el conocimiento que las estructuras de las represas están apoyadas en roca (zona de grout cap y vertederos), que no se tuvo en cuenta al realizar la oferta, dando un resultado en empleo de 3.0 hh/m², mas el equipo de limpieza (retroexcavadora, tanque estacionario de agua y compresora).
5. Se debe implementar una Política para el personal obrero y operadores de equipo, para tener una mayor identificación hacia la empresa.
6. Implementar un programa de incentivos para el personal obrero como empleado, permite obtener mejores resultados en obra (seguridad, calidad, costo, tiempo, etc.).
7. Debido a los grandes volúmenes de relleno a utilizar, se debe planificar la producción de los mismos, para tener siempre un stock de material preparado y evitar tiempos muertos.
8. El mantenimiento de accesos en obras de grandes movimientos de tierras es importante debido a que se reducen los ciclos de transporte y eliminación de materiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gerencia de Construcción y del Tiempo

Walter Rodríguez Castillejo, Editora Macro, Primera Edición, Lima 2006

2. Gerencia de Proyectos con MS Project 2007

Walter Rodríguez Castillejo, Edición ISAGRAF, Tomo Uno y Dos, Primera Edición, Lima 2008

3. Técnicas modernas de planeamiento, programación, y control de obras

Walter Rodríguez Castillejo, Lima 1999

4. Productividad en obras de Construcción: Diagnóstico, Crítica y Respuesta

Virgilio Ghio Castillo, Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Primera Edición, Lima 2001

5. Fundamentos de Programación, Reprogramación, Calidad Total y Seguridad Total de Obras Civiles

Walter Rodríguez Castillejo, Lima 2001

6. Fundamentos de la dirección de proyectos

Guía del PMBOK, 2004

7. Inyección de Suelos

Cambefort Henri, Ediciones Omega, Primera Edición, Barcelona 1968

8. Diseño de presas pequeñas

Bureau of reclamation, Floyd E. Dominy, Editorial continental, Primera Edición en español, México 1966

9. Presas ; Notas sobre diseño y Construcción

Raúl J. Marsal, Editorial UNAM, Primera Edición, México 1974

ANEXOS

ANEXO A: RESUMEN DE PRESUPUESTO
PRESUPUESTO DE PROYECTO

ANEXO B: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO A

RESUMEN DE PRESUPUESTO			
PROYECTO : "NUEVAS REPRESAS DE LIXIVIACION Y ESTRUCTURAS DE CONTROL DE AVENIDAS"			
CONTRATO : L41-F-0005			
PLAZO EJEC. : 259 Días Calendario			
Item	DESCRIPCION		
a)	Costo Total de Labor	US \$	756,682.75
b)	Costo Total de Equipo	US \$	2,582,613.53
c)	Costo Total de Materiales de Construcción	US \$	844,890.31
	SUB - TOTAL COSTO DIRECTO	US \$	4,184,186.59
e)	Costo Total Supervisión	US \$	369,041.20
f)	Seguridad	US \$	90,764.96
g)	Gastos Generales	US \$	505,336.57
h)	Utilidad y Financiación	US \$	445,228.96
	SUB-TOTAL COSTO INDIRECTO	US \$	1,410,371.69
I)	COSTO TOTAL	US \$	5,594,558.28
J)	IGV	US \$	1,062,966.07
K)	VALOR TOTAL	US \$	6,657,524.35

**PROYECTO NUEVAS REPRESAS DE
LIXIVIACION LESDE**

ITEM	PARTIDAS	UND.	PRESUPUESTO		
			METRADO	PU	TOTAL
			A	B	C=AxB
1.0	PARTIDAS GENERALES				
1.01	OBRAS PRELIMINARES				
1.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00	83,384.16	83,384.16
1.01.02	INSTALACION, MANTENIMIENTO Y RETIRO DE FACILIDADES DE OBRA	GLB	1.00	110,571.78	110,571.78
1.01.06	PLANOS AS-BUILT	GLB	1.00	5,661.35	5,661.35
1.01.07	POLIZA ACAR	GLB	1.00	37,464.00	37,464.00
	TOTAL PARTIDAS GENERALES				237,081.29

AREA : AREA 0821 - NUEVAS REPRESAS DE PLS

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		
			METRADO	PU	TOTAL
			A	B	C=AxB
AREA 0821A NUEVAS REPRESAS DE PLS - REPRESAS DE SEDIMENTACION					
I	OBRAS CIVILES				
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
1.1	VASO DE LA REPRESA				
1.1.01	Desbroce y limpieza	M2	1,470.00	1.46	2,146.20
1.1.02	Excavación de material suelto para relleno común del fondo del vaso de la represa de sedimentación para conformar el dique de la represa de sedimentación	M3	3,500.00	1.85	6,475.00
1.1.03	Excavación de material suelto para relleno común del fondo del vaso de la represa de pls, para conformar el dique de la represa de sedimentación	M3	8,300.00	1.85	15,355.00
1.2	DIQUE				
1.2.01	Desbroce y limpieza	M3	365.00	1.46	532.90
1.2.02	Excavación en roca (estribos de la presa)	M3	60.00	13.81	828.60
1.2.03	Excavación de material suelto (area de prestamo) para relleno común a ser usado en la conformacion del dique de la represa de sedimentación	M3	0.10	1.85	0.18
1.2.04	Transportar, colocar y compactar relleno común (zona 3)	M3	9,400.00	3.48	32,712.00
1.2.05	Transportar, colocar y compactar relleno común (zona 4)	M3	4,200.00	4.00	16,800.00
1.2.06	Suministro y colocación de dental concrete, sellando las fracturas debajo del relleno comun de la Zona 4	M3	20.00	213.09	4,261.80
1.2.07	Suministro y colocación de acabado de concreto (Grout Cap e = 0.30 m) debajo del relleno comun de la Zona 4.	M3	65.00	197.75	12,853.75
1.2.08	Explotación, transportar, colocar y compactar 150 mm de riprap bedding	M2	1,880.00	4.50	8,460.00
1.2.09	Explotación, transportar, colocar y compactar Riprap de 300 mm en la cara de la presa	M2	1,880.00	11.35	21,338.00
1.3	VERTEDERO				
1.3.01	Desbroce y limpieza	M2	120.00	1.46	175.20
1.3.02	Excavación de material de corte para relleno común	M3	200.00	1.85	370.00
1.3.03	Excavación en roca para relleno	M3	1,600.00	13.77	22,032.00
1.3.04	Suministro y colocacion de concreto (e=0.10 m) sobre las fracturas de la superficie de corte, sellandola	M3	70.00	193.28	13,529.60
1.3.05	Suministro y colocación de concreto Polimérico	M3	1.00	226.13	226.13
1.3.06	Suministrar e instalar stud liner (e=5 mm)	M2	770.00	72.77	56,032.90
1.3.07	Suministrar e instalar vertedero de medicion (cutthroat flume 44" W x 108" L) y vaso comunicante (stilling well)	est	1.00	481.61	481.61
	TOTAL AREA 0821A				214,610.87

AREA 0821B - NUEVAS REPRESAS DE PLS - REPRESA DE PLS					
1	OBRAS CIVILES				
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	VASO DE LA REPRESA				
2.1.01	Desbroce y limpieza	M2	4,700.00	1.46	6,862.00
2.1.02	Excavación de material suelto para relleno común del fondo del vaso de la represa de pls para conformar el dique de la represa de pls	M3	14,960.00	1.85	27,676.00
2.1.03	Excavación de material suelto para relleno común del fondo del vaso de la represa de retención para conformar el dique de la represa de pls	M3	50,000.00	1.85	92,500.00
2.2	DIQUE				
2.2.01	Desbroce y limpieza	M2	3,820.00	1.46	5,577.20
2.2.02	Excavación de material suelto en la base del nucleo de arcilla para relleno común.	M3	6,600.00	1.85	12,210.00
2.2.03	Excavación en roca (estribos de la presa)	M3	180.00	13.81	2,485.80
2.2.04	Excavación de material suelto (area de prestamo) para relleno común a ser usado en la conformacion del dique de la represa de pls	M3	18,000.00	1.85	33,300.00
2.2.05	Excavar, transportar, colocar y compactar material de filtro/drenaje (zona 2)	M3	7,000.00	4.87	34,090.00
2.2.06	Explotación, procesamiento, transporte, colocación y compactación de arcilla (zona 1)	M3	29,550.00	7.72	228,126.00
2.2.07	Transportar, colocar y compactar relleno común (zona 3)	M3	90,050.00	3.48	313,374.00
2.2.08	Suministro y colocación de dental concrete, sellando las fracturas debajo del nucleo de arcilla (zona 1).	M3	270.00	203.27	54,882.90
2.2.09	Suministro y colocación de acabado de concreto (Grout Cap e = 0.30 m) debajo del nucleo de arcilla (zona 1).	M3	900.00	192.43	173,187.00
2.2.10	Explotación, transportar, colocar y compactar 150 mm de riprap bedding	M2	4,960.00	4.50	22,320.00
2.2.11	Explotación, transportar, colocar y compactar Riprap de 300 mm en la cara de la presa	M2	4,960.00	11.35	56,296.00
2.2.12	DESVIO TEMPORAL DE CAUCE	GLB	1.00	1,712.64	1,712.64
2.3	DRENAJE DE FUNDACION				
2.3.01	Excavación de material suelto para relleno.	M3	3,300.00	1.85	6,105.00
2.3.02	Suministro y colocación de agregado para drenaje	M3	200.00	2.49	498.00
2.3.03	Proveer e instalar geotextil no tejido de 270 g/m2 (8OZ/YD2)	M2	1,010.00	2.46	2,484.60
2.3.04	Concreto pobre alrededor de la tubería de sumidero de subdrenes	M3	6.00	196.20	1,177.20
2.4	TUBERIA DE SUCCION			0.00	0.00
2.4.01	Suministro y colocación de concreto de 20MPa (incluye armadura)	M3	540.00	264.61	142,889.40
2.4.02	Suministro y colocación de concreto Polimérico	M3	3.00	226.13	678.39
2.4.03	Colocar y compactar cama de arena (e=0.15 m, incluye explotación)	M3	5.00	32.32	161.60
2.5	VERTEDERO				
2.5.01	Desbroce y limpieza	M2	315.00	1.46	459.90
2.5.02	Excavación de material de corte para relleno común	M3	640.00	1.85	1,184.00
2.5.03	Excavación en roca para relleno (ver nota 2)	M3	5,740.00	13.77	79,039.80

2.5.04	Suministro y colocación de concreto de 20MPa (incluye armadura)	M3	80.00	264.61	21,168.80
2.5.05	Suministrar e instalar stud liner (e=5 mm)	M2	340.00	72.77	24,741.80
2.5.06	Suministro y colocación de dental concrete sobre las fracturas de la superficie de corte, sellandola	M3	90.00	203.27	18,294.30
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS			0.00	0.00
3.1	DRENAJE DE FUNDACION			0.00	0.00
3.1.01	Tubería perforada CPT (Tipo SP) de 300 mm diam.	m	366.00	2.02	739.32
3.1.02	Accesorios para subdrenes	GLB	1.00	569.72	569.72
3.1.03	Tubería de sumidero HDPE de 1200 mm Diam.	GLB	1.00	2,477.12	2,477.12
4	GROUTING				
4.1	PERFORACION				
4.1.01	Cajas de madera para almacenar los testigos	und	40.00	42.66	1,706.40
4.1.02	Suministro de Agua para la inyecciones	mes	3.00	2,954.31	8,862.93
4.1.03	Traslado e instalación de equipo - Perforación diamantina	und	5.00	254.92	1,274.60
4.1.04	Perforación con recuperación de testigos en diametro HQ y/o NQ	m	200.00	183.12	36,624.00
4.1.05	Traslado e instalación de equipo - Perforación rotoperkusiva	und	124.00	64.34	7,978.16
4.1.06	Perforación Rotoperkusiva - sin reuperación de muestras, en diametro 2 1/2" - 3 1/2"	m	1,865.00	60.80	113,392.00
4.2	PRUEBAS DE PERMEABILIDAD			0.00	0.00
4.2.01	Pruebas rapidas WPT 1 estadio	und	291.67	65.15	19,002.30
4.2.02	Pruebas Lugeón 5 estadios	und	396.67	81.95	32,507.10
4.3	INYECCIONES DE CEMENTO				
4.3.01	Suministro de Cemento - Portland tipo V - bolsa de 42.5 Kg (inc movilización)	bolsa	2,955.00	9.79	28,929.45
4.3.02	Suministro de Agua para las inyecciones (cisterna)	mes	2.00	2,954.31	5,908.62
4.3.03	Inyeccion de Lechada de Cemento	bolsa	2,955.00	14.63	43,231.65
	TOTAL AREA 0821B				1,666,685.70

AREA 0821C - NUEVAS REPRESAS DE PLS - REPRESA DE RETENCION DE AVENIDAS

I	OBRAS CIVILES				
5	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
5.1	VASO DE LA REPRESA				
5.1.01	Desbroce y limpieza	M2	3,000.00	1.46	4,380.00
5.1.02	Excavación de material suelto para relleno común del fondo del vaso de la represa de retención	M3	4,200.00	1.85	7,770.00
5.2	DIQUE				
5.2.01	Desbroce y limpieza	M2	2,050.00	1.46	2,993.00
5.2.02	Excavación de material suelto en la base del núcleo de arcilla para relleno común.	M3	10,200.00	1.85	18,870.00
5.2.03	Excavación en roca (estribos de la presa, ver nota 2)	M3	270.00	13.81	3,728.70
5.2.04	Excavación de material suelto (area de prestamo) para relleno común a ser usado en la conformación del dique de la represa de retención	M3	106,000.00	1.85	196,100.00
5.2.05	Excavar, transportar, colocar y compactar material de filtro/drenaje (zona 2)	M3	8,200.00	4.87	39,934.00
5.2.06	Explotación, procesamiento, transporte, colocación y compactación de arcilla (zona 1)	M3	19,880.00	7.72	153,473.60
5.2.07	Transportar, colocar y compactar relleno común (zona 3)	M3	110,200.00	3.48	383,496.00
5.2.08	Suministro y colocación de dental concrete, sellando las fracturas debajo del nucleo de arcilla (zona 1).	M3	170.00	203.27	34,555.90
5.2.09	Suministro y colocación de acabado de concreto (Grout Cap e = 0.30 m) debajo del nucleo de arcilla (zona 1)	M3	570.00	192.43	109,685.10
5.2.10	Explotación, transportar, colocar y compactar 150 mm de riprap bedding	M2	5,440.00	4.50	24,480.00
5.2.11	Explotación, transportar, colocar y compactar Riprap de 300 mm en la cara de la presa	M2	5,440.00	11.35	61,744.00
5.2.12	DESVIO TEMPORAL DE CAUCE	GLB	1.00	1,712.64	1,712.64
5.3	DRENAJE DE FUNDACION				
5.3.01	Excavación de material suelto para relleno.	M3	3,900.00	1.85	7,215.00
5.3.02	Suministro y colocación de agregado para drenaje	M3	140.00	2.49	348.60
5.3.03	Proveer e instalar geotextil no tejido de 270 g/m ² (8OZYD2)	M2	930.00	2.46	2,287.80
5.3.04	Concreto f'c = 140 kg/cm ² alrededor de la tubería de sumidero de subdrenes	M3	6.00	206.67	1,240.02
5.4	TUBERIA DE DESCARGA				
5.4.01	Excavación en roca para relleno, eliminación o acopio	M3	210.00	13.15	2,761.50

5.4.02	Excavación de material suelto para relleno común	M3	250.00	1.85	462.50
5.4.03	Suministro y colocación de concreto de 20MPa (incluye armadura)	M3	75.00	264.61	19,845.75
5.5	VERTEDERO				
5.5.01	Desbroce y limpieza	M2	230.00	1.46	335.80
5.5.02	Excavación de material de corte para relleno común	M3	940.00	1.85	1,739.00
5.5.03	Excavación en roca para relleno	M3	3,740.00	13.77	51,499.80
5.5.04	Suministro y colocación de dental concrete sobre las fracturas de la superficie de corte, sellandola	M3	122.00	203.27	24,798.94
6	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS Y VÁLVULAS				
6.1	DRENAJE DE FUNDACION				
6.1.01	Tubería perforada CPT (Tipo SP) de 300 mm de diametro.	m	300.00	2.02	606.00
6.1.02	Accesorios para subdrenes	GLB	1.00	569.72	569.72
6.1.03	Tubería de sumidero HDPE de 1200 mm de diametro.	GLB	1.00	2,477.12	2,477.12
6.2	Pozo de Monitoreo				
6.2.01	Pozo de monitoreo de 50mm de diametro.	Est	1.00	539.07	539.07
7	GROUTING				
7.1	PERFORACION				
7.1.01	Cajas de madera para almacenar los testigos	und	68.00	42.66	2,900.88
7.1.02	Suministro de Agua para la inyecciones	mes	3.00	2,954.31	8,862.93
7.1.03	Traslado e instalación de equipo - Perforación diamantina	und	7.00	254.92	1,784.44
7.1.04	Perforación con recuperación de testigos en diametro HQ y/o NQ	m	270.00	183.12	49,442.40
7.1.05	Traslado e instalación de equipo - Perforación rotoperkusiva	und	157.00	64.34	10,101.38
7.1.06	Perforación Rotoperkusiva - sin reuperación de muestras, en diametro 2 1/2" - 3 1/2"	m	2,360.00	60.80	143,488.00
7.2	PRUEBAS DE PERMEABILIDAD				
7.2.01	Pruebas rapidas WPT 1 estadio	und	245.00	65.15	15,961.75
7.2.02	Pruebas Lugeón 5 estadios	und	254.00	81.95	20,815.30
7.3	INYECCIONES DE CEMENTO				
7.3.01	Suministro de Cemento - Portland tipo V - bolsa de 42.5 Kg	bolsa	3,800.00	9.79	37,202.00
7.3.02	Suministro de Bentonita	bolsa	80.00	26.73	2,138.40
7.3.03	Suministro de Arena	M3	40.00	142.22	5,688.80
7.3.04	Aditivo Reductor de Agua	litro	500.00	9.79	4,895.00
7.3.05	Suministro de Agua para las inyecciones (cisterna)	mes	2.00	2,954.31	5,908.62
7.3.06	Inyección de Lechada de Cemento	bolsa	3,800.00	14.63	55,594.00
	TOTAL AREA 0821C				1,524,433.46

AREA 0821D - NUEVAS REPRESAS DE PLS - ACCESOS

I	OBRAS CIVILES				
8	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
8.1	ACCESO N° 1 (Al Este de la represa de sedimentación)				
8.1.01	Desbroce y limpieza	M2	1,080.00	1.46	1,576.80
8.1.02	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	5,635.00	1.85	10,424.75
8.1.03	Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	350.00	3.48	1,218.00
8.1.04	Excavación en roca para relleno	M3	2,415.00	11.20	27,048.00
8.1.05	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	250.00	4.20	1,050.00

8.1.06	Excavar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	120.00	4.44	532.80
8.1.07	Suministro y colocación de Concreto 27.6 MPa (puente)	M3	12.50	317.31	3,966.37
8.2	ACCESO N° 2 (Al Oeste de la represas de sedimentación y de pls)				
8.2.01	Desbroce y limpieza	M2	1,140.00	1.46	1,664.40
8.2.02	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	6,500.00	1.85	12,025.00
8.2.03	Transportar, colocar y compactar relleno común	M3	580.00	3.48	2,018.40
8.2.04	Excavación en roca para relleno	M3	2,785.00	11.20	31,192.00
8.2.05	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	205.00	5.05	1,035.25
8.2.06	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	130.00	4.44	577.20
	TOTAL AREA 0821D				94,328.97
	TOTAL GENERAL NUEVAS REPRESAS DE PLS				3,500,059.00

AREA : AREA 0822 - CONTROL DE AVENIDAS

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		
			METRADO	PU	TOTAL
			A	B	C=AxB
1	OBRAS CIVILES				
1.1	DIQUE EN BOTADERO DE MINA ZONA NE				
1.1.01	DIQUE				
1.1.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA	M2	1,500.00	1.46	2,190.00
1.1.01.02	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	15,000.00	1.85	27,750.00
1.1.01.03	Transportar, colocar y compactar relleno común (zona 3)	M3	15,000.00	3.48	52,200.00
1.1.01.04	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno común (zona 3)	M3	35,788.00	5.01	179,297.88
1.1.01.05	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno de enrocado	M3	2,154.00	18.20	39,202.80
1.1.01.06	Explotación, procesamiento, transporte, colocación y compactación de arcilla	M3	1,138.00	7.72	8,785.36
1.1.01.07	INSTALACION DE GEOMEMBRANA DE HDPE SST e=80MILS	M2	4,108.00	2.47	10,146.76
1.1.01.08	Excavación en material suelto (trincheras)	M3	245.00	15.36	3,763.20
1.1.01.09	Explotar, transportar, colocar y compactar relleno de baja permeabilidad	M3	245.00	10.52	2,577.40
1.1.02	VERTEDERO				
1.1.02.01	Desbroce y limpieza	M2	320.00	1.46	467.20
1.1.02.02	Excavación de material de corte para relleno común	M3	171.00	1.85	316.35
1.1.02.03	Excavación en roca para relleno	M3	199.00	13.77	2,740.23
1.1.02.04	Suministro y colocación de dental concrete sobre las fracturas de la superficie de corte, canal en tramo de roca	M3	2.00	203.27	406.54
1.1.02.05	Selección, transporte y colocación de riprap grouteado, e=0.20m	M2	47.00	61.22	2,877.34
1.1.03	ACCESOS, PLATAFORMAS Y LINEA DE BOMBEO				
1.1.03.01	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	12134	1.85	22,447.90
1.1.03.02	Excavación en roca para relleno	M3	3033	11.20	33,969.60
1.1.03.03	Transportar, colocar y compactar relleno común	M3	10849	3.48	37,754.52
1.1.03.04	Explotar, transportar, colocar y compactar relleno estructural	M3	55	3.89	213.95
1.1.03.05	Explotar, transportar, colocar y compactar relleno de material granular	M3	4.5	3.76	16.92
1.1.03.06	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	1178	4.20	4,947.60
1.1.03.07	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	491	4.44	2,180.04
1.1.03.08	Explotación, transportar, colocar y compactar 150 mm de riprap bedding	M2	250.00	4.50	1,125.00

	Explotación, transportar, colocar y compactar Riprap de 300 mm en la cara de la presa	M2	250.00	11.35	2,837.50
1.1.03.09	Colocación de Alcantarilla MP-68, Ø0.60 m	ML	45.00	50.27	2,262.15
1.1.03.10	Suministro y colocación de Concreto de 27.6 MPa (bases y cimentación)	M3	4.5	348.06	1,566.27
1.2	DIQUE Y CANAL DE DERIVACION				
1.2.01	DIQUE				
1.2.01.01	DESBROCE Y LIMPIEZA	M2	850.00	1.46	1,241.00
1.2.01.02	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	80.00	1.85	148.00
1.2.01.03	Excavación en roca para relleno	M3	30.00	13.77	413.10
1.2.01.04	Suministro y colocación de dental concrete, sellando las fracturas debajo del dique	M3	3.00	203.27	609.81
1.2.01.05	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno común (zona 3)	M3	509.74	5.01	2,553.79
1.2.01.06	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno de enrocado	M3	509.74	18.12	9,236.48
1.2.01.07	Explotación, transportar, colocar y compactar 150 mm de riprap bedding	M2	65.00	4.50	292.50
1.2.01.08	Explotación, transportar, colocar y compactar Riprap de 300 mm en la cara de la presa	M2	65.00	11.35	737.75
1.2.02	CAPTACION Y VERTEDERO				
1.2.02.01	Excavación de material de corte para relleno común	M3	15.00	1.85	27.75
1.2.02.02	Excavación en roca	M3	35.75	13.77	492.27
1.2.02.03	Suministro y colocación de concreto de 20MPa (incluye armadura)	M3	15.00	264.61	3,969.15
1.2.02.04	Instalación de Alcantarilla MP-68, Ø0.60 m, vertedero	ML	25.00	7.83	195.75
1.2.02.05	Instalación de Alcantarilla MP-68, Ø0.90 m, captación	ML	32.00	316.89	10,140.48
1.2.03	ACCESO N° 3 Y CANAL				
1.2.03.01	DESBROCE Y LIMPIEZA	M2	3,500.00	1.46	5,110.00
1.2.03.02	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	1,073.16	1.85	1,985.34
1.2.03.03	Excavación en roca para relleno	M3	1,311.64	11.20	14,690.36
1.2.03.04	Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	775.50	3.48	2,698.74
1.2.03.05	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	180.18	5.05	909.90
1.2.03.06	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	112.6125	4.44	499.99
1.2.03.07	Suministro y colocacion de dental concrete sobre las fracturas de la superficie de corte, canal en tramo de roca	M3	8.00	208.92	1,671.36
1.2.03.08	Selección, transporte y colocación de riprap grouteado, e=0.10m	M2	45.00	28.07	1,263.15
2	OBRAS MECANICAS - SISTEMA DE BOMBEO				
2.1	EQUIPOS MECANICOS				
2.1.01	FABRICACION Y MONTAJE DE 2 FLOTADORES DE ACERO ASTM A36, 3'-0" DIAMETRO, INCLUYE BASE, GRATING, SOPORTES.	UND	1.00	860.38	860.38
2.1.02	FABRICACION Y MONTAJE DE FLOTADORES PARA LA TUBERIA DE 8" DIA HDPE, INCLUYE SOPORTERIA	UND	6.00	354.31	2,125.86
2.1.03	FABRICACION Y MONTAJE DE TANQUE 76 M3 ACERO , INCLUYE SOPORTES Y ESCALERA	UND	1.00	3,790.33	3,790.33
2.1.04	FABRICACION DE SOPORTERIA DE TUBERIA DE 10" DIA PARA ALIMENTAR DE AGUA A A CAMION CISTERNA	UND	1.00	176.43	176.43
2.1.05	MONTAJE DE BOMBA VERTICAL DE 50 HP.	UND	1.00	876.02	876.02
2.2	TUBERIAS				
2.2.01	TUBERIA 10" Dia, HDPE SDR 11	ML	90.00	33.15	2,983.50
2.2.02	TUBERIA 8" Dia, HDPE SDR 17	ML	90.00	31.17	2,805.30
2.2.03	TUBERIA 6" Dia, HDPE SDR 9	ML	115.00	27.28	3,137.20
2.2.04	TUBERIA 6" Dia, HDPE SDR 11	ML	185.00	27.28	5,046.80

2.2.05	TUBERIA 6" Dia, HDPE SDR 17	ML	245.00	27.28	6,683.60
2.3 VALVULAS					
2.3.01	MONTAJE DE VALVULAS MARIPOSA 8" DIA	UND	1.00	62.97	62.97
2.3.02	MONTAJE DE VALVULA CHECK WAFER 6" DIA	UND	1.00	43.74	43.74
2.3.03	MONTAJE DE VALVULAS MARIPOSA 6" DIA	UND	2.00	72.87	145.74
2.3.04	MONTAJE DE VALVULAS MARIPOSA 10" DIA	UND	2.00	43.74	87.48
2.3.05	MONTAJE DE VALVULAS VENTOSAS 2" DIA	UND	5.00	27.31	136.55
2.3.06	MONTAJE DE MANOMETROS	GLB	1.00	81.40	81.40
3 OBRAS ELECTRICAS - SISTEMA DE BOMBEO					
3.1 EQUIPOS					
3.1.01	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION DE 150KVA, 4.16/0.48KV, USO EXTERIOR	EA	1.00	135.83	135.83
3.1.02	MOTOR CONTROL CENTER EN 0.48KV, 03 FASES, 60HZ	EA	1.00	122.88	122.88
3.1.03	SWITCH DE NIVEL, 01NC +01NO, TIPO BOYA, EN 120VAC	EA	3.00	19.90	59.70
3.2 LINEA AEREA EN 4.16KV					
3.2.01	CABLE DE COBRE DESNUDO 16MM2, TEMPLE DURO	ML	1,800.00	0.24	432.00
3.2.02	COLD SHRINK QT-III OUTDOOR SKIRTED TERMINATION, 8.7 KV, CABLE 16MM2 (6 AWG), 95 KV BIL, CATALOG 7620-S-2, MADE 3M OR SIMILAR	EA	3.00	21.73	65.19
3.3 TUBERIAS R.G.S.					
3.3.01	CONDUIT R.G.S. 3" DIAMETER x 10 FEET WITH ACCESORIES	ML	15.00	2.06	30.90
3.3.02	CONDUIT R.G.S. 2" DIAMETER x 10 FEET WITH ACCESORIES	ML	750.00	2.06	1,545.00
3.3.03	CONDUIT R.G.S. 1" DIAMETER x 10 FEET WITH ACCESORIES	ML	60.00	2.06	123.60
3.3.04	CONDUIT R.G.S. 3/4" DIAMETER x 10 FEET WITH ACCESORIES	ML	30.00	2.06	61.80
3.4 CAJAS DE PASO METALICAS					
3.4.01	CAJA DE PASO METALICA CON TAPA DE 12" x 12" x 6", ENCERRAMIENTO NEMA 3R, USO EXTERIOR	EA	1.00	23.54	23.54
3.5 CABLES					
3.5.01	CABLE DE ENERGIA, TIPO N2XSJ, UNIPOLAR, 6 KV, 6 AWG	ML	30.00	0.52	15.60
3.5.02	CABLE DE FUERZA, TIPO NYT TETRAPOLAR, 1 KV, 95/50 MM2	ML	10.00	0.54	5.40
3.5.03	CABLE DE FUERZA, TIPO NYT TETRAPOLAR, 1 KV, 25/16 MM2	ML	60.00	0.54	32.40
3.5.04	CABLE DE FUERZA, TIPO NYBY TRIPOLAR, 1 KV, 3x6 MM2	ML	20.00	0.54	10.80
3.5.05	CABLE DE FUERZA, TIPO NYT DUPLEX, 1 KV, 2x1x6 MM2	ML	10.00	0.54	5.40
3.5.06	CABLE DE CONTROL, TIPO N2XSJ, 1 KV, 12x2.5 MM2	ML	700.00	2.09	1,463.00
3.5.07	CABLE DE COBRE DESNUDO TEMPLE BLANDO # 8 AWG	ML	30.00	0.52	15.60
3.6 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA					
3.6.01	TENDIDO DE CABLE DE COBRE DESNUDO # 4/0 AWG, TEMPLE SUAVE	ML	60.00	0.67	40.20
3.6.02	TENDIDO DE CABLE DE COBRE DESNUDO # 2/0 AWG TEMPLE SUAVE	ML	700.00	0.57	399.00
3.6.03	CONNECTION WITH CARTUCHO SIZE 250, THERMOWELD OR SIMILAR, TYPE CC-11, HORIZONTAL TO HORIZONTAL CABLE CROSS, CABLE RUN 4/0 AWG, CABLE TAP 4/0 AWG	EA	2.00	5.32	10.64
3.6.04	CONNECTION WITH CARTUCHO SIZE 150, THERMOWELD OR SIMILAR TYPE CC-2, HORIZONTAL CABLE TAP TO HORIZONTAL CABLE RUN, CABLE RUN 4/0 AWG, CABLE TAP 4/0 AWG	EA	6.00	5.32	31.92
3.6.05	CONNECTION WITH CARTUCHO SIZE 90, THERMOWELD OR SIMILAR, TYPE CC-2, HORIZONTAL CABLE TAP TO HORIZONTAL CABLE RUN, CABLE RUN 4/0 AWG, CABLE TAP 2/0 AWG	EA	5.00	5.32	26.60
3.6.06	CONNECTION WITH CARTUCHO SIZE 200, THERMOWELD OR SIMILAR, TYPE CS-4, VERTICAL THRU CABLE TO VERTICAL STEEL SURFACE, CABLE SIZE 2/0 AWG	EA	4.00	5.32	21.28
3.6.07	GROUND CONNECTOR FOR COPPER CABLE TO BAR, TYPE GBM, CATALOG GBM29, 2/0 SOL. - 250 CONDUCTOR, MADE BURNDY OR SIMILAR	EA	10.00	5.32	53.20
3.6.08	GROUND CONNECTOR FOR COPPER TWO CABLES TO BAR, TYPE GCM, CATALOG GCM29, 2/0 SOL. - 250 CONDUCTOR, MADE BURNDY OR SIMILAR	EA	5.00	5.32	26.60

3.6.09	COPPER LUGS-ONE HOLE, LONG-BARREL UP TO 35KV, SIZE 2/0 AWG. COLOR BLACK, PRODUCT NUMBER 31036, MADE 3M OR SIMILAR	EA	20.00	10.61	212.20
3.6.10	POZO DE PUESTA A TIERRA TRATADA CON TIERRA DE CULTIVO, SAL INDUSTRIAL Y CARBON	EA	2.00	153.79	307.58
3.7	SISTEMA DE ILUMINACION EXTERIOR				
3.7.01	LUMINAIRE PF, MEDIUM PREDATOR, 25LHP, 250W HPS, ENERGY SAVING, 120VAC, WET LOCATION, WIDE VERTICAL, WIDE HORIZONTAL BEAM, STAINLESS STEEL YOKE, GRAY, PROTECTED STARTER FOR HPS UNITS ONLY, CATALOG NUMBER: PF-25LHP-12-K-W-3-G-PS, MADE HOLOPHANE OR SIMILAR	EA	2.00	20.15	40.30
3.7.02	POLE HEIGHT 12 FEET, LUMINAIRE MOUNTING ARRANGEMENT 2 IN LINE, CATALOG NUMBER CSZSQ12J/2U/, MADE HOLOPHANE OR SIMILAR	EA	1.00	97.91	97.91
3.7.03	FOTOCELDA, 2000W, 120VAC	EA	1.00	14.16	14.16
3.8	ESTRUCTURA DE DERIVACION TIPO PSD				
3.8.01	MONTAJE DE ESTRUCTURA TIPO PSD, INCLUYE, POSTE, AISLADORES, CUT-OUT, RETENIDAS Y FERRETERIA, ETC	EA	1.00	952.52	952.52
3.9	ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO TIPO HS				
3.9.01	MONTAJE DE ESTRUCTURA TIPO ALINEAMIENTO HS, INCLUYE, POSTE, AISLADORES, RETENIDAS Y FERRETERIA, ETC	EA	1.00	1,077.12	1,077.12
3.10	ESTRUCTURA PARA SUBESTACION AEREA BIPOSTE				
3.10.01	MONTAJE DE ESTRUCTURA SUBESTACION AEREA BIPOSTE, INCLUYE, POSTES, AISLADORES, RETENIDAS Y FERRETERIA, ETC	EA	1.00	805.92	805.92
3.11	TOMACORRIENTE EXTERIOR				
3.11.01	MONTAJE DE TOMACORRIENTE EXTERIOR, 100A, 480VAC	EA	1.00	14.16	14.16
TOTAL GENERAL CONTROL DE AVENIDAS					538,252.43

AREA : AREA 0823 - SISTEMA DE BOMBEO DE PLS

ITEM	PARTIDAS	UND	PRESUPUESTO		
			METRA	PU	TOTAL
			O	B	C=AxB
1	OBRAS CIVILES				
1.1A	PLATAFORMA ESTACIONES MOLLE N° I				
1.1.01A	Dresbroce y limpieza	M2	1,575.00	1.46	2,299.50
1.1.02A	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	6,369.51	1.85	11,783.59
1.1.03A	Excavación en roca	M3	2,729.79	11.20	30,573.64
1.1.06A	Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	1,522.50	3.48	5,298.30
1.1.07A	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	3,258.36	5.01	16,324.38
1.1.09A	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	47.25	4.44	209.79
1.1.10A	Suministro y colocacion de dental concrete sobre las fracturas de la superficie de corte, cuneta en tramo de roca	M3	0.63	203.27	128.06
1.1.11A	Selección, transporte y colocación de riprap grouteado, e=0.10m en cunetas	M2	60.64	28.07	1,702.09
1.1.12A	Demoliciones y retiro de interferencias	GLB	0.50	5,173.93	2,586.96
1.1B	PLATAFORMA ESTACIONES MOLLE N°s I, II y III				
1.1.01B	Dresbroce y limpieza	M2	7,980.00	1.46	11,650.80
1.1.02B	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	5,879.48	1.85	10,877.02
1.1.03B	Excavación en roca	M3	33,317.03	11.20	373,150.68
1.1.04B	Excavación en roca (sin voladura)	M3	3,207.75	34.55	110,827.76
1.1.06B	Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	210.00	3.48	730.80

1.1.07B	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	682.50	5.01	3,419.32
1.1.09B	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	110.25	4.44	489.51
1.1.10B	Suministro y colocacion de dental concrete sobre las fracturas de la superficie de corte, cuneta en tramo de roca	M3	1.47	203.27	298.80
1.1.11B	Selección, transporte y colocación de riprap grouteado, e=0.10m en cunetas	M2	141.49	28.07	3,971.55
1.1.12B	Demoliciones y retiro de interferencias	GLB	0.50	5,173.93	2,586.96
1.2A	ACCESO N° 4				
1.2.01A	Dresbroce y limpieza	M2	2,789.60	1.46	4,072.81
1.2.02A	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	1,424.72	1.85	2,635.73
1.2.03A	Excavación en roca para relleno	M3	2,137.08	11.20	23,935.29
1.2.04A	Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	4,519.90	3.48	15,729.25
1.2.06A	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	313.83	4.20	1,318.08
1.2.07A	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	111.58	4.44	495.43
1.2B	ACCESO N° 5				
1.2.01B	Dresbroce y limpieza	M2	1,460.80	1.46	2,132.76
1.2.02B	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	423.72	1.85	783.88
1.2.03B	Excavación en roca para relleno	M3	635.58	11.20	7,118.49
1.2.04B	Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	1,654.40	3.48	5,757.31
1.2.06B	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	164.34	4.20	690.22
1.2.07B	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	58.43	4.44	259.43
1.2C	ACCESO N° 6				
1.2.01C	Dresbroce y limpieza	M2	6,336.00	1.46	9,250.56
1.2.03C	Excavación en roca para relleno	M3	17,234.82	11.20	193,030.00
1.2.04C	Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	1,915.10	3.48	6,664.54
1.2.05C	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno comun	M3	1,540.00	5.01	7,715.40
1.2.06C	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	1,571.13	4.20	6,598.74
1.2.07C	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	558.62	4.44	2,480.29
1.2.08C	Explotación, transportar, colocar y compactar 150 mm de riprap bedding (alcantarillas)	M2	209.55	4.50	942.97
1.2.08.1C	Explotación, transportar, colocar y compactar Riprap de 300 mm en la cara del talud (zona de alcantarillas)	M2	642.73	11.35	7,294.98
1.2.09C	Selección, transporte y colocación de riprap grouteado, e=0.30m en badenes	M2	196.90	57.22	11,266.61
1.2.10C	Selección, transporte y colocación de riprap grouteado, e=0.10m en cunetas	M2	88.00	28.07	2,470.16
1.2.11C	Suministro y colocacion de dental concrete sobre las fracturas de la superficie de corte, cuneta en tramo de roca	M3	27.50	203.27	5,589.92
1.2.12C	Colocación de Alcantarilla MP-68, Ø0.60 m	ML	118.80	50.27	5,972.07
1.2.14C	Gaviones 0.5 x 1.0 x 4.0 m.	UND	66.00	240.99	15,905.34
1.2.18C	Gaviones 1.0 x 1.0 x 5.0 m.	UND	55.00	368.71	20,279.05
1.2.22C	Geotextil	M2	550.00	5.12	2,816.00
1.2.23C	Geocompuesto	M2	176.00	21.54	3,791.04
1.2.01D	Dresbroce y limpieza	M2	7,629.60	1.46	11,139.21

1.2.02D	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	8,902.28	1.85	16,469.21
1.2.04D	Transportar, colocar y compactar relleno común	M3	20,744.90	3.48	72,192.25
1.2E	ACCESO N° 7				
1.2.03E	Excavación en roca para relleno	M3	6,081.90	11.20	68,117.28
1.2.04E	Transportar, colocar y compactar relleno común	M3	5,850.90	3.48	20,361.13
1.2.05E	Explotar, Transportar, colocar y compactar relleno común	M3	2,310.00	5.01	11,573.10
1.2.06E	Transporte y colocación de capa de rodadura de zona de préstamo (incluye explotación)	M3	1,598.85	4.20	6,715.17
1.2.07E	Explotar, transportar y colocar relleno común suelto para bermas de seguridad de zona de préstamo	M3	568.48	4.44	2,524.05
1.2.13E	Gaviones 0.5 x 1.0 x 3.0 m.	UND	66.00	171.45	11,315.70
1.2.17E	Gaviones 1.0 x 1.0 x 4.0 m.	UND	88.00	392.65	34,553.20
1.2.22E	Geotextil	M2	418.00	5.12	2,140.16
1.2.23E	Geocompuesto	M2	154.00	21.54	3,317.16
1.2.01F	Dresbroce y limpieza	M2	14,212.00	1.46	20,749.52
1.2.02F	Excavación y transporte de material de corte para relleno común	M3	8,824.20	1.85	16,324.77
1.2.04F	Transportar, colocar y compactar relleno común	M3	4,241.60	3.48	14,760.76
2	OBRAS MECANICAS - SISTEMA DE BOMBEO				
2.1	EQUIPOS MECANICOS				
2.1.01	Tendido de Tubería de 42" Dia, HDPE, ASTM D1248 (SDR 32.5), Type III, Class C, Grade P34, "Driscopipe,KWH or Rinker"- 40 FT	ML	360.00	62.86	22,629.60
2.1.02	Tendido de Tubería de 12" Dia, HDPE, ASTM D1248 (SDR 11), Type III, Class C, Grade P34, "Driscopipe,KWH or Rinker" - 40 FT	ML	300.00	16.24	4,872.00
2.1.03	18" Dia, HDPE, ASTM D1248 (SDR 32.5), Type III, Class C, Grade P34, "Driscopipe,KWH or Rinker"	ML	140.00	24.06	3,368.40
2.1.04	Accesorios y conexiones totales	GLB	1.00	20,137.03	20,137.03
TOTAL GENERAL SISTEMA DE BOMBEO DE PLS					1,319,165.56

ANEXO B: PANEL FOTOGRÁFICO

Represa De Sedimentación



Excavación en roca para vertedero



Colocación de Dental Concrete



Vaciado de Grou Cap



Perfilado de Talud



Colocación de Rip Rap



Represa de Sedimentación culminada

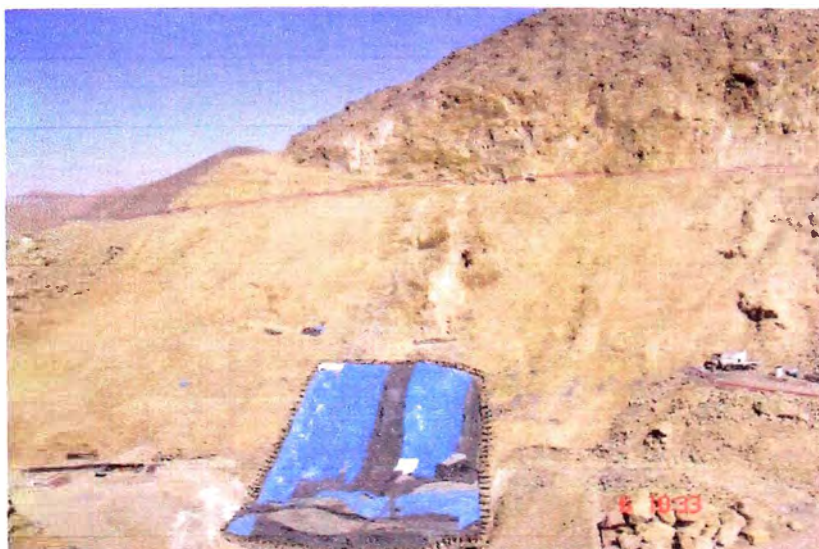
Represa de PLS



Excavación de Núcleo de Presa



Limpieza manual de lecho rocoso en núcleo de represa



Paño de Grout Cap



Perforación con equipos Diamec



Construcción de Drenaje



Primeras capas de relleno con equipo menor



Detalle de refuerzo en tuberías de HDPE



Tendido de Tubería de HDPE de 42"



Relleno de Represa (Encima de tubería de HDPE)



Colocación de Rip Rap paralelo al relleno de la represa



Represa de PLS culminada

Represa de Retención de Avenidas



Trazo de núcleo de represa



Excavación de núcleo de represa



Relleno con equipo pesado



Colocación manual de Dental Concrete



Vaciado de un paño de Grout Cap



Grout Cap sobre núcleo de represa



Primeras capas de relleno con equipo menor



Relleno de Represa de Retención de Avenidas culminada



Represa de Retención de Avenidas culminada

Varios



Acceso 6 culminado



Dique NE Mina culminado



Dique y canal de Derivación culminado