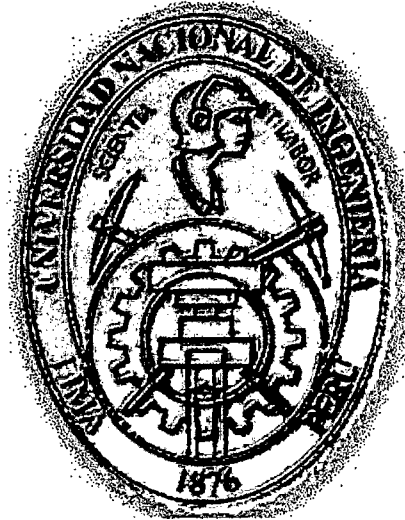


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**“PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRA DEL CANAL
PRINCIPAL CASCAJAL, NEPEÑA, CASMA, SECHÍN
TRAMO CORRESPONDIENTE A LAS PROGRESIVAS
70+540 AL 72+862.654 CRUCE DEL RÍO NEPEÑA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

CÉSAR HUGO CASO TUMIALÁN

LIMA, PERÚ

2002

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

**A mis padres y hermanos,
por el amor y apoyo
permanente que me
brindaron para ver realizada
mi profesión.**

**A Dios, por señalarme la luz y
el camino en los momentos
más difíciles.**

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	4
GENERALIDADES.....	4
1. EL PROYECTO ESPECIAL CHINECAS.....	4
1.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
1.2. EL CANAL PRINCIPAL TRAMO CASCAJAL – NEPEÑA Y CASMA – SECHÍN.....	6
1.2.1. Información general.....	6
1.2.2. Ubicación y accesos.....	7
1.2.3. Descripción de la Propuesta.....	7
1.2.4. Memoria descriptiva.....	9
1.2.5. Especificaciones técnicas y Descripción técnica de p.u.....	16
1.2.6. Presupuesto.....	29
PROYECTO DEL CRUCE DEL RIO NEPEÑA.....	31
2. Tramo del Cruce con el Río Nepeña progresivas 70+540 – 72+ 862.654.....	31
2.1. Antecedentes del Tramo en el Cruce con el Río Nepeña.....	31
2.2. Replanteo del Proyecto Original del Cruce del río Nepeña.....	31
2.3. Alternativas presentadas para el nuevo diseño.....	32
2.4. Aspectos técnicos considerados en la elección del Conducto Cubierto.....	36
3. Nuevo Trazo del Proyecto del Cruce con el Río Nepeña progresivas 70+540 – 72+ 862.654.....	37
3.1. Vista General.....	37
3.2. Conducto cerrado de sección rectangular.....	39
3.3. Estructura de Regulación, Aliviadero de Demasías y Descarga de Fondo.....	40
3.4. Diques de encauzamiento y Explanación del Cauce.....	52

3.5. Canal trapecial.....	53
INFORMACIÓN GENERAL DE LA OBRA.....	55
4. Descripción de la Obra.....	55
4.1. Generalidades.....	55
4.2. Organigrama de obra.....	58
4.3. Programa de obra.....	59
4.4. Plan Técnico de partidas de Control.....	59
CAPITULO II.....	60
PLANEAMIENTO Y SISTEMA DE CONTROL DE OBRA.....	60
1.1 Definiciones y Principios.....	62
1. Origen.....	62
2. Principios básicos del Lean Production.....	66
3. Conceptos y Principios Básicos del Lean Construction.....	68
1.2 Proceso de Programación.....	74
1.2.1 Look Ahead Planning (LAP).....	77
1.2.2 Programación lineal.....	79
1.2.3 Programaciones semanales.....	81
1.2.4 Programaciones diarias.....	85
1.2.5 Mediciones de terreno.....	85
1.2.6 Reunión de obra.....	86
1.3 Sistema de control de obra.....	87
1.3.1 Control de avance mensual.....	87
1.3.2 Seguimiento de producción.....	87
1.3.3 Control semanal de producción.....	88
1.3.4 Herramientas de control utilizadas en obra.....	88
1.3.5 Análisis detallado de partidas.....	91

1. Concreto ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$).....	91
2. Encofrado de superficie.....	92
3. Acero de refuerzo en superficie.....	93
4. Excavación corte cerrado en material suelto.....	94
5. Excavación de plataforma de canal en material suelto.....	96
6. Excavación caja de canal.....	98
7. Relleno compactado para canal.....	100
8. Relleno afirmado camino de canal.....	102
9. Transporte de tierra y grava.....	103
10. Enrocado de protección y relleno enrocado.....	104
1.4 Planeamiento y ejecución de procesos de construcción.....	107
CAPITULO III	115
ORGANIZACIÓN POR EL METODO DE LA CADENA	115
1.1 Organización en cadena.....	115
1. Planteamiento preliminar de la cadena compleja.....	115
2. Estimación preliminar de la duración de las cadenas.....	117
3. Ritmos de producción preliminares.....	122
4. Sectorización de obra.....	129
5. Normal tecnológica.....	131
6. Requerimientos de recursos.....	132
7. Cálculo del tiempo por sectores.....	134
8. Cálculo del acercamiento (O^m).....	134
9. Cálculo del acercamiento total (O^t).....	135
10. Cálculo de las fechas de inicio de las cadenas particulares (FI_i).....	143
11. Cálculo de los tiempos acumulados (k^s_i).....	144
12. Diagrama del ciclograma	144

CAPITULO IV	146
ANÁLISIS COMPARATIVO	146
I. Características de la cadena Objeto de Construcción.....	146
1. Relaciones de tiempo.....	147
2. Ritmos de producción, relación de tiempos, equipo en obra e índices de organización.....	149
2.1 Análisis del conducto cubierto.....	149
2.2 Diques de encauzamiento.....	153
2.3 Canal trapecial.....	157
2.4 Conducto cubierto, Diques de encauzamiento y Canal trapecial.....	162
II. Organización de los trabajos a través del lean Construction.....	166
III. Similitudes entre ambos sistemas de organización.....	168
IV. Diferencias entre ambos sistemas de organización.....	170
V. Mejoras entre ambos sistemas.....	171
CONCLUSIONES	173
En relación al Lean Production.....	173
En relación al Lean Construction.....	174
En relación a los procesos de programación.....	176
Respecto a los sistemas de control de obra.....	178
Acerca de la Organización en cadena.....	182
RECOMENDACIONES	187
BIBLIOGRAFÍA	189
GLOSARIO	193
ANEXOS	197

INTRODUCCIÓN

Las empresas nacionales de construcción están enfrentando actualmente una dura competencia con sus similares extranjeras. En una situación de crisis económica y productiva como la que atraviesa el país, siempre existen caminos opuestos que buscan aumentar la competitividad de las mismas. Por ello, la lucha en la competencia debe centrarse, en la búsqueda del sistema que brinde estándares de productividad mediante un manejo profesional de las actividades de construcción. Se trabaja sobre la base de la productividad, por ser el índice económico de mayor relevancia que sirve como criterio fundamental de evaluación de la actividad productiva.

De la misma forma como existen herramientas y procedimientos para el diseño estructural para determinar las menores dimensiones posibles que tomen las cargas de diseño, así también existen enfoques y herramientas concretas que permiten optimizar y encontrar los sistemas y cuadrillas óptimas para poder lograr mejoras substanciales en la construcción. Lograr el efecto simultáneo de disminución de los recursos laborales, materiales y energéticos sin inversiones adicionales de capital es posible mediante la organización más precisa de ejecución de los trabajos.

Para ello una de las medidas organizativas dirigidas para resolver el problema proviene de la teoría de la cadenicidad de la construcción, en la cual es fundamental la formación de unidades especializadas. La especialización de los trabajos no sólo debe abarcar las etapas de edificación sino también las etapas del desarrollo del proyecto de edificaciones y obras. La especialización de la producción permite el empleo más completo de los medios de mecanización. Los rendimientos bajos y tiempos improductivos significativos son producto de la aritmicidad de la construcción y la falta de habilitación oportuna de frentes de trabajo.

Pero esta no es la única solución. En el marco general del sistema de construcción es necesario considerar que ésta en su conjunto pueda tener acceso a técnicas modernas de gestión que le permitan avanzar en bloque. Actualmente existe un conjunto de herramientas que componen el mejoramiento de la productividad, que viene a ser la teoría de producción del "Lean Production" (producción sin pérdidas),

presentada en 1990, teniendo entre sus principales difusores a Lauri Koskela (VTT, Finlandia), Glenn Ballard (University Of California, Berkeley, USA) y Gregory Howell (University Of New México, Albuquerque, USA). Esta nueva filosofía fue puesta en aplicación por diversas empresas manufactureras y constructoras de USA. principalmente y en el resto del mundo.

El presente trabajo tiene por objetivo analizar el planeamiento, la programación y sistema de control de obra utilizando para ello las teorías mencionadas anteriormente. Para lograr dicho objetivo el análisis se desarrolla en la obra del Proyecto Cruce del Río Nepeña, que forma parte del Proyecto Especial Chincas (Construcción del Canal Principal Tramo Cascajal, Nepeña y Casma - Sechín), en la cual se está desarrollando la construcción aplicando la teoría de producción del "Lean Production". Analizando dicho proceso encontraremos los beneficios, fallas y similitudes de ambos sistemas, se presenta el planeamiento de la ejecución de los procesos de construcción en obra por medio de la teoría del Lean Production y el planeamiento alternativo por el método de la cadena de construcción.

En el Capítulo 1 se realiza la descripción y alcances del Proyecto Especial Chincas, información general, Memoria descriptiva, Especificaciones Técnicas, Presupuesto, información concerniente específicamente al Proyecto del Cruce del Río Nepeña y la información de la organización empresarial de los ejecutores de la obra.

El Capítulo 2 viene a ser el más importante del presente trabajo, ya que se trata esencialmente de mostrar los principios de la teoría del "Lean Production" y su aplicación en el planeamiento, programación y control de la obra Cruce del río Nepeña.

El Capítulo 3 presenta la organización del Planeamiento por la teoría de la "Cadena de construcción" para el Proyecto del Cruce del río Nepeña.

Luego en el Capítulo 4 se realiza el Análisis comparativo de rigor entre ambos sistemas descritos en los Capítulos 2 y 3 respectivamente, y los beneficios que resultarían de fusionar convenientemente ambas formas de trabajo.

Con este trabajo el autor espera brindar una contribución a todas las personas que laboran en el campo de la Ingeniería Civil, con el fin de poder responder a las principales preguntas que generalmente se formulan mientras se desarrolla un proceso constructivo, o cuando se esta liderando la dirección del mismo : ¿Qué cambiar?, ¿ A qué cambiar? Y ¿Cómo causar el cambio?. Queda claro la necesidad que las empresas y su personal respondan a la voluntad, capacidad y experiencia para realizar una adecuada gestión y control de la obra para poder encontrar la solución a estas interrogantes.

Finalmente debo expresar el reconocimiento a todas aquellas personas que contribuyeron de una u otra manera en la elaboración del presente trabajo, en particular al Dr. Juan Ríos Segura, sin cuya colaboración y dirección hubiera sido imposible la finalización de la presente tesis. De igual manera el reconocimiento a los funcionarios del Consorcio CHINECAS por su paciencia y consejos.

CAPITULO I

GENERALIDADES

“La estadística nos muestra que menos del 1.4% del territorio en nuestro país se encuentra bajo cultivo, incluyendo en esta superficie las áreas de pastos naturales. Por otro lado la región de la costa es una faja angosta, que se extiende frente al Océano Pacífico hasta una altitud aproximada de 2000 ms.n.m. En esta región la precipitación media anual varía de 20 a 50 mm, lo que no hace posible ningún tipo de cultivo, lo cual permite definir a la costa como un inmenso desierto separado de tramo en tramo por reducidos valles fértiles. En cambio las temperaturas medias en el año varían entre los 14 y 28°C lo cual hace posible todo tipo de agricultura, pero la escasez de los recursos hídricos hace que la costa requiera en todos sus valles de proyectos de Irrigación”.¹

Uno de los objetivos principales de los Proyectos de Irrigación es la de proporcionar el agua necesaria tanto para riego como para consumo de las poblaciones en las cuales el líquido elemento escasea, ya sea por las condiciones naturales del lugar como a diversos factores que afectan directamente a la economía incipiente de nuestro país. Es por ello que las decisiones que se tomen en el ámbito de gobierno en nuestro país estén directamente apuntando hacia estos sectores, cuyos terrenos adecuadamente utilizados pueden generar un ingreso económico importante, y a la vez impulsar el campo agroindustrial que esta bastante dejado de lado actualmente.

1. EL PROYECTO ESPECIAL CHINECAS

1.1. DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

El Proyecto Especial CHINECAS, se encuentra ubicado en la costa central del Perú en la Región Chavín, contempla el aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales y subterráneos disponibles de las cuencas de los ríos Santa, Nepeña, Casma y Sechín, con la finalidad de lograr los siguientes objetivos:

¹ Rosell C., C.A., Irrigación ,Capítulo de Ingeniería Civil del Consejo Departamental de Lima, 1998

- Mejoramiento de riego de 26,040 Has netas de los valles de Santa – Lacramarca, Nepeña, Casma y Sechín mediante la utilización de los recursos del río Santa.
- Mejoramiento de riego de 3730 Has netas de los valles de Nepeña y Casma mediante la utilización de recursos propios, tanto superficiales como subterráneos.
- Ampliación de 14,450 Has de tierras nuevas, ubicadas en los valles e intervalles de Santa- Lacramarca, Nepeña y Casma – Sechín, que serán incorporadas a la agricultura con los recursos del río Santa.
- Suministro de agua potable, para la población proyectada hasta el 2015, asentada en las localidades de Chimbote, Buenos Aires y los centros poblados ubicados en el ámbito del proyecto.
- Para lograr estos objetivos, se requerirá de la construcción de las siguientes obras:
 - Bocatoma La Huaca para la capacidad de captación de 35 m³/s.
 - Bocatoma La Víbora para una capacidad de captación de 12 m³/s.
 - Ampliación de la capacidad de conducción del canal IRCHIM, para una capacidad variable de 32 a 27 m³/s.
 - Canal Principal Tramo Cascajal, Nepeña y Casma – Sechín, a partir de la Progresiva Km 39 + 995 del Canal IRCHIM (inmediatamente aguas debajo de la toma del canal Carlos Leight), de 133.8 Km. De longitud y capacidad de conducción variable de 20 a 4 m³/s.
 - Canal Integrador Chimbote - Santa - San Bartolo, de 15 Km. De longitud y capacidad variable de 12 a 1.6 m³/s.
 - Infraestructura de Riego en Nepeña Alto y Casma Alto.

1.2. EL CANAL PRINCIPAL TRAMO CASCAJAL – NEPEÑA Y CASMA – SECHÍN

1.2.1. INFORMACIÓN GENERAL

EL CONSORCIO CHINECAS, constituido por la asociación de las empresas GyM S.A. – JJC Contratistas Generales, fue favorecido con la buena Pro de la Licitación Pública Internacional con Pre – Calificación N° 001-95-INADE-P.E. CHINECAS, para construcción de la obra **“Canal Principal Tramo Cascajal – Nepeña y Casma – Sechín”**, la misma que permitirá el mejoramiento de riego de 14550 Ha e incorporación de 14,445 Ha de tierras nuevas para cultivo.

La obra corresponde a un sistema de canales, túneles y acueductos con 130,917 m de longitud, dividido en dos tramos. El primer tramo denominado Cascajal – Nepeña, tiene una longitud de 69,482 m de los cuales 65,487 m. Corresponden a canales abiertos, 3395 m. A túneles y 240 m. a conducto enterrado y una capacidad de conducción variable entre 20.0 y 7.5 m³/s, disminuyendo la sección telescópicamente conforme se va derivando el agua de riego a las 20 Tomas Laterales.

El segundo tramo, denominado Nepeña – Casma – Sechín, cuenta con estudios a nivel de ingeniería básica, tiene una longitud de 61,435 m de longitud, de los cuales 52,703 m. corresponden a canales abiertos, 5037 m. a túneles y 3875 m. a conducto cubierto, y una capacidad de conducción variable entre 7.5 y 4.0 m³/s disminuyendo la sección telescópicamente conforme se va derivando el agua de riego a las 12 tomas laterales ubicadas en dicho tramo.

La entidad Contratante o Propietario de la Obra, Proyecto Especial Chinecas, suscribió el Contrato Principal de Ejecución de Obra con el CONSORCIO CHINECAS y adicionalmente contrató los servicios de la asociación LAGESA – OIST – SISA para la supervisión de obra.

1.2.2. UBICACIÓN Y ACCESOS

El canal Tramo Cascajal, Nepeña y Casma – Sechín, abarca los valles costeros de los ríos Santa – Lacramarca, Nepeña y Casma – Sechín. Geográficamente, se ubica entre los meridianos 78°03' y 78°39' de longitud oeste y entre los paralelos 08°40' y 09°32' de latitud sur, entre las cotas 188 y 120 m.s.n.m.

El acceso a la obra se realiza a partir de la carretera Panamericana norte, entre los Kms. 361 y 450, a través de las siguientes carreteras secundarias:

- Carretera Santa – Huallanca y desvío hacia el canal Carlos Leight.
- Carretera Cambio Puente – Cascajal.
- Carretera asfaltada a Nepeña y San Jacinto.
- Carretera al valle de Casma a partir del km 370 de la Panamericana.
- Camino de acceso principal, que comunica a la obra con la urbanización Bellamar, perteneciente a la ciudad de Chimbote, nuestro proveedor local, pasando por el campamento del propietario.
- Red vial interna, mediante la cual los distintos frentes de trabajo se encuentran comunicados.

1.2.3. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

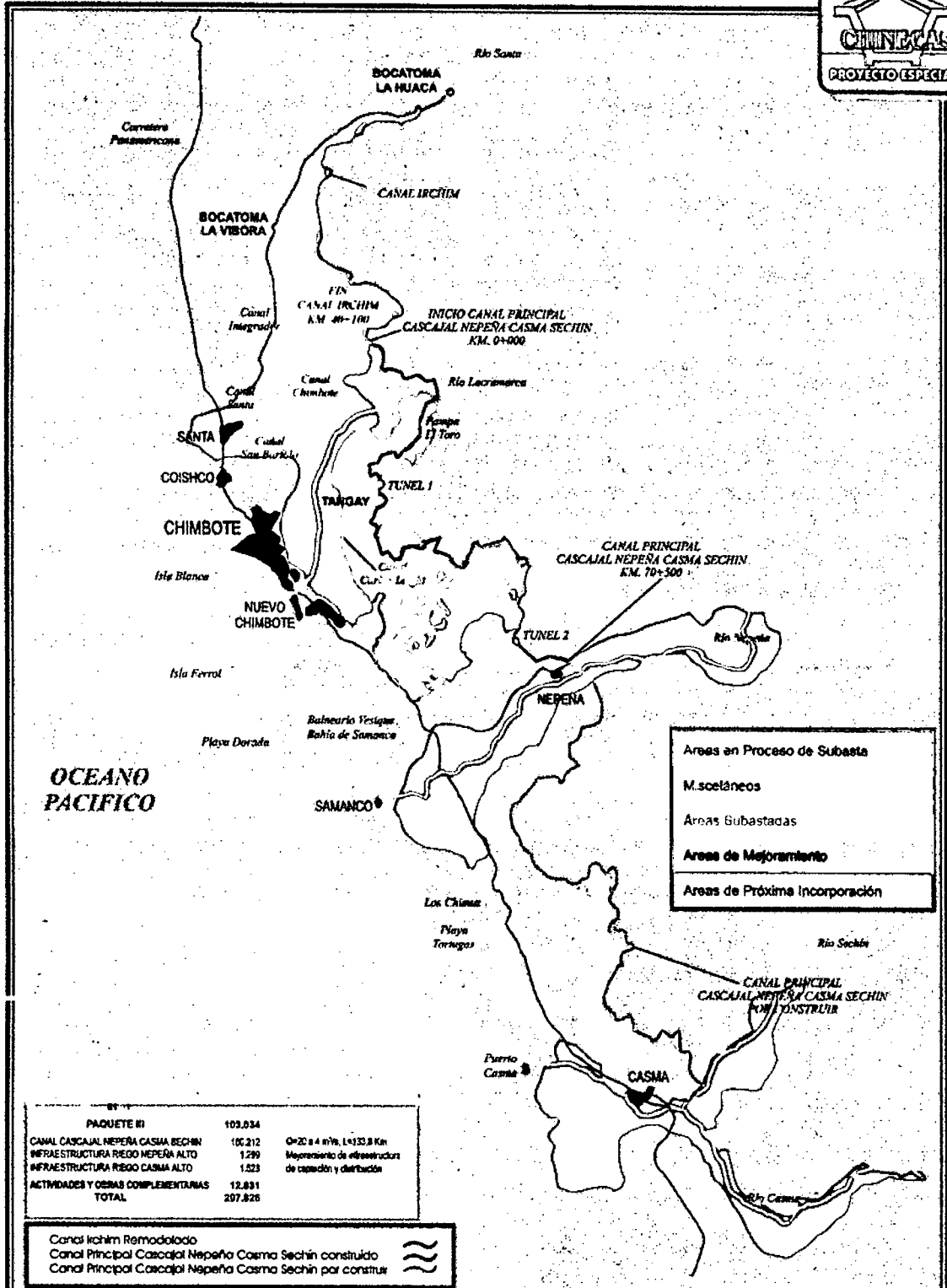
CLIENTE: El cliente es INADE por intermedio del Proyecto Especial CHINECAS.

PLAZO DE EJECUCIÓN: 1277 días calendario

FECHA DE INICIO : Noviembre 1994

FECHA DE FIN: Abril de 1999

V. Esquema General del Proyecto



Por depender la obra de fondos del tesoro publico, el plazo contractual se ha dilatado, debido a que las asignaciones presupuestales no han correspondido al cronograma contractual de desembolsos. Se trabaja en base a addendas anuales, con metas físicas. El Presupuesto para el año 2000 fue reducido, la obra entró a ritmo lento considerándose una menor asignación presupuestal para este y posteriormente para el 2,001.

DÍAS DE AMPLIACIÓN: 758 días calendario

MONTO DEL PRESUPUESTO: 206'914,697.02 nuevos soles

La convocatoria a licitación fue pública con precalificación.

Las empresas **Graña y Montero S.A. y J.J.C. Contratistas Generales S.A.** se presentaron a la licitación en forma de Consorcio CHINECAS. La confección preliminar del presupuesto tuvo como fuente las obras concluidas por GyM:

- CHAVIMOCHIC para trabajos en superficie
- KOVIRE para trabajos en subterráneo

Asimismo la empresa J.J.C. Contratistas generales S.A. elaboró su propio presupuesto, el cual se confrontó con el realizado con el de GyM para la elaboración de la oferta final.

RESULTADO DEL CONCURSO

Monto: S/. 175,351,438.15 a noviembre de 1994: equivalente a **US\$ 80'069,150 más IGV.**

Plazo: 42 meses

Para la evaluación de las propuestas el plazo de ejecución ponderó en la calificación de las ofertas en un 10%. Cabe destacar que el contrato incluye la ingeniería de detalle de aproximadamente el 45% de la obra.

Tipo de contrato: precios unitarios

Penalizaciones:

- Multa por atraso en el inicio de obra 1°/000
- Multa por demora en terminación de la obra 9°/000
- Máximo acumulado por multas 5%
- Premios : No existe

A medida que se han ido ejecutando los trabajos se han solicitado ampliaciones, llegando a ser que del plazo original que era de 1277 días calendarios, se ha prorrogado a 2035 días, habiéndose incrementado el plazo en un 59%.

A partir del año 97, al disponer el propietario con escasos recursos respecto a lo previsto inicialmente en el contrato, se convino en ejecutar la obra por metas anuales, de acuerdo a la disponibilidad presupuestal para cada año. Por ello se produjeron las ampliaciones más extensas que datan de 332 y 287 días respectivamente.

1.2.4. MEMORIA DESCRIPTIVA

Como el trabajo a elaborar corresponde al tramo concerniente al Proyecto Cruce del Río Nepeña, ubicado entre las progresivas 70+540 al 72+862.65, procederemos a detallar la Memoria Descriptiva de la misma.

La obra de cruce Nepeña se inicia en la progresiva 70+540. El canal Cascajal - Nepeña se encuentra construido aproximadamente hasta la mencionada progresiva, es decir casi 10 m aguas abajo del cruce de la carretera a San Jacinto. Para dar seguridad al canal el trazo original sufrió una variante: remontando aguas arriba del río Nepeña, para posteriormente cruzarlo por debajo de éste, ya que se vio en la etapa de estudio que era la alternativa más viable; el cambio de trazo, evitó a su vez, el cruce de una huaca ubicada a 25 metros de dicha carretera. El cruce del río sería con un conducto cerrado, lo suficientemente enterrado para protegerse contra la

socavación. Aguas abajo el canal seguiría su trazo original para empalmar con el tramo Nepeña Casma.

Desde el km 70+540 hasta la progresiva 70+790 la conducción es de un canal trapecial abierto tipo CC-I, luego, a través de una transición de 10 m, se inicia el vertedero de demasías y el regulador, hasta la progresiva 70+854. Del regulador sale el canal de descarga de aguas excedentes, hacia el río Nepeña. En la progresiva 70+854 se inicia el conducto enterrado de 946 m. Después de una transición de 10 m, nuevamente el canal se torna trapecial, esta vez de tipo CC-1A hasta la progresiva 72+856.65. Dentro de la denominada zona de cruce de río, de 300 m comprendidos dentro del canal rectangular, se han proyectado cuatro diques de encauzamiento. El proyecto contempla sistemas de drenaje.

Es preciso aclarar que el fin del nuevo estudio del cruce de río, progresiva 72+856.65 corresponde a la 72+360 del proyecto original (ecuación de empalme). Las partidas involucradas son las siguientes:

- “Mejoramiento camino de acceso a cruce río Nepeña”, serán dos tramos, uno de 0.79 km de longitud, que se inicia en la carretera que comunica a San Jacinto hasta el denominado cruce de río Nepeña; el segundo que une a las obras con la cantera de roca “Cerro Blanco”, de 0.40 km de longitud.
- “Limpieza y desbroce”, se limpiará toda la zona del proyecto con vegetación.
- “Desmante”, en las áreas de concreto que atraviesan terrenos de cultivos.
- “Excavación plataforma material suelto”, para los tramos de canal comprendido entre las progresivas 70+540 a la 70+790 y de la 71+900 a la 72+150. Se incluyen los trabajos de manejo de río como la construcción de un badén y la eliminación de los diques provisionales construidos con el fin de desviar las aguas.
- “Excavación corte cerrado material suelto”, en todo el conducto cubierto, desde el nivel de terreno natural hasta la cota de rasante del conducto, y desde la progresivas 70+854 a la 71+800, es decir 946 m. Igualmente en el

conducto de descarga de aguas excedentes, que se inicia en la progresiva 70+832.30 en dirección al río.

- “Excavación caja de canal material suelto”, en las excavaciones del canal trapecial, desde el Km 70+540 al Km 70+790 y desde el Km 71+810 al Km 72+856.65 y donde así lo señale el Expediente Técnico.
- “Excavación de estructuras material suelto”, esta partida se utilizará en las zanjas de drenaje, ubicadas en las progresivas 71+192 y 71+256, de 175 m y 536 m de longitud respectivamente y en todas las excavaciones de los tres sistemas de drenaje propuestos, para alojar las tuberías.
- “Compactación de superficie”, en el fondo del conducto cubierto en la zona de cruce de río y donde lo requiera el terreno de fundación del canal y de los rellenos.
- “Relleno compactado con material de préstamo”, en zonas donde el terreno natural pasa por debajo de la rasante de la plataforma y sea necesario rellenar, como por ejemplo, desde la progresiva 72+250 a la 72+856.65. Esta partida también se empleará para realizar algunos rellenos en zonas de reemplazo en el conducto, cuando sea ejecutado exclusivamente con hormigón de río. El cuerpo de los diques de encauzamiento también serán hechos con relleno compactado.
- “Relleno afirmado camino de servicio”, conformado por una berma de 2.50 m de ancho y un camino de servicio de 4.50 m de ancho, de 0.20 m de espesor. Ambos caminos van paralelos al canal.
- “Relleno compactado para estructuras”, a los costados del vertedero, regulador, canal de excedencias.
- “Relleno enrocado material propio”, relleno empleado a los costados del conducto cubierto.

- “Enrocado de protección”, se ha previsto enrocar el paramento interior (en contacto con el agua) de los diques de encauzamiento. Estos diques son cuatro: dos aguas arriba del río, de 380 m y dos aguas abajo, de 500 m de longitud aproximadamente, con “uñas” de cimentación también de roca. Sobre el conducto cubierto, en una longitud de 300 m (zona de cruce) se ha previsto un enrocado de 6 m aguas arriba y de 10 m aguas abajo, medidos desde el eje del conducto. El espesor de este enrocado es variable, con un promedio de 2 m.
- “Transporte de material de excavación caja de canal”, en la zona de derrumbes de excavación en corte cerrado del conducto cubierto, el cual será eliminado, conjuntamente con el material excavado, a botaderos determinados previamente por supervisión.
- “Transporte de tierra y grava”, el material para filtro será transportado desde la cantera de agregados (a la altura del km 59 del canal) hasta el conducto. Asimismo, el transporte desde la cantera de afirmado el material necesario para la berma y el camino de servicio.
- “Transporte de roca”, desde la cantera de roca hasta la zona de los enrocados. pues la roca se encuentra en zonas distantes de la obra de cruce, como por ejemplo en el sector denominado Cerro Blanco.
- “Bombeo en superficie”, con el concurso de motobombas de 6” colocadas en lugares estratégicos, ayudará a deprimir la napa freática.
- “Relleno con material suelto no compactado”, para la construcción del dique provisional de desvío inicial de las aguas, en época de estiaje. El río Nepeña será desviado de tal manera que el curso superficial de las aguas del río pase a un costado de los trabajos propios de la construcción, por lo que necesita un dique de 470 m de longitud, con una altura y anchos variables. Similarmente se considera la ataguía provisional indispensable para el manejo del río, ubicado en forma paralela al dique izquierdo aguas arriba del cruce.

- “Relleno gravo arenoso sin compactar”, material seleccionado que se colocará alrededor de las tuberías de drenaje.
- “Relleno con material de filtro”, por debajo de la subrasante del conducto cubierto se colocará grava como filtro, en un ancho igual al solado, el espesor es variable entre 2 y 10 cm, será empleado en el tramo del denominado “cruce de río”, de 300 m de longitud.
- “Concreto simple $f_c = 100$ ”, el solado será de 10 cm de espesor e irá por debajo de la losa inferior de las estructuras de concreto armado: en el conducto cubierto, en el aliviadero, en el regulador y en el canal de excedencias.
- “Concreto simple $f_c = 175$ ”, en la base del soporte de los escalines que se colocarán en el canal trapecial y en la transición de 6 m ubicada desde el km 72+856.65 al km 72+862.65.
- “Revestimiento de concreto $f_c = 175$, $e = 0.075$ ”, para canal trapecial tipo CC-1 de 1.50 m de base inferior, altura de caja de 2.65 m y talud 1:1.5, de 250 m de longitud; se inicia en la progresiva 70+540 hasta la 70+790. El espesor es de 0.075 m.
- “Revestimiento de concreto $f_c = 175$, $e = 0.075$ ”, para el canal trapecial tipo CC-1A, que se inicia en la progresiva 71+810 y finaliza en la 72+150 como un primer tramo . a partir de la 72+150 hasta la 72+856.654 el Revestimiento de concreto será de $f_c = 175$, $e = 0.065$ ” . Ambos tramos poseen una altura de caja de 2.35 m, el ancho de la base inferior es de 1.50 m y el talud es 1:1.5.
- “Concreto reforzado $f_c = 210$ cemento I”. Este tipo de concreto se empleará en la construcción de las transiciones de canal trapecial a conducto cubierto y viceversa (2). Asimismo en el conducto cubierto, que es un cajón de 3.50 m x 2.20 m, espesor de muros de 0.30 m y de losas, 0.35 m; su longitud es de 946 m y pasa por debajo del río Nepeña. El aliviadero también será construido con concreto $f_c = 210$ Kg/cm², constituido por un canal rectangular y un vertedero de demasías, de 29.37 m de longitud. El

regulador se inicia con un canal rectangular abierto, de 3.50 m de ancho y una altura variable de 3.185 a 2.895 m; la zona de compuertas es de 6.0 m de longitud, con dos aberturas para compuertas. Finalmente, el canal de descarga, que se inicia en la progresiva 70+832.30, también será con concreto 210; el primer y último tramo serán techados, de 18 y 24 m respectivamente, el resto será canal abierto de 215 m de longitud. En ambos casos la sección del canal será de 2.90 m de ancho por 1.50 m de altura, los muros y las losas tendrán 0.20 m de espesor; el canal descarga en el río Nepeña.

- “Encofrado vertical”, para dar formas a las obras de concreto.
- “Encofrado inferior”, en el encofrado del fondo de techo del conducto cubierto, en la zona de maniobras del regulador y en el conducto de descarga de aguas excedentes.
- “Encofrado curvo”, en los extremos de los pilares y en los muros donde irán las compuertas de alivio y del regulador.
- “Acero de refuerzo en superficie”, el refuerzo estructural se colocará en todas las estructuras de concreto $f'c = 210$.
- “Escalera de fierro galvanizado”, ubicado uno a la entrada y el otro a la salida de la zona de cruce de río, en los buzones de inspección.
- “Barandas de fierro galvanizado”, serán tubos de 2” de diámetro, ubicados en los perímetros del regulador y de la captación en el canal de excedencias. Las barandas estarán debidamente anclados en las losas de las estructuras mencionadas.
- “Junta de contracción, tapajunta de 6” “, será empleada en la alcantarilla ubicada en el km 72+490. La junta se compone de una tapajunta o “water stop” de 6” de ancho colocado alrededor de todo el paño, además se aplica imprimante, conforme lo señalado en los documentos contractuales.

- “Junta de dilatación, tapajunta de 9” “, estarán dispuestas entre los paños de concreto, por lo general cada 9.09 m, en el conducto cubierto, o donde así lo indiquen los planos. La junta se compone de una tapajunta o “water stop” de 9” de ancho colocado alrededor de todo el paño; además lleva imprimante, sellador y tecno-port, conforme lo señalado en los documentos contractuales.
- “Junta de dilatación, tapajunta de 6” “, en forma similar a la anterior, este tipo de junta se empleará en el conducto de descarga de aguas excedentes, o donde así lo indiquen los planos o donde lo ordene la supervisión.
- “Sellado de juntas de canal”, se construirán tres juntas longitudinales a lo largo de los canales trapeciales y las transversales serán cada cuatro metros. En la parte exterior de las juntas de dilatación también llevarán sello de canal.
- “Escalín de fierro”, se ubicarán escalines según donde corresponda, conforme lo ordenado en el proyecto general, es decir, cada 250 m en forma alternada, del canal trapecial.
- “Ataguías de madera”, en las zonas de las compuertas tanto en el regulador como en la captación del canal de excedencias.
- “Tubería P.V.C. DN 315 mm A-5 horadada”, esta tubería será empleada en los siguientes sistemas de drenaje:

Sistema I Del Km 70+540 al Km 70+790

Del Km 70+790 al Km 0+006.70 del conducto de descarga

Del Km 0+006.70 al Km 0+063.18 del conducto de
descarga

Del Km 0+063.18 al Km 0+264.04 del conducto de
descarga

(ambos lados)

Sistema II Del Km 70+900 al Km 71+700

Sistema III Del Km 71+810 al Km 72+490

- “Tubería P.V.C., DN 315 mm A-5”, para descargar las aguas captadas por los sistemas de drenaje, al río Nepeña. En el Sistema II, con 308 m de longitud y en el Sistema III, con 85 m de longitud (actualmente anulado).
- “Geotextil 200 g/m², con costura”, cubrirá a las tuberías horadadas de los sistemas de drenaje.
- “Accesorios metálicos”, son los insertos metálicos que serán utilizados para el anclaje de las barandas, escaleras y para los contornos de las tapas de los buzones de inspección del conducto cubierto.
- “Compuerta deslizante de 1.60 m x 1.60 m”, serán accionadas mecánicamente, a través de volantes en la toma del canal de excedencias.
- “Compuerta deslizante de 1.50 m x 1.90 m”, ídem a la anterior, para las compuertas ubicadas en el regulador.

1.2.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE PRECIOS UNITARIOS

La numeración que se detalla a continuación proviene de la descripción de las especificaciones técnicas del Plan técnico de Partidas asignadas para esta obra, si se requiere información de los acápite mencionados en cada caso, se tendrá que recurrir al expediente técnico de la construcción del canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma –Sechín Volumen III.

1.08 MEJORAMIENTO CAMINO DE ACCESO A CRUCE RÍO NEPEÑA

Especificaciones Técnicas: Los trabajos consistirán en lo siguiente: eliminación de desmonte para los tramos que lo requieran, compactación de la superficie que va a recibir el material, donde sea necesario, colocación de material lastrado de hormigón de río de espesores entre 0.15 y 0.20 m Este material deberá ser clasificado, eliminando las piedras mayores a 2”, compactado con rodillo, nivelado con motoniveladora y regado con cisterna.

Esta partida se empleará en el mejoramiento de una trocha existente la que deberá prolongarse hasta llegar al sitio de las obras.

Descripción técnica de los precios unitarios: El precio unitario comprende los trabajos de limpieza, desmonte, conformación de plataforma, rellenos, explotación de material de lastre, carguío, transporte, colocación y compactación del material de hormigón de río, de acuerdo a lo previsto en las Especificaciones Técnicas.

La valorización se efectuará por km de camino mejorado y aprobado por la supervisión

2.01 LIMPIEZA Y DESBROCE

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.01 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.01 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

2.02 DESMONTE

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.02 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.02 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.03 EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA MATERIAL SUELTO

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.03.01, 3.03.02, 3.03.05, 3.03.06, 3.03.08 y 3.03.10 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.03 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

2.06 EXCAVACIÓN DE CORTE CERRADO EN MATERIAL SUELTO

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.03.01, 3.03.02, 3.03.05, 3.03.06, 3.03.07, 3.03.08 y 3.03.10 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.06 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

2.09 EXCAVACIÓN DE CAJA DE CANAL MATERIAL SUELTO

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.03.01, 3.03.02, 3.03.05, 3.03.06, 3.03.08 y 3.03.10 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.09 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.12 EXCAVACIÓN DE ESTRUCTURAS MATERIAL SUELTO

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.03.01, 3.03.02, 3.03.05, 3.03.06, 3.03.07, 3.03.08 y 3.03.10 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.12 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.15 COMPACTACIÓN DE SUPERFICIE

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.04.01 y 3.04.02 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.15 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.17 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA CANAL (RC)

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.04.01 y 3.04.04 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.17 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.18 RELLENO AFIRMADO CAMINO DE SERVICIO (G')

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.04.01 y 3.04.05 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.18 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.19 RELLENO COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS (RE)

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.04.01 y 3.04.06 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.19 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.21 RELLENO ENROCADO CON MATERIAL PROPIO (RP)

Especificaciones Técnicas: referirse a ítems 3.04 y 3.04.08 de las E. T. contractuales.

Descripción Técnica de los Precios Unitarios: referirse a ítems 2.00 y 2.21 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.22 ENROCADO DE PROTECCIÓN (E)

Especificaciones Técnicas: ver acápites 3.04.01 y 3.04.09 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.22 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.23 TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN DE CAJA DE CANAL EN CORTE CERRADO

Especificaciones Técnicas: ver acápite 3.05.01 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.23 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.24 TRANSPORTE DE TIERRA Y GRAVA

Especificaciones Técnicas: ver acápite 3.05.01 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.24 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.25 TRANSPORTE DE ROCA

Especificaciones Técnicas: ver acápite 3.05.02 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.25 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.26 BOMBEO DE SUPERFICIE

Especificaciones Técnicas: ver acápite 3.06 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 2.26 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

2.27 RELLENO CON MATERIAL SUELTO NO COMPACTADO

Especificaciones Técnicas: ver capítulo de las Especificaciones Técnicas del Presupuesto Adicional N° 2 "Obras complementarias provisionales y definitivas para construcción de toma y rápida Carlos Leigh".

Descripción técnica de los precios unitarios: ídem a la anterior.

2.29 RELLENO GRAVO ARENOSO SIN COMPACTAR

Especificaciones Técnicas: ver capítulo de las Especificaciones Técnicas del Presupuesto Adicional N° 2 "Obras complementarias provisionales y definitivas para construcción de toma y rápida Carlos Leigh".

Descripción técnica de los precios unitarios: ídem a la anterior.

2.30 RELLENO CON MATERIAL DE FILTRO D = ¾"

Especificaciones Técnicas: ver acápite 2.30 de las Especificaciones Técnicas del Presupuesto Adicional N° 5 "Obras de arte complementarias".

Descripción técnica de los precios unitarios: ídem a la anterior.

2.32 EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO EN PRESENCIA DE AGUA

Especificaciones Técnicas: Los trabajos consistirán en lo siguiente: Levantamiento de todos los materiales que pueden ser removidos a mano, con excavadora, o con equipos de movimiento de tierra sin escarificador, en presencia de agua.

El Contratista deberá realizar estas excavaciones después de que haya efectuado el levantamiento de las secciones transversales del terreno natural.

Descripción técnica de los precios unitarios: El Precio Unitario comprende los costos de mano de obra, equipo y/o maquinaria y herramientas necesarios para realizar la excavación en material suelto en agua de conformidad con las Especificaciones Técnicas, hasta alcanzar los niveles de cimentación y líneas de excavación, según los planos . Los materiales excavados serán colocados al lado del área de trabajo.

La unidad de medida para el pago es el metro cúbico (m³) excavado, medido desde el nivel del terreno natural hasta los niveles indicado en los planos.

4.01 CONCRETO SIMPLE F' C = 100 SOLADOS

Especificaciones Técnicas: ver acápites 5.00, 5.01, 5.02, 5.03, 5.04, 5.05, 5.06, 5.07, 5.09, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15 de las E.T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.00 y 4.01 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

4.03 CONCRETO SIMPLE F' C = 175

Especificaciones Técnicas: referirse a acápites 5.01, 5.02, 5.03, 5.04, 5.05, 5.06, 5.07, 5.08, 5.09, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.03 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

4.04 REVESTIMIENTO CONCRETO F' C = 175, E = 0.075 M

Especificaciones Técnicas: ver acápites 5.00, 5.01, 5.02, 5.03, 5.04, 5.05, 5.06, 5.07, 5.08, 5.09, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15 de las E.T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.00 y 4.04 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

4.05 REVESTIMIENTO CONCRETO F' C = 175, E = 0.065 M

Especificaciones Técnicas: ver acápites 5.00, 5.01, 5.02, 5.03, 5.04, 5.05, 5.06, 5.07, 5.08, 5.09, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15 de las E.T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.00 y 4.05 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

4.06 Concreto reforzado f'c = 210 cemento I

Especificaciones Técnicas: referirse a acápites 5.01, 5.02, 5.03, 5.04, 5.05, 5.06, 5.07, 5.08, 5.09, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.06 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

4.07 ENCOFRADO VERTICAL

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 5.16 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.07 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

4.08 ENCOFRADO INFERIOR

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 5.16 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.08 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

4.09 ENCOFRADO CURVO

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 5.16 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.09 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

4.10 ACERO DE REFUERZO EN SUPERFICIE

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 5.17 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 4.10 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

8.07 ESCALERA DE FIERRO GALVANIZADO

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.03 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.07 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

8.08 BARANDA DE FIERRO GALVANIZADO

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.03 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.08 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

8.10 JUNTA CONTRACCIÓN, TAPAJUNTA DE 6”

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.04 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.10 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

8.11 JUNTA DILATACIÓN, TAPAJUNTA DE 9”

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.04 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.11 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

8.12 JUNTA DILATACIÓN, TAPAJUNTA DE 6”

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.04 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.12 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

8.13 SELLADO DE JUNTAS DE CANAL

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.05 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.13 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

8.14 ESCALÍN DE FIERRO

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.06 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.14 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

8.15 ATAGUÍAS DE MADERA

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 9.07 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 8.15 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

8.27 TUBERÍA P.V.C. DN 315 MM A-5, HORADADA

Especificaciones Técnicas: Las tuberías de policloruro de vinilo no plastificado, PVC, de 315 mm de diámetro, y 7.7 mm de espesor, serán de clase 5; con coeficiente de Manning de 0.009. El sistema de empalme será espiga campana. La resistencia de los tubos a la presión interna será de 22 Kg/cm²; la resistencia al aplastamiento transversal deberá ser 40% del diámetro exterior. Los tubos serán perforados con 4 agujeros de 0.01 m de diámetro, espaciados cada 0.08 m. Serán fabricadas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 4422 de 1997.

Antes de bajar la tubería a la zanja, se verificará que no existen piedras en su interior para que la cama de arena sea la adecuada, además de verificar

que todos los tubos estén en buenas condiciones y presenten el bisel o chaflán en la espiga. Se debe controlar el nivel y el alineamiento.

Descripción técnica de los precios unitarios: El precio unitario incluye los costos de mano de obra, materiales, herramientas y equipo necesarios para el suministro y colocación de acuerdo a planos, de las tuberías de policloruro de vinilo, PVC, de 315 mm de diámetro exterior, de clase A-5, incluyendo el costo de los agujeros, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas.

La unidad de medida para el pago es el metro (m) lineal de tubería colocada.

8.28 TUBERÍA P.V.C. DN 315 MM A-5

Especificaciones Técnicas: Las tuberías de policloruro de vinilo no plastificado, PVC, de 315 mm de diámetro, y 7.7 mm de espesor, serán de clase 5; con coeficiente de Manning de 0.009. El sistema de empalme será espiga campana. La resistencia de los tubos a la presión interna será de 22 Kg/cm²; la resistencia al aplastamiento transversal deberá ser 40% del diámetro exterior. Serán fabricadas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP-ISO 4422 de 1997.

Antes de bajar la tubería a la zanja, se verificará que no existen piedras en su interior para que la cama de arena sea la adecuada, además de verificar que todos los tubos estén en buenas condiciones y presenten el bisel o chaflán en la espiga. Se debe controlar el nivel y el alineamiento.

Descripción técnica de los precios unitarios: El precio unitario incluye los costos de mano de obra, materiales, herramientas y equipo necesarios para el suministro y colocación de acuerdo a planos, de las tuberías de policloruro de vinilo, PVC, de 315 mm de diámetro exterior, de clase A-5, de acuerdo a las Especificaciones Técnicas.

La unidad de medida para el pago es el metro (m) lineal de tubería colocada.

8.29 GEOTEXTIL 200 G/M2, CON COSTURA

Especificaciones Técnicas: El tipo de geotextil deberá ser no tejido, de 200 g/m², resistente a la tensión y al punzonamiento y buena capacidad de elongación. La unión entre las mantas de geotextil serán mediante costura. La unión será hecha con hilo de nailon plastificado de alta tenacidad, la puntada debe ser regulada, es decir, para cada 5 cm de costura, deben haber siete puntadas; este tipo de unión provoca una pérdida de 5 a 10 cm en los extremos.

Descripción Técnica de Precios Unitarios: El "precio unitario" incluye los costos de mano de obra, materiales, herramientas y equipo necesarios para el suministro, transporte, cosido e instalación del geotextil de 200 gr/m², según especificaciones técnicas.

La unidad de medida para el pago es el metro cuadrado (m²) instalado.

9.01 ACCESORIOS METÁLICOS

Especificaciones Técnicas: referirse a acápites 10.01 y 10.09 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 9.01 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales.

9.04 COMPUERTA DESLIZANTE DE 1.60X1.60

Especificaciones Técnicas: referirse a acápites 10.01, 10.02, 10.03, 10.04, 10.06, 10.07, 10.08, y 10.10 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: ver acápite 9.04 de la Descripción Técnica de precios unitarios contractuales

9.11 COMPUERTA DESLIZANTE DE 1.50X1.90

Especificaciones Técnicas: referirse a acápite 10.01, 10.02, 10.03, 10.04, 10.06, 10.07, 10.08, y 10.10 de las E. T. contractuales.

Descripción técnica de los precios unitarios: El "precio unitario" incluye los costos de mano de obra, materiales, herramientas y equipos necesarios para la fabricación, carguío, transporte a obra, descarga, almacenamiento, montaje, pintura, puesta en operación, control de los trabajos y pruebas de funcionamiento de las compuertas planas metálicas deslizantes tipo ARMCO modelo 10.00 o similar, de 1.50 m x 1.90 m, con sistema manual de izaje que se instalarán en la obra. Incluye el panel y compuerta metálicos, constituidos por planchas y perfiles soldados, las guías laterales y vástagos de acero inoxidable, el mecanismo de izaje manual de acuerdo a los planos y Especificaciones Técnicas.

1.2.6. PRESUPUESTO

A continuación se presenta el cuadro resumen con las partidas que se van a desarrollar durante el Proyecto Cruce del río Nepeña, y su respectivo presupuesto anual .

CONSORCIO CHINECAS
CANAL CASCAJAL-NEPEÑA-CASMA-SECHIN

CRUCE RIO NEPEÑA

FECHA BASE: 30/11/94

Item	PARTIDA	UNID.	P.U.	METRADO	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
1.00	OBRAS PRELIMINARES					
1.08	Mejoramiento camino acceso a Cruce Río Nepeña	km	10,724.19	1.19	12,761.79	12,761.79
2.00	MOVIM TIERRA EN SUPERFICIE					
2.01	Limpieza y Desbroce	ha	3,517.31	15.29	53,777.56	
2.02	Desmonte	m3	2.93	3,915.80	11,473.29	
2.03	Excav Plataf Material Suelto	m3	2.25	14,223.96	32,003.91	
2.06	Excav Corte Cerrado Mat Suelto	m3	4.51	50,728.80	228,786.89	
2.09	Excav Caja Canal Mat Suelto	m3	4.40	42,491.69	186,963.44	
2.12	Excav Estruct Mat Suelto	m3	2.77	12,346.68	34,200.30	
2.15	Compactacion de Superficie	m2	1.24	30,217.60	37,469.82	
2.17	Relleno Comp Mat Prestamo Canal (Rc)	m3	7.78	68,788.03	535,170.87	
2.18	Relleno Afirm Camino Serv (G)	m3	11.01	2,502.12	27,548.34	
2.19	Relleno Comp Estructuras (Rc)	m3	17.60	3,385.99	59,593.42	
2.21	Relleno Enrocado Mat Propio (Rp)	m3	5.35	11,233.75	60,100.56	
2.22	Enrocado de Proteccion (E)	m3	24.54	32,657.25	801,408.92	
2.23	Transp Mat de Excav de Caja Canal	m3	2.34	5,797.41	13,565.94	
2.24	Transporte de Tierra y Grava	m3-km	1.00	52,787.39	52,787.39	
2.25	Transporte de Roca	m3-km	1.17	139,011.65	162,643.63	
2.26	Bombeo en Superficie	hora	19.53	3,000.00	58,590.00	
2.27	Relleno Con Mat. Suelto No Compactado	M3.	1.63	24,009.33	39,135.21	
2.29	Relleno Gravo-Arenoso sin Compactación, en Taludes	m3	14.11	3,170.40	44,734.34	
2.30	Relleno Con Mat. de Filtro, d=3/4"	M3.	27.41	207.46	5,686.48	2,445,640.31
4.00	CONCRETO EN SUPERFICIE					
4.01	Concreto Simple Fc=100 solados	m3	134.89	536.87	72,418.39	
4.03	Concreto Simple Fc=175	m3	167.43	8.63	1,444.59	
4.04	Revest concreto Fc=175 , e=0.075	m2	16.11	2,850.00	45,913.50	
4.05	Revest concreto Fc=175 , e=0.065	m2	14.93	10,801.42	161,265.20	
4.06	Concreto Reforz Fc=210 Cemento I	m3	174.51	4,688.24	818,144.76	
4.07	Encofrado Vertical	m2	30.89	12,655.49	390,928.23	
4.08	Encofrado Inferior	m2	36.77	3,049.14	112,116.88	
4.09	Encofrado Curvo	m2	53.41	14.49	773.91	
4.10	Acero de Refuerzo en Superficie	t	1,701.34	336.18	571,948.71	2,174,954.17
8.00	TUBERIAS Y MISCELANEOS					
8.07	Escalera de Fierro Galvanizado	m	68.73	8.40	577.33	
8.08	Baranda de Fierro Galvanizado	m	108.43	16.70	1,810.78	
8.10	Junta Contraccion, Tapajunta de 6"	m	17.53	14.40	252.43	
8.11	Junta Dilatación, Tapajunta de 9"	M.	56.21	1,421.80	79,919.38	
8.12	Junta Dilatación, Tapajunta de 6"	M.	32.64	205.10	6,694.46	
8.13	Sellado de Juntas de Canal	m	5.31	9,525.58	50,580.83	
8.14	Escalin de Fierro	Ud	4.08	40.00	163.20	
8.15	Ataguías de Madera	pie2	12.47	540.00	6,733.80	
8.27	Tubería PVC DN 315 mm A-5 horadada	M.	48.70	2,217.16	107,975.69	
8.28	Tubería PVC DN 315 mm A-5	M.	48.00	393.00	18,864.00	
8.29	Geotextil 200 g/m2	M2.	5.24	2,194.43	11,498.81	285,070.71
9.00	EQUIPO ELECTROMECHANICO					
9.01	Accesorios Metalicos	Kg.	4.41	814.34	3,591.24	
9.04	Compuerta Deslizante de 1.60 x 1.60 m	Ud.	19,759.92	2.00	39,519.84	
9.11	Compuerta Deslizante de 1.50 x 1.90 m	Ud.	21,193.55	2.00	42,387.10	85,498.18
	Costo directo					5,003,925.16
	G. Generales relacionados con el tiempo		16.31%			816,140.19
	Utilidades		10.00%			582,006.54
	Subtotal					6,402,071.89
	IGV		18.00%			1,152,372.94
	Presupuesto Oferta					7,554,444.83

PROYECTO DEL CRUCE DEL RIO NEPEÑA

2. TRAMO DEL CRUCE CON EL RÍO NEPEÑA PROGRESIVAS 70+540 – 72+ 862.654

2.1. ANTECEDENTES DEL TRAMO EN EL CRUCE CON EL RÍO NEPEÑA

El Cruce Río Nepeña cuenta con un diseño básico realizado por las Empresas C.R.C. y Cetec S.A. en el año 1994, como parte de todo el diseño del Canal Principal Cascajal – Casma.

En el mencionado proyecto se propuso un puente acueducto de 100 m de longitud en 5 tramos de 20 m cada uno, tres columnas centrales y dos extremas que actuaban como estribos. Aguas arriba y aguas abajo de dicha estructura de cruce el canal está en relleno en aproximadamente un metro.

Luego de los eventos extremos ocurridos como consecuencia del fenómeno de El Niño de 1998 se pudo apreciar que el río ocupó un ancho de cauce de aproximadamente 400 a 500 m, arrasando con terrenos de cultivo en ambas riberas. El fenómeno El Niño causó daños de consideración en los cruces construidos sobre el río Lacramarca, (primer tramo Cascajal – Nepeña) erosionando tramos en relleno y poniendo en peligro los puentes acueductos.

Esta experiencia real y muy importante, obligó a un replanteo del Proyecto Original del cruce del río Nepeña, razón por la cual se procedió a tomar mayores precauciones en un nuevo diseño.

2.2. REPLANTEO DEL PROYECTO ORIGINAL DEL CRUCE DEL RÍO NEPEÑA

El Consorcio CHINECAS designó a la empresa FOMYDESA, con el fin de cumplir los siguientes objetivos:

- Analizar diferentes soluciones alternativas de cruce, viables técnica y económicamente, para conducir un caudal de hasta 10 m³/s.
- Seleccionar la alternativa más conveniente desde el punto de vista técnico económico, de seguridad ante eventos extraordinarios y de facilidad constructiva.
- Desarrollo de la ingeniería de detalle de las diseños finales.

2.3. ALTERNATIVAS PRESENTADAS PARA EL NUEVO DISEÑO

En el estudio se plantearon tres alternativas de solución para cruzar el río Nepeña:

- Solución Puente Acueducto
- Solución Sifón
- Solución Conducto Enterrado

En el mencionado estudio se determinaron dos posibilidades de longitud para cada una de las alternativas planteadas, $L = 200$ m y $L = 300$ m, en función a la máxima avenida empleada y a condiciones de hidráulica fluvial. En cada alternativa planteada se proyectó una estructura de regulación de caudal con aliviadero de demasías y descarga de fondo, ante la eventualidad de interrupción del servicio.

A. SOLUCIÓN PUENTE ACUEDUCTO:

Se planteó un canal de sección rectangular elevado con respecto al lecho del río y sostenido por columnas espaciadas cada 20 m, por lo que se formarían 15 tramos de estructura elevada cada una independiente estructuralmente (isostática), en el caso de que se hubiera optado por una longitud de acueducto de 300 m y 10 tramos si se hubiera optado por una longitud de acueducto de 200 m. La sección del acueducto planteada fue rectangular de 2.80 m de ancho y 2.40 m de altura.

Ventajas:

1. Desde el punto de vista hidráulico representaba la mejor alternativa, dado que mantiene la rasante, implica el camino más corto, posibilidades de una mayor pendiente, que a la vez generaba mayor velocidad.
2. El mantenimiento es relativamente sencillo, pues se trata de una conducción abierta y fácilmente registrable.
3. Fue la solución más económica, aunque en forma marginal con respecto a la alternativa de Conducto Enterrado.

Desventajas:

1. Representaba la solución más vulnerable, ante la eventualidad de una crecida en el río sobre todo si ésta trae palizada vegetación y todo tipo de material flotante, pues la luz libre entre el fondo de la estructura y el lecho varía solamente entre 1.00 y 2.00 m.
2. Si se quisiera obtener una luz más importante (que sería lo deseable), entre 2.5 y 3.5 m por ejemplo, nos obligaría a cruzar unos 120 m aguas abajo del eje original de cruce, con la implicancia de una mayor longitud.
3. Los pilares estarían sometidos a socavación local, por lo que exigen importantes refuerzos.
4. Es la estructura más complicada desde el punto de vista constructivo, y por ende demanda mayor tiempo.

B. SOLUCIÓN SIFÓN INVERTIDO:

Se plantearon 3 tuberías de concreto, de media presión (menores a 10 m de agua), $\varnothing = 1.60$ m de diámetro interno cada una, revestidas

interiormente con polipropileno para disminuir significativamente la rugosidad. El número de tuberías tiene la ventaja de hacer funcionar 1, 2 ó los 3 tubos dependiendo del caudal para lograr condiciones hidráulicas apropiadas.

Un aspecto fundamental en esta alternativa fue disminuir la rugosidad al máximo para lograr una velocidad adecuada, para consumir la escasa energía disponible (diferencia de niveles piezométricos entre la entrada y salida), para lo que se ha tenido que recurrir al mencionado revestimiento o a un revestimiento interno de PVC. En estas condiciones se puede asegurar un $CH = 130$ (coeficiente de Hazen y Williams), como valor de diseño.

Ventajas:

Es una solución segura con respecto a avenidas pues las tuberías se encuentran suficientemente enterradas y protegidas contra la erosión.

Desde el punto de vista constructivo es la solución menos complicada y de más rápida ejecución, pues se trata básicamente del tendido de tuberías.

El problema de mantenimiento es sencillo dado el diámetro de cada una de las tuberías.

Desventajas:

1. Resultó siendo la alternativa de solución más cara, por el costo de las tuberías con revestimiento interior.
2. Desde el punto de vista hidráulico resultó ser la solución más complicada pues la carga disponible entre el ingreso y la salida exigía velocidades bajas en los tubos, que no alcanzaban el mínimo recomendable en sifones invertidos que es de 2.5 m/s, para evitar sedimentaciones en el fondo de los conductos y continuas purgas, que eventualmente podría hacer inviable el

proyecto. Esta desventaja prácticamente descalifica esta alternativa de solución, independientemente del mayor costo.

C. SOLUCIÓN CONDUCTO ENTERRADO:

La tercera alternativa de solución planteada, cambia el trazo completamente, remontando por la margen derecha del río hacia aguas arriba de manera de irse profundizando progresiva y convenientemente, para luego enfilarse perpendicular al cauce y cruzarlo lo suficientemente enterrado para protegerse contra la socavación.

En este caso se previó una estructura de concreto armado, rectangular tipo marco de 3.2 m de ancho x 2.50 m de altura (cuyas dimensiones han sido ligeramente cambiadas en el desarrollo de la ingeniería de la solución escogida), que alternativamente tiene, al igual que en los casos anteriores 300 ó 200 m de longitud.

Ventajas:

1. Representa una solución segura con respecto al paso de las avenidas pues está protegida contra los efectos de socavación.
2. El mantenimiento es sencillo pues se trata de un conducto registrable.
3. No es una estructura complicada de construir
4. El costo es comparable al del conducto elevado

Desventajas:

El trazo más largo obliga a una pendiente menor, sin embargo las características hidráulicas de velocidad son aceptables.

Probablemente se necesite bombeo durante la construcción.

La alternativa demanda un sistema de drenes para controlar el nivel freático en las avenidas extremas, que pudieran generar subpresión sobre la estructura y sobre el canal en zonas cercanas al río, sin embargo su costo no es importante con respecto al costo de la obra. Además la conducción ira enterrada y convenientemente lastrada para contrarrestar dicha subpresión.

La alternativa de solución seleccionada fue la de Conducto Enterrado, pues básicamente se trataba de una solución más segura, siendo su funcionamiento hidráulico aceptable y si bien su costo es ligeramente mayor que el del acueducto, el factor seguridad lo justifica ampliamente.

2.4. ASPECTOS TÉCNICOS CONSIDERADOS EN LA ELECCIÓN DEL CONDUCTO CUBIERTO

- El principal problema del puente acueducto es la relativa pequeña distancia entre el fondo del canal y el fondo del lecho. Para salvar este problema se tendría que alargar considerablemente dicho canal cruzando 100 m aguas abajo, con lo que se equipararía en cuanto a longitud con el conducto enterrado, siendo la construcción de éste mucho menos complicada.
- Tanto el ingreso como la salida del puente acueducto irían sobre relleno compactado, que encarece la estructura, en cambio en el caso de conducto enterrado irán sobre excavación, siendo el único problema constructivo el control del nivel freático.
- Ambas soluciones requieren de protecciones de enrocado en el cruce, en el caso del puente acueducto en los pilares y en el caso del conducto enterrado en toda su longitud.
- Ambas soluciones requieren de control de nivel freático durante la construcción, el puente acueducto para la construcción de los pilares y el conducto enterrado en toda su longitud

3. NUEVO TRAZO DEL CRUCE CON EL RÍO NEPEÑA PROGRESIVAS 70+540 – 72+ 862.654

3.1. VISTA GENERAL

El nuevo trazo que involucra el Cruce del Río Nepeña se inicia en la progresiva 70+540 y concluye en la transición final CC1A – CD1A en la progresiva 72+862.65 (según el nuevo kilometraje), coincidente con la progresiva 72+360 del Proyecto Original y el realizado por la empresa S & Z.

El nuevo trazo Cruce Río Nepeña involucra una longitud de 2322.65 m entre la progresiva inicial 70+540 y la final 72+862.65.

TABLA N° 01
Descripción de las Principales estructuras y su función en el tramo del Cruce del Río Nepeña

KILOMETRAJE	ESTRUCTURA	DESCRIPCION
70+446.009	Inicio de Curva 289 A Canal CC1	Esta curva no existía en el proyecto original y tiene como objeto evitar la Huaca. Tramo construido-revestido.
70+496.584	Fin de Curva 289 A Canal CC1	Tramo construido – revestido
70+540	Canal CC1	Fin de Tramo revestido, aguas abajo de cruce. Inicio de Proyecto Cruce Río Nepeña
70+658.642	Inicio de Curva 289 B Canal CC1	Esta nueva curva se inicia con la finalidad de cruzar el río aguas arriba, por debajo del lecho.
70+770.343	Fin de Curva 289 B Canal CC1	
70+790	Inicio de Transición Canal CC1 – Canal Rectangular	
70+800	Fin de transición – Inicio de Vertedero	El canal rectangular es estructural de concreto armado. En este punto se inicia el vertedero de demasías
70+830	Fin de Vertedero de Demasías	El vertedero lateral de demasías evacua caudales excedentes, hasta 5 m ³ /s
70+832.35	Eje de Conducto de Descargas de Aguas Excedentes	Esta estructura conecta los excedentes del canal, tanto del vertedero de demasías como de la descarga de fondo, con el río, diseñado para evacuar hasta un caudal de 15 m ³ /s
70+840	Inicio de Rampa de Subida de Regulador	Tiene la función de facilitar la evacuación de los caudales excedentes a compuerta abierta y derivar éstos cuando se cierran las compuertas.
70+848	Inicio Zona de Compuertas de Regulador	En esta zona se ubican las compuertas y ataguías de cierre. Además una pantalla frontal

70+854	Fin de Regulador	El Regulador comprende transición de entrada y zona de compuertas. Continúa el conducto cerrado y enterrado
71+008.451	Inicio de Curva 290 B	Esta curva de la sección en conducto enterrado es para que el trazo se ponga normal al eje del río Nepeña para cruzarlo
71+111.164	Fin de Curva 290 B	
71+136.367	Inicio de Cruce	El cruce del río Nepeña se desarrolla en una longitud de 300 m. En el inicio se ha proyectado un buzón de registro
71+436.367	Fin de Cruce	También al final del cruce se ha proyectado un buzón de registro
71+ 461.570	Inicio de Curva 291 A	Esta curva tiene la función de enfilear hacia aguas abajo hasta buscar el trazo del Canal
71+577.111	Fin de Curva 291 A	
71+800	Fin de Canal Rectangular enterrado – Inicio de Transición	La transición tiene la función de cambiar la sección a trapecial tipo CC1A
72+282.38	Inicio de Curva 291B	Esta curva tiene la función de empalmar con el trazo original. Continúa sección CC1A
72+323.138	Fin de curva 291B-	Empalme con tangente PI291-PI292 de trazo original. Continúa sección CC1A
72+856.65	Inicio Transición de trapecial-trapecial CC1A a CD1A	El canal CD1 ha sido modificado en obra para aumentar el caudal a 10 m ³ /s, aumentando su ancho a 1.85 m (Canal CD1A)
72+862.654	Fin de Transición trapecial-trapecial. Inicio Proyecto Canal Nepeña – Casma-Sechín	Fin de Proyecto Cruce Río Nepeña. Empalme con progresiva 72+360 Inicio del tramo Nepeña Casma, Proyectado por S & Z

Parámetros de Diseño en el Tramo en Estudio

El tramo en Estudio se ha calculado teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Caudal Máximo de Diseño = 10 m³/s
- Caudal Normal de Diseño = 7.5 m³/s
- Caudal de Evacuación = 7.5 m³/s
- Progresiva de Inicio = 70+540
- Cota de Rasante de Inicio = 162.938 m s.n.m.
- Progresiva de Fin de Proyecto = 72+862.65, (coincidente con progresiva 72+360 del Proyecto Original y Proyecto S & Z)
- Cota de Rasante de Fin de Proyecto = 162.320 m s.n.m.
- Rugosidad = 0.014
- Pendiente = Variable

3.2. CONDUCTO CERRADO DE SECCIÓN RECTANGULAR

La sección Rectangular Final tiene las siguientes características:

Ancho de Base = 3.5 m

Taludes = 0

Altura Total = 2.20 m

Pendiente = 0.0005

Rugosidad = 0.014

Es cerrado en toda su longitud

Con estos parámetros las características hidráulicas del canal rectangular para diferentes caudales se muestra en el cuadro adjunto:

TIRANTE	AREA	PERIMETRO	RADIO	VELOCIDAD	CAUDAL	ENERGIA
m	m ²	m	m	m/s	m ³ /s	m
0.200	0.700	3.900	0.179	0.508	0.356	0.213
0.400	1.400	4.300	0.326	0.756	1.058	0.429
0.600	2.100	4.700	0.447	0.933	1.960	0.644
0.800	2.800	5.100	0.549	1.071	2.999	0.859
1.000	3.500	5.500	0.636	1.182	4.136	1.071
1.200	4.200	5.900	0.712	1.273	5.348	1.283
1.400	4.900	6.300	0.778	1.351	6.619	1.493
1.500	5.250	6.500	0.808	1.385	7.272	1.598
1.535	5.371	6.569	0.818	1.397	7.500	1.634
1.700	5.950	6.900	0.862	1.447	8.610	1.807
1.800	6.300	7.100	0.887	1.475	9.291	1.911
1.903	6.660	7.305	0.912	1.502	10.000	2.018

Esta sección se empleará en la zona de cruce del río Nepeña y en los tramos inmediatamente anterior y posterior:

PROGRESIVAS	LONGITUD	COMENTARIOS
Km + m	m	
70+800 A 71+136.37	336.37	Antes de Cruce
71+136.37 A 71+436.37	300	En Cruce
71+436.37 A 71+800	363.63	Posterior al Cruce
TOTAL	1000	

Cabe resaltar que el resto de la longitud está constituido por 3 transiciones que se presentan en el siguiente cuadro

PROGRESIVAS	LONGITUD	COMENTARIOS
Km + m	m	
70+790 A 70+800	10	Para pasar de sección trapecial CC1 a sección rectangular. Transición estructural
71+800 A 71+810	10	Para pasar de sección rectangular a sección trapecial CC1A. Transición estructural
72+856.65 A 72+862.65	6	Para pasar de sección CC1A a sección CD1A (modificación de CD1)
TOTAL	26	

3.3. ESTRUCTURA DE REGULACIÓN, ALIVIADERO DE DEMASÍAS Y DESCARGA DE FONDO

A. Relación entre las estructuras de diseño

Las mencionadas estructuras están interrelacionadas entre si, y cumplen las siguientes funciones:

1. Cuando las compuertas del regulador están completamente abiertas dificultan el paso de un caudal mayor al caudal de diseño, pues la pantalla frontal de dicho regulador obliga a la abertura de la compuerta a trabajar como orificio con cierto grado de ahogamiento, creando un desnivel hacia aguas arriba, que crece con el cuadrado del caudal. Esto facilita la evacuación por el aliviadero.
2. El aliviadero funciona solamente para caudales superiores a 10 m³/s, cuando las compuertas del regulador están totalmente abiertas.

3. Las compuertas del regulador se pueden graduar de tal manera que mantengan un caudal deseado hacia aguas abajo. Por ejemplo si no se quiere permitir un mayor caudal de $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ aguas abajo, la compuerta dejará una abertura menor a 1.60 m .
4. Las compuertas de fondo sirven para realizar limpieas periódicas de sedimentos en el canal aguas arriba y para cortar el servicio aguas abajo en caso de emergencias, cerrando las compuertas del regulador y abriendo las compuertas de la estructura de evacuación que se comunica al río.
5. La estructura de evacuación ha sido diseñada para evacuar hasta $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

B. Aliviadero de Demasías

B.1 Descripción.-

A continuación se muestra el funcionamiento del vertedero lateral de demasías para diferentes casos:

1. El canal aguas abajo tiene un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ y el regulador tiene la compuerta totalmente abierta.
2. El canal aguas abajo tiene un caudal de $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y el regulador tiene la compuerta totalmente abierta.
3. El canal aguas abajo tiene un caudal de $11.0 \text{ m}^3/\text{s}$ y el regulador tiene la compuerta totalmente abierta.
4. El canal aguas abajo tiene un caudal de $10 \text{ m}^3/\text{s}$ y el regulador tiene la compuerta parcialmente abierta ($H = 1.70 \text{ m}$).
5. El canal aguas abajo tiene un caudal de $10.5 \text{ m}^3/\text{s}$ y el regulador tiene la compuerta parcialmente abierta ($H = 1.70 \text{ m}$).

TABLA N° 02
Funcionamiento del Vertedero para Diversos Casos

Descripción	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Caudal Aguas Abajo (m ³ /s)	10.000	10.500	11.000	10.000	10.500
Tirante Aguas Abajo de Compuerta (m)	1.862	1.917	1.962	1.862	1.917
Nivel de agua Aguas Abajo de Compuerta (m s.n.m.)	164.917	164.972	165.017	164.917	164.972
Desnivel generado por la Compuerta + E. Cinética (m)	0.12	0.287	0.338	0.281	0.390
Nivel de Energía Aguas Arriba de Compuerta, al final de Vertedero (m s.n.m.)	165.037	165.259	165.355	165.199	165.362
Energía Especifica al final de Vertedero (m)	2.265	2.487	2.583	2.426	2.590
Nivel de Agua Aguas Arriba de Compuerta, al Final de Vertedero (m s.n.m.)	164.917	165.180	165.275	165.123	165.268
Cota de Umbral de Vertedero (m s.n.m.)	165.100	165.100	165.100	165.100	165.100
Tirante Sobre Final de Vertedero (m s.n.m.)	2.187	2.408	2.503	2.351	2.518
Carga sobre Final de Vertedero (H2) (m s.n.m.)	0	0.080	0.175	0.023	0.190
Caudal Aguas Arriba (tanteo) (m ³ /s)	10.000	11.693	14.285	10.195	14.201
Tirante sobre Inicio de Vertedero (tanteo) (m)	2.187	2.387	2.440	2.347	2.450
Velocidad (m/s)	1.306	1.400	1.673	1.241	1.656
Energía Especifica (m)	2.265	2.487	2.583	2.426	2.590
Carga en inicio de Vertedero (H1) (m s.n.m.)	0	0.074	0.127	0.034	0.137
Coefficiente K		0.925	0.726	1.478	0.721
Coefficiente C		0.944	0.804	1.000	0.801
Caudal de Evacuación (m ³ /s)	0	1.193	3.285	0.195	3.701
Caudal Aguas Arriba (m ³ /s)	10.00	11.693	14.285	10.195	14.201

Siendo:

a) Tirante aguas abajo: tirante que aumenta con el caudal, y se obtiene de la relación caudal – tirante para condiciones de flujo normal en el canal rectangular.

b) El desnivel H generado por la Compuerta obtenido de la fórmula:

$$Q = Cd A (2gH)^{0.5}$$

- c) Nivel de Energía Aguas arriba de la Compuerta: Es la suma del Nivel de agua + desnivel H obtenido de la fórmula.
- d) Tirante sobre Final de Vertedero : Es el tirante descontando la energía cinética.
- e) Carga sobre Final de Vertedero: Es la diferencia entre cota de agua (cota de rasante + tirante) al final de vertedero – cota de umbral de vertedero.
- f) Tanteo de Caudal y Tirante al inicio del vertedero: Se establecen un caudal y un tirante al inicio del vertedero, de manera de confrontar las energías específicas (deben ser iguales al final y al inicio del vertedero) y el caudal de tanteo debe coincidir con la suma del caudal evacuado + el caudal aguas abajo.

- g) Coeficiente K:

$$K = H1/H2$$

- h) Coeficiente C:

$$C = 0.4 (1-K^{2.5}) / (1-K)$$

- i) Caudal de Evacuación:

$$Q_{ev} = C L H2^{1.5}$$

- j) Caudal Aguas Arriba:

$$\text{Caudal Aguas Arriba} = \text{Caudal Aguas Abajo} + \text{Caudal de Evacuación}$$

De los resultados obtenidos se sacan las siguientes conclusiones:

- Si al ingreso al regulador fluye un caudal de 14.285 m³/s solo permite pasar aguas abajo 11.0 m³/s, es decir evacua por el aliviadero de excedencias el resto, a compuerta totalmente abierta.
- Si se cierra parcialmente la compuerta a H = 1.7 m pueden fluir por el canal aguas arriba del regulador hasta 14.201 m³/s y mantener un caudal de 10.5 m³/s, aguas abajo.

- Nótese que la estructura de regulación es muy sensible ante aumentos de caudal por encima del caudal de diseño.
- Los valores obtenidos en el cuadro anterior son solo una buena aproximación, y no valores exactos pues se trabaja con coeficientes teóricos. En todo caso el regulador puede ser calibrado durante la operación, para cualquier escenario que se desee mantener.

C. Descarga de fondo

Inicialmente se consideró una estructura rectangular con dos ojos cuadrados de 1.50 x 1.50 m cada uno y una pendiente de fondo $S = 0.0059$, para lograr evacuar los excedentes al río. La estructura ha sido diseñada para evacuar un caudal máximo de hasta 15 m³/s, en caso de que se quiera cortar el servicio aguas abajo. Debido a la sugerencia dada por la supervisión del Proyecto esta fue cambiada a una estructura rectangular sin techo de un solo salida.

Este conducto de descarga de fondo tiene una longitud de 264 m y un enrocado de protección en su desembocadura al río.

A continuación se presenta una tabla con las características hidráulicas de la conducción inicialmente proyectada (no hay cálculos del cambio realizado).

TABLA N° 03

Características Hidráulicas de la conducción en la estructura de Descarga de Fondo

TIRANTE	AREA	PERÍMETRO	RADIO	VELOCIDAD	CAUDAL	N° DE FROUDE
M	m ²	m	m	m/s	m ³ /s	s.m.
0.200	0.600	3.800	0.158	1.603	0.962	1.145
0.400	1.200	4.600	0.261	2.240	2.688	1.131
0.500	1.500	5.000	0.300	2.459	3.688	1.111
0.600	1.800	5.400	0.333	2.638	4.748	1.088
0.800	2.400	6.200	0.387	2.914	6.994	1.041
1.000	3.000	7.000	0.429	3.119	9.356	0.996
1.200	3.600	7.800	0.462	3.277	11.796	0.956
1.400	4.200	8.600	0.488	3.403	14.291	0.919
1.456	4.368	8.824	0.495	3.433	15.000	0.909
1.500	4.500	9.000	0.500	3.456	15.553	0.901

Nótese que para cualquier caudal la velocidad del flujo de salida es importante, por lo que también actúa eficientemente como un canal de limpieza de sólidos, al abrir la compuerta de fondo.

En el siguiente tabla se muestra las características del trazo del conducto de descarga:

TABLA N° 04
Características del Trazo del Conducto de Descarga

PROGRESIVA	COTA DE RASANTE	COTA DE TERRENO NATURAL	PENDIENTE	COTA DE RELLENO	COMENTARIOS
Km+m	m s.n.m.	m/s	m s.n.m.	m s.n.m.	
0+000	162.772	166.200	0		Eje de Canal Nepeña
0+001.75	162.772	166.18	0		Inicio de Zona de Compuertas
0+006.70	162.772	166.17	0.0059		Fin de Zona de Compuertas. Inicio de Conducto
0+010.29	162.751	166.123	0.0059		PC de Curva C -1
0+050	162.516	164.567	0.0059		
0+066.49	162.419	164.349	0.0059		PT de Curva C - 1
0+100	162.221	163.981	0.0059		
0+150	161.927	163.704	0.0059		
0+200	161.632	163.245	0.0059		
0+250	161.337	162.526	0.0059		
0+264.04	161.250	161.00	0.0059		Entrega de Conducto de Descarga a río

D. Drenaje de Alivio de la Subpresión

Realizado los estudios correspondientes en el tramo contra los efectos de la subpresión, se encontró lo siguiente:

- De las 3 calicatas realizadas se pudo apreciar que en la calicata C-1, el nivel freático se encontraba a 0.95 m de la superficie, en la calicata C-2, el nivel freático se encontraba tan solo a 0.26 m del lecho y en la calicata C-3 a 0.85 m del lecho.
- Esto nos indica que el lecho del río Nepeña se satura con facilidad luego de una temporada de avenidas y permanece saturado o con niveles altos por tiempos prolongados.

- Para efectos de subpresión consideramos que el flujo superficial y el flujo subterráneo están prácticamente conectados. Esto se ha tomado en cuenta para determinar la estabilidad de la estructura, sobre todo en las zonas cercanas al río y donde el conducto está más enterrado.
- Para calcular la estabilidad de la estructura los diseñadores han analizado todo el tramo y en cada punto se ha determinado:

1. **El posible nivel hidrostático considerando lecho saturado y su cercanía al río**, con una pérdida de carga estimada de $S = 0.005$. Es decir si un punto está a 140 m del lecho en distancia transversal a éste, el desnivel es 0.70 m, con respecto a la cota de su lecho. Este valor estimado se debe a que en lechos saturados en donde existe conexión hidráulica entre el flujo superficial y el flujo subterráneo, la corriente principal coincide con la pendiente del lecho del río ($S = 0.0125$) y las corrientes secundarias generalmente tienen pendientes inferiores por lo menos en un 50%. Para el caso se ha considerado aproximadamente el 40% de la pendiente de la corriente principal. Este valor tiende a crecer si como se prevé el lecho tendrá diques de encauzamiento, con uñas de cimentación que alargan el camino de precolación del agua y por lo tanto aumentan la pérdida de carga.
2. **La cota de rasante**, para compararla con el posible nivel hidrostático y determinar la subpresión.
3. **El nivel de terreno natural**, dado que se trata de una estructura enterrada, se determinará si se necesita relleno.
4. **Relleno**, a ser colocado por encima del terreno natural, para compensar la subpresión.
5. **Cota de fondo de río**, mientras el conducto se aproxima más al río y se profundiza más, la influencia de la cota de

fondo de río es mayor pues el nivel freático está cada vez más alto con respecto al fondo de la estructura.

Teniendo en cuenta todos estos parámetros se han comparado las fuerzas resistentes:

- Peso de la Estructura
- Peso de la tierra por encima del canal
- Peso de Agua por encima del canal

Con la fuerza actuante:

- Subpresión desde la base de la estructura

Se realizó los análisis para estructura llena (al 75% del tirante) y para estructura vacía y se han hallado los factores de seguridad en cada caso

De los resultados obtenidos se sacan las siguientes conclusiones:

- Si bien todo el tramo es estable con el lastrado de la estructura, se han proyectado drenes de alivio por razones de seguridad.
- Se han proyectado tres sistemas de drenes que actúan en forma independiente, cada uno:
 - a) Entre la Progresiva 70+540 y 70+830, por debajo del canal CC1, y por debajo del canal rectangular hasta la altura del canal de descarga, para seguir por su costado inferior derecho, hasta su desembocadura en el río. La tubería es de PVC D.N. = 315 mm clase A-5 y horadada en toda su longitud.

b) Entre las progresivas 70+854 a 71+800 de PVC, D.N. = 315 mm clase A-5 horadada en toda su longitud, y su desvío hacia el río Nepeña (margen izquierda) en una longitud de 308 m de PVC D.N. = 315 mm clase A-5, no horadada.

c) Entre las progresivas 71+810 a 72+400 de PVC, D.N. = 315 mm clase A-5 horadada y su entrega a la quebrada de PVC D.N. = 315 mm clase A-5, no horadada.

❖ El sistema de drenaje I, protege el canal CC1 de posibles subpresiones debido a las generadas por el riego de áreas agrícolas adyacentes y por eventuales aumentos de la napa freática. Además protege el canal de descarga contra la subpresión.

❖ El sistema de drenaje II, protege el canal rectangular enterrado contra la subpresión generada por la napa freática, aunque éste ha sido calculado para estar equilibrado, por lo que constituye un factor de seguridad adicional muy importante.

❖ El sistema de drenaje III, protege al canal CC1 – A, contra efectos de subpresión originados por riego de áreas agrícolas adyacentes y eventualmente nivel freático alto.

A continuación se presenta un cuadro con toda la información de los tres (3) sistemas de drenaje independientes:

TABLA N° 05
Sistemas de Drenaje

SISTEMAS DE DRENAJE								
SISTEMA	ESTRUCTURA	PROGRESIVAS		COTAS		PEN-DIENTE	LONGITUD	COMENTARIOS
	A	Km +m	Km +m	m s.n.m.	m s.n.m.		m	
I	Canal CC1	70+540	70+790	162.563	162.488	0.0003	250	Tub. PVC Clase A-5 horadada DN =315 mm
	Empalme con Canal Descarga (0+006.70)	70+790	0+06.7	162.488	162.465	0.0005	46.85	Tub. PVC Clase A-5 horadada DN =315 mm
	Canal de Descarga	0+06.7	0+063.18	162.465	162.437	0.0005	56.48	Tub. PVC Clase A-5 horadada DN =315 mm
	Canal de Descarga	0+063.18	0+264.04	162.437	161.25	0.0059	200.86	Tub. PVC Clase A-5 horadada DN =315 mm
II	Conducto Enterrado	70+900	71+700	162.886	162.086	0.0010	800	Tub. PVC Clase A-5 horadada DN =315 mm
	Empalme Conducto Enterrado-Río	71+700	Río	162.086	161.624	0.0015	308	Tub. PVC Clase A-5 no horadada DN =315 mm
III	Canal CC1 – A	71+810	72+400	162.254	162.077	0.0003	590	Tub. PVC Clase A-5 horadada DN =315 mm
	Empalme CC1-A – Quebrada	72+400	Quebrada	162.077	161.992	0.001	85.0	Tub. PVC Clase A-5 no horadada DN =315 mm

Las tuberías de estos tres sistemas de drenaje podrán conducir caudales relativamente importantes, e incluso trabajar a presión.

A continuación se muestra diversas tablas mostrando las características hidráulicas de los tres sistemas de drenaje.

TABLA N° 06
Sistemas de Drenaje I

SISTEMA DE DRENAJE I						
UBICACION	CAUDAL	COTA RASANTE	COTA EJE	COTA PIEZOM.	COTA ENERGIA	PRESION
	Lit/s					
Salida a Río	90	161.10	161.25	161.350	161.452	
Progresiva 0+063.18 Canal de Descarga	90	162.287	162.437	162.537	162.639	
Progresiva 70+540 Canal Principal	0	162.413	162.563	163.267	163.267	0.704

Luego en esta condición extrema, el nivel freático al inicio del canal estará en la cota 163.267, tan solo 0.317 m por encima de la rasante del canal y la sub presión ejercida sería:

$$0.317 \text{ m} \times B \text{ m} \times 1000 \text{ Kg/m}^3$$

siendo B = Ancho de contacto del canal con el nivel freático =

$$1.5 + 2 \times 0.075 + 2 \times 1.5 \times 0.315 = 2.60 \text{ m}$$

$$0.317 \times 2.60 \times 1000 = 824 \text{ Kg/ml}$$

y el canal por metro lineal pesa:

$$11.04 \times 0.075 \times 2300 = 1904 \text{ Kg/ml}$$

luego en esta condición será estable.

El sistema de drenaje II es estable pues el conducto se encuentra enterrado y convenientemente lastrado, sin embargo por seguridad se ha previsto un drenado en toda su longitud.

A continuación se presentan las característica hidráulicas

TABLA N° 07
Sistemas de Drenaje II

SISTEMA DE DRENAJE II						
UBICACION	CAUDAL	COTA RASANTE	COTA EJE	COTA PIEZOM	COTA ENERGIA	PRESION
	lit/s					
Salida a Río	80	161.474	161.624	161.774	162.452	
Progresiva 71+700 Canal Principal	80	162.287	162.437	163.283	163.348	0.846
Progresiva 70+854 Canal Principal	0	162.413	162.563	164.502	164.502	1.939

En la progresiva 70+854 el nivel de la rasante del conducto está en la cota 163.055. La subpresión ejercida sobre el fondo es:

$$(164.502 - (163.055-0.45)) \times 4.10 \times 1000 = 7777 \text{ Kg /ml}$$

y solamente la estructura, (sin considerar el peso de encima) pesa por metro lineal de canal:

$$(4.1 \times 0.35 \times 2 + 2.2 \times 0.30 \times 2) \times 2400 + 0.10 \times 4.20 \times 2300 = 11022 \text{ Kg/ml}$$

es decir que aún en estas condiciones extremas la estructura es estable.

El sistema de drenaje III protege el canal contra eventuales aumentos del nivel freático:

A continuación se presentan las característica hidráulicas del sistema de drenaje para un caudal de evacuación de Q = 50 litros/s

TABLA N° 08
Sistemas de Drenaje III

SISTEMA DE DRENAJE III						
UBICACION	CAUDAL	COTA RASANTE	COTA EJE	COTA PIEZOM.	COTA ENERGIA	PRESION
	Lit/s					
Salida a Río	50	161.842	161.992	162.142	162.168	0
Progresiva 72+400 Canal Principal	50	161.927	162.077	162.305	162.331	0.228
Progresiva 71+810 Canal Principal	0	162.104	162.254	162.681	162.681	0.577

La cota de rasante del canal CC1A en la progresiva 71+810 es 162.629, luego la subpresión en este caso es despreciable.

3.4. DIQUES DE ENCAUZAMIENTO Y EXPLANACIÓN DEL CAUCE

Como parte del Proyecto Cruce Río Nepeña se han proyectado diques de encauzamiento en el tramo de río 380 m aguas arriba y 500 m aguas abajo. Estos diques serán de relleno compactado con material de río y enrocado de protección en el paramento mojado, (talud interno 2:1). Los diques tienen una altura total de 2.0 m desde el lecho y un ancho total de coronación de 5.0 m. El talud externo es 1.5:1. Las uñas contra socavación están cimentadas a 2 m de profundidad por debajo del lecho.

La altura de los diques de encauzamiento se ha elegido teniendo en cuenta la condición más crítica, es decir que se formen 2 cauces uno en la margen derecha y otro en la margen izquierda cuando se presente la avenida centenaria. En este caso el tirante podrá llegar a 1.93 m

Las uñas de cimentación se han diseñado contra efectos de socavación con un factor de seguridad F.S. = 1.8

El tamaño del enrocado de protección de los taludes y protección de la estructura es adecuado para evitar socavación y desestabilización de las estructuras.

Con respecto a los diques de encauzamiento estos pueden ser adecuados y/o ampliados con una mayor información topográfica, lo cual se ha realizado en el terreno para ambas márgenes aguas arriba.

La explanación del cauce consiste en realizar una limpieza general del mismo, cortando las zonas altas (islas) y rellenando las depresiones, de forma tal de formar un lecho lo más uniforme y plano posible en todo su ancho y como consecuencia esperar un mejor comportamiento del río ante la presentación de la avenida. La pendiente del lecho aguas arriba del eje del conducto que cruza el río es $S = 0.0115$ y aguas abajo del mismo $S = 0.014$.

3.5. CANAL TRAPEZIAL

La sección Trapezial CC1 tiene las siguientes características:

Ancho de Base = 1.5 m

Taludes = 1.5:1

Altura Total = 2.65 m

Pendiente = 0.0003

Rugosidad = 0.014

La sección Trapezial CC1A tiene las mismas características, con la única variante de la altura total = 2.35 m

Con estos parámetros las características hidráulicas del canal para diferentes caudales se muestra en el cuadro adjunto:

TIRANTE	AREA	PERIMETRO	RADIO	VELOCIDAD	CAUDAL	ENERGIA
m	m ²	m	m	m/s	m ³ /s	m
0.200	0.360	2.221	0.162	0.368	0.132	0.207
0.400	0.840	2.942	0.285	0.536	0.451	0.415
0.600	1.440	3.663	0.393	0.664	0.956	0.622
0.800	2.160	4.384	0.493	0.772	1.667	0.830
1.000	3.000	5.106	0.588	0.868	2.604	1.038
1.200	3.960	5.827	0.680	0.956	3.787	1.247
1.400	5.040	6.548	0.770	1.039	5.237	1.455
1.600	6.240	7.269	0.858	1.117	6.973	1.664
1.655	6.589	7.466	0.883	1.138	7.500	1.721
1.800	7.560	7.990	0.946	1.192	9.014	1.873
1.887	8.170	8.303	0.984	1.224	10.000	1.963
2.000	9.000	8.711	1.033	1.264	11.379	2.082
2.200	10.560	9.432	1.120	1.334	14.086	2.291
2.262	11.069	9.656	1.146	1.355	15.000	2.356
2.400	12.240	10.153	1.206	1.401	17.153	2.500

Esta sección se empleará en el tramo anterior al conducto rectangular y con una variante en la altura, en el tramo posterior al conducto rectangular (en lugar de tener H = 2.65, ésta será H = 2.35 m), por lo que dicha sección se ha denominado CC1-A

PROGRESIVAS	LONGITUD	COMENTARIOS
Km + m	m	
70+540 A 70+790	250	Aguas Arriba de Conducto rectangular. Sección CC1
71+810 A 72+856.65	1046.65	Aguas Abajo de Conducto rectangular. Sección CC1-A
TOTAL	1296.65	

Características de Flujo Normal de Sección Trapecial CD1-A

La sección Trapecial CD1-A (variado en obra) tiene las siguientes características:

Ancho de Base = 1.85 m

Taludes = 1.5:1

Altura Total = 1.95 m

Pendiente = 0.0005

Rugosidad = 0.014

Con estos parámetros las características hidráulicas del canal para diferentes caudales se muestra en el cuadro adjunto:

TIRANTE	AREA	PERIMETRO	RADIO	VELOCIDAD	CAUDAL	ENERGIA
m	m ²	m	m	m/s	m ³ /s	m
0.200	0.430	2.571	0.167	0.485	0.208	0.212
0.400	0.980	3.292	0.298	0.712	0.698	0.426
0.600	1.650	4.013	0.411	0.883	1.457	0.640
0.800	2.440	4.734	0.515	1.027	2.505	0.854
1.000	3.350	5.456	0.614	1.154	3.866	1.068
1.200	4.380	6.177	0.709	1.270	5.563	1.282
1.389	5.464	6.858	0.797	1.373	7.500	1.485
1.500	6.150	7.258	0.847	1.430	8.795	1.604
1.595	6.766	7.600	0.890	1.478	10.000	1.706
1.700	7.480	7.979	0.937	1.530	11.443	1.819
1.800	8.190	8.340	0.982	1.578	12.924	1.927
1.900	8.930	8.701	1.026	1.625	14.513	2.035
1.950	9.311	8.881	1.048	1.648	15.349	2.089

INFORMACIÓN GENERAL DE LA OBRA

4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

4.1. GENERALIDADES

El Cliente es el INADE, por medio del Proyecto Especial CHINECAS. La modalidad de contrato es la de Precios Unitarios. Al mes de enero del 2001 el monto de obra asciende a la suma de \$ 94'481,595.00 y esta en un Avance a la fecha del 60%

La política desde el inicio de la obra fue tener como criterio general el análisis costo- beneficio, con los resultados más favorables para el consorcio. Es así que estaba previsto ejecutar varias partidas a través de subcontratas.

Por el tipo de obra se planificó desde el inicio tres campamentos a medida que los trabajos avanzaban, todo el campamento se trasladaba al punto intermedio más cercano de la obra.

En lo que respecta a los gastos generales se planificó subcontratar los diferentes servicios y/o suministros, buscando las mejores ofertas del mercado: servicios de vigilancia, servicios de alimentación, servicios de lavandería, servicios de limpieza y mantenimiento de campamentos.

Una de las características más importantes de esta obra es que por depender el presupuesto del estado, se ha tenido que desarrollar con metas parciales por año, de acuerdo a la asignación presupuestal, es así que se tenía que movilizar y desmovilizar personal y equipo al término e inicio de cada meta en función al nuevo cronograma.

De acuerdo al contrato la obra debió culminar en el mes de julio de 1999, sin embargo por razones presupuestales no se ha cumplido con el cronograma de desembolsos previsto, por tal razón se tiene una ampliación de plazo de 758

días calendario hasta la fecha ampliaciones que en ningún presupuesto se prevee y que pueden dar lugar a distorsiones en los precios y otro tipo de variaciones en los aspectos contractuales que pueden ser negativos para el contratista: quizá en otras obras con las mismas características de plazo y teniendo al estado como cliente tenga que ponerse plazos máximos de ampliación, pasado los indicados hacer una revisión de los aspectos más importantes del contrato para subsanarlos mediante addendas.

Una de las características en este tipo de obras es que es conveniente que los costos del seguro para las obras se consideren como gastos variables dentro de los gastos generales y no como fijos debido a las ampliaciones de plazo.

La falta de continuidad en la obra no permite desarrollar un planeamiento integral, por lo que se tiene que recurrir a planeamientos permanentes, con limitaciones, lo cual de todas maneras influye en los resultados debido a la pérdida de ritmo y también del personal técnico y obrero que estaban familiarizados con sus labores y que en muchas ocasiones no podían ser los mismos. Hay un control más riguroso de los gastos generales y mayor control de costos en "partidas hueso".

El Presupuesto para el año 2000 fue reducido, la obra entró a ritmo lento considerándose una menor asignación presupuestal para este y posteriormente para el 2,001.

Y dentro de este Presupuesto del año 2,000 y 2001 respectivamente, estaban incluidas partidas que usualmente dieron pérdidas.

Es por ello que se le dá una mayor atención a la partida de Acero de Superficie Encofrado de Superficie y Enrocado de Protección durante la construcción del Proyecto del Cruce del río Nepeña.

Para mejorar aún más el margen de obra se subcontrata la actividad en lo que respecta a mano de obra : Acero (habilitación y colocación) para citar un ejemplo.

Financieramente la obra hasta la fecha no ha tenido problemas, normalmente se trabaja con caja, y dinero colocado en ahorros con los mejores intereses del mercado.

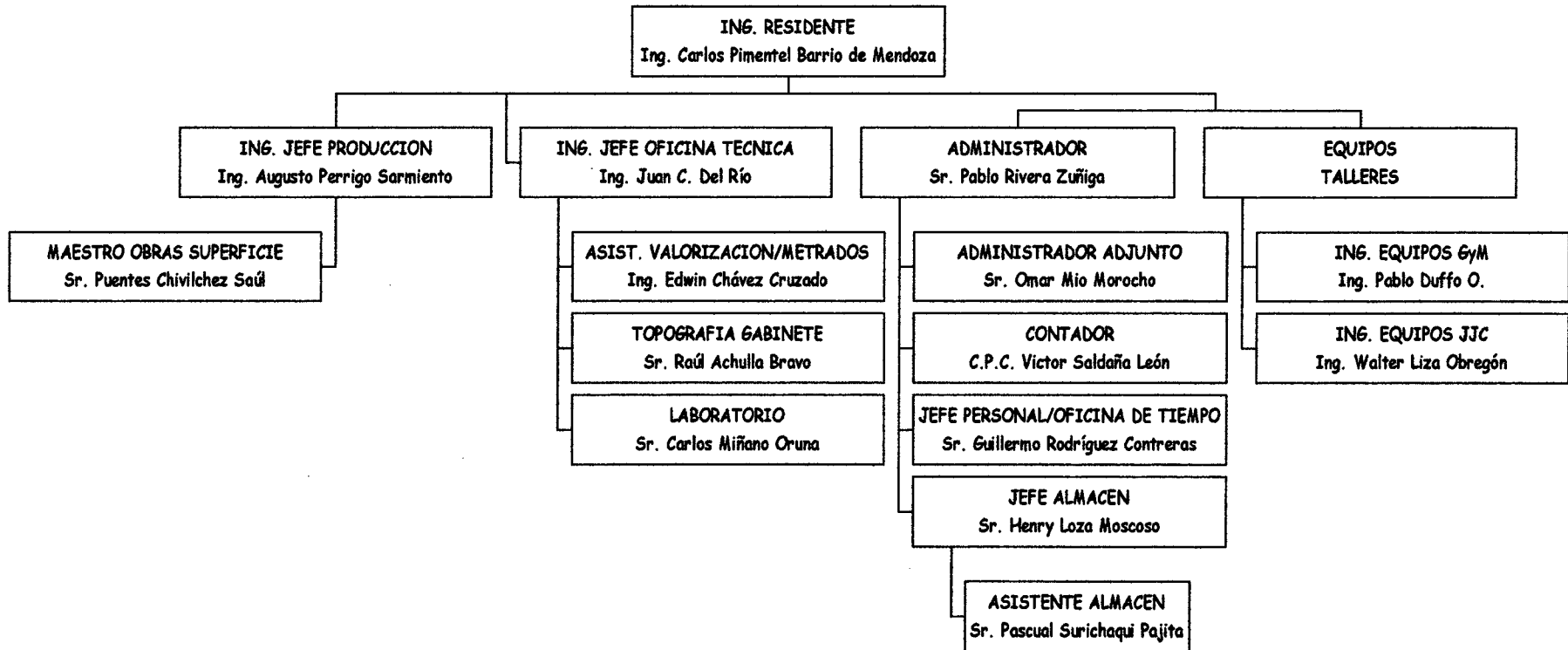
El % de participación de personal en obra, esta en función del porcentaje de cada socio (normalmente cambia todos los años) en la Meta anual establecida por el cliente.

Tiene mucha importancia que el personal empleado enviado por cada socio a la obra, se identifique con los objetivos de la asociación, mientras exista una mayor sinergia los resultados son mejores.

Como todas las obras públicas, para conseguir aprobaciones de adicionales, definición de consultas, etc. es necesario estar permanentemente insistiendo al cliente y en muchos casos dar la iniciativa de solución.

4.2. ORGANIGRAMA DE OBRA

ORGANIGRAMA DE OBRA CHINECAS - AÑO 2001



4.3. PROGRAMA DE OBRA

El Cronograma valorizado se aprecia en los anexos en el cuadro I.1 Programa de obra Cronograma Valorizado, esta programación viene a ser elaborado por la Oficina técnica en conjunto con la Oficina de Producción.

4.4. PLAN TÉCNICO DE PARTIDAS DE CONTROL.

Con relación a los frentes que se tuvo que trabajar durante el Proyecto, se determinó el Plan Teórico de Partidas del año 2001, que a continuación se detalla:

TABLA N° 09
Partidas de control – Cruce Río Nepeña

01	OBRAS PRELIMINARES Y TEMPORALES	
	010101	Const./Amob. Campamentos provisionales
	010301	Mantenimiento de campamentos
	010401	Transporte y retiro de equipos
	010501	Construcción de caminos de acceso
	010601	Mantenimiento de caminos de acceso
02	OBRAS EN SUPERFICIE	
	020101	Exc. Plataforma M.S./R.D.
	020201	Exc. Plataforma R.F.
	020301	Exc. Corte cerrado M.S./R.D.
	020401	Exc. Corte cerrado R.F.
	020501	Exc. Caja de canal M. Suelto /R. Desc.
	020502	Refine caja de canal M.S./R.D.
	020601	Exc. Caja de canal R.F.
	020602	Refine caja de canal R.F.
	020701	Exc. Estructuras M.S./R.D./R.F.
	020801	Compactación de superficie
	020901	Conformación de plataforma de canal
	021001	Relleno compactado para canal
	021101	Relleno afirmado camino de canal
	021201	Relleno para estructuras
	021301	Relleno enrocado
	021401	Transporte de material de caja de canal
	021501	Transporte de tierra y grava
	021601	Transporte de roca
	021701	Bombeo en superficie
	021801	Concretos simples 100 en solados
	021802	Concretos simples regularización canal
	021803	Concreto simple 175
	021902	Revestimiento de concreto 175, e=7.5 cm
	022001	Concreto reforzado 210
	022101	Encofrados en superficie
	022201	Acero de refuerzo en superficie
	022302	Enchape de piedra labrada
	022401	Juntas de contracción y dilatación
	022402	Sellado de juntas de canal
	022501	Eq. Electromecánico y metálicas
	022502	Tuberías, ataguías y neopreno
05	PLANTAS DE PRODUCCIÓN	
	050101	Producción de agregados
	050201	Producción de concreto

CAPITULO II

PLANEAMIENTO Y SISTEMA DE CONTROL DE OBRA

GENERALIDADES

A continuación presentamos los resultados obtenidos en un diagnóstico de investigación, realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú (Flores, Salizar, Torres, 1999) para medir el nivel de productividad en obras de construcción analizados en 50 obras en Lima durante 1999; con el fin de determinar el nivel competitivo de las empresas constructoras del medio. En el análisis se clasificaron por tipo de empresa así como por tipo y monto de la edificación. Sólo se analizaron obras construidas por empresas constructoras formalmente constituidas.

TABLA N° 10
Resultados en la ocupación del tiempo

	TP	TC	TNC
VALORES PROMEDIO LIMA	28%	36%	36%
MINIMO TP	20%	35%	45%
MÁXIMO TP	37%	36%	26%

Los resultados de ocupación del tiempo en los cuales se ha detectado un trabajo productivo (TP) promedio del orden del 28%, significa que del 100% del tiempo, sólo el 28% de la mano de obra se dedica a labores productivas. Esto quiere decir que si mejorase el sistema de gestión de obra, manteniendo la capacidad de producción de las cuadrillas, se podría aumentar el porcentaje de tiempo total ocupada por el TP y por ende aumentar la producción total.¹

¹ Flores,R.; Salizar, C.;Torres O. Diagnóstico de los Niveles de Productividad de Obras de Construcción en Lima, PUCP, Lima 1999

Para tener un marco referencial de donde nos ubicamos nos dirigimos a observar la siguiente tabla donde se muestra la distribución de la ocupación del tiempo en Chile.

TABLA N° 11
Distribución de la ocupación del tiempo en Chile

	TP	TC	TNC
VALORES PROMEDIO	47 %	28%	25%

Adicionalmente, de acuerdo al trabajo de los autores de la investigación, demostraron que en obras en donde se guarda una adecuada gestión de operaciones de construcción se logra valores de ocupación del tiempo como muestra la tabla N° 12.

TABLA N° 12
Distribución de la ocupación del tiempo en obras con un manejo optimizado de la productividad

	TP	TC	TNC
VALORES PROMEDIO	60 %	25%	15%

Se comparó además los niveles de productividad con el tipo de administración de obra. Los resultados demostraron una fuerte correlación entre el grado de productividad alcanzado por las empresas y el tipo de administración que la empresa utilizó en la obra en estudio. Los resultados permiten concluir que las empresas que ejercen un mayor y más profesional nivel de planificación en obra, obtiene los mayores niveles de productividad en la muestra.

Esto nos lleva a que si queremos mejorar nuestros niveles de productividad debemos enfocarnos en mejorar nuestra forma de planificar las obras. Para implementar tal concepto trabajaremos sobre la base de los principios del Lean Production y Lean Construction, los cuales detallamos en el presente capítulo.

1.1 DEFINICIONES Y PRINCIPIOS

1. ORIGEN

Esta filosofía cobró importancia luego de un estudio realizado por WOMACK (1990) sobre la industria automotriz japonesa, atribuyendo su éxito a la implementación de los conceptos de sistemas de producción sin pérdidas, a sus ventajas tecnológicas y competitivas¹.

Fue aplicado inicialmente en Japón, desarrollado en Toyota por el Ingeniero Ohno. Su principal objetivo fue de cambiar la forma del sistema de producción en la cual ya no se prioriza la producción en masa sino que se analiza la destreza en la productividad del obrero, la cual se ve reflejada en el producto final. Ohno siguió el desarrollo de flujo de producción que utilizó Henry Ford, la diferencia era que Ford tenía una demanda casi ilimitada de un producto, mientras que Ohno quiso construir los automóviles al gusto del cliente. Para ello inicio sus esfuerzos por reducir los tiempos de preparación de una máquina, con un juego simple de objetivos para su plan del sistema de producción: ***“Produzca un automóvil a los requisitos de un específico cliente, entréguelo al instante y mantenga un nivel de inventario intermedio a nulo”***.² El sistema que planteó Ohno analizó los excesos de inventario que se creaban debido a la producción en masa, además observó defectos en la construcción de los automóviles, los cuales incrementaban el costo al rehacer una parte defectuosa, lo cual retrasaba la salida final del producto. El ingeniero Ohno para evitar estos inconvenientes autorizó a su personal obrero de detener inmediatamente la línea de producción en cuanto observen estas deficiencias. Esto fue determinado por Ohno porque reconoció que se puede reducir los costos en pleno flujo de trabajo, en cambio al agregar velocidad podría generar la pérdida la cual incrementa la variabilidad en el flujo de trabajo (gasto de operación, definido como todo el dinero que gasta el sistema en transformar el inventario en ***throughput***)³.

¹ Womack, J.P., Jones, D.T. & Ross, D. (1990) The Machine that changed the world Rawson Associates

² Howell, Gregory, What is Lean Construction 26-28 July 1999, University of California, Berkeley, Ca, USA

³ Goldratt, E.M. and Cox, J. (1994). La Meta. Un Proceso de Mejora Continua. Ediciones Castillo, Nuevo México

Ahora para poder reducir la cantidad de inventario durante la producción (entiéndase por inventario como todo el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que pretende vender)¹, reorganizó el sistema de control de inventarios, de tal forma que ellos guarden relación con la producción que se esta llevando a cabo, ya que como definimos anteriormente el aumento de inventario grande incrementa nuestro costo. En un esfuerzo para reducir el tiempo para diseñar y entregar un nuevo modelo, el proceso de producción era cuidadosamente considerado a lo largo del plan de fabricación, para ello los proveedores fueron involucrados en el sistema en un esfuerzo por reducir ambos los costos y participar conjuntamente en la mejora global del producto y entrega.

Los conceptos de Ohno incluyen además:

- Eliminar todo aquella actividad que no genere valor.
- Organizar la producción como un flujo continuo.
- Perfeccionar el producto y crear un flujo confiable, disminuyendo inventario.
- Busque la perfección: entregue en el orden un producto que reúne los requisitos que el cliente solicitó (conocido como throughput, que es la velocidad a la que el sistema genera dinero a través de las ventas)² con nada en el inventario.

Ahora ¿ de que manera puede aplicarse estos conceptos de producción de una industria manufacturera a la construcción ?. Entonces tendríamos que recordar uno de los conceptos desplegados por Ohno. El velaba por revisar y analizar cada actividad que involucra la producción, con el fin de reducir los costos y duraciones de cada paso con el fin que las mejoras se vean reflejadas en el resultado final.

El manejo de la construcción bajo el lineamiento de los principios del Lean son diferentes de la práctica contemporánea típica porque:

- Tiene objetivos claros para el proceso de entrega,

¹ Goldratt, E.M. and Cox, J. (1994). La Meta. Un Proceso de Mejora Continua. Ediciones Castillo, Nuevo México

² Ibid

- Se apunta a aumentar al máximo la participación del cliente al nivel del proyecto,
- Diseña cuidadosamente el proceso de producción, y
- Aplica el control de producción a través de la duración del proyecto.

De acuerdo a los estudios realizados el principal problema es el **efecto combinado de la dependencia de procesos y la variación de los mismos**.¹ Este problema de dependencia y variación puede ilustrarse por lo que pasa en el tráfico pesado en una autopista. Si cada automóvil manejara a exactamente la misma velocidad, el espacio existente entre cada uno sería tan pequeño que la capacidad de la autopista sería limitada por la velocidad de cualquier elemento que es fijo. Ahora cada automóvil dependería del espacio de pavimento que le debe soltar el que se encuentra delante del mismo, la variación por ello sería cero. Es decir, no habría algún espacio de pavimento sin usar. En la realidad, cada automóvil utiliza el pavimento soltado por el vehículo delante de él pero las velocidades varían. Bajo la presión de llegar al centro de trabajo, los espacios entre los automóviles se cierran y cualquier variación en la velocidad exige la contestación inmediata de los automóviles siguientes, originando por ello disminución en la velocidad no sólo en el vehículo posterior, sino que esto obliga a hacer lo mismo al resto de vehículos a lo largo de toda la autopista, provocando de esta manera un retardo en la velocidad del tráfico en conjunto. La recuperación es difícil porque es imposible de conseguir que todos puedan acelerar de manera gradual ya que no cuentan con el mismo espaciamiento en todo los tramos. La velocidad alta a cualquier momento no asegura el tiempo de viaje mínimo en las condiciones de dependencia y variación.

¹ Howell, Gregory, What is Lean Construction 26-28 July 1999, University of California, Berkeley, Ca, USA

Por ello es necesario manejar la interacción entre las actividades, los efectos combinados de dependencia y la variación, si queremos entregar los proyectos en el más breve tiempo. Minimizando los efectos combinados de dependencia y variación, se vuelven un problema central para la planificación y control del sistema, la reducción de la duración del proyecto y los aumentos de la complejidad. (La complejidad esta definida por el número de pedazos o actividades que pueden actuar recíprocamente)¹.

Nuestro planeamiento se hace mucho más confiable cuando cumplimos con los objetivos trazados. La confianza es la actitud humana que se origina en las condiciones de fiabilidad. Nosotros como personas no somos capaces de confiar entre nosotros, si no demostramos la fiabilidad. La fiabilidad viene a ser los resultados obtenidos de un conjunto de sistemas adoptados para cierto caso.

Los conceptos del lean construction toman en cuenta la incertidumbre en el suministro y usa las proporciones como una oportunidad y producción de empleo que planean hacer el descargo de trabajo a la próxima actividad más predecible, para que nosotros trabajemos dentro de las actividades para entender las causas de la variación. El proceso constructivo suele regirse por el sistema de planificación. En tal sentido, el sistema de planificación viene a ser la llave para mejorar el flujo de trabajo, y por ende incrementa la fiabilidad del sistema. Solamente tratando de cuantificar o medir la fiabilidad de los sistemas de planificación, podremos comprender la causa y efecto de los problemas "físicos" que surgen durante el proceso constructivo. El Lean construction trabaja sobre la base de estos lineamientos, tratar de entender los problemas físicos de la producción a nivel de las tareas, para luego diseñar los sistemas subsecuentes que cumplan con las condiciones planteadas inicialmente por Ohno. Mencionemos un ejemplo, en la práctica actual un retraso se atribuye a menudo a los subcontratistas ineficientes. La teoría puede demostrar que dichos retrasos pueden ser debidos a los efectos combinados de dependencia y variación que trabajan a lo largo de un a cadena o flujo de producción. Para ello será necesario acercarnos a los problemas físicos que se presentan durante la construcción, para poder entender finalmente el origen de los problemas. Nosotros no podemos mejorar algo que no entendemos. Una vez logrado esto será el primer paso para resolver el gran enigma.

¹ Howell, Gregory, What is Lean Construction 26-28 July 1999, University of California, Berkeley, Ca, USA

El sentido común nos ayudará a resolver los problemas grandes disgregando de tal manera de poder resolverlos independientemente. Todo indica que “cuando a algo lo calificamos de *“sentido común”* es porque se alinea con nuestra propia intuición, lo cual a su vez significa que ya lo sabíamos pero que necesitamos de agentes externos para ayudarnos a percatarnos de estas cosas” ¹.

2. PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEAN PRODUCTION

Se basa en la presencia de dos aspectos presentes en todo sistema de producción: conversiones y flujos (KOSKELA, 1992) mientras que todas las actividades demandan **costos y consumo en tiempo**, sólo las actividades de conversión añaden valor a los recursos (materiales e instrucciones) que están siendo transformadas en un producto. Así el mejoramiento de las actividades de flujo que no añaden valor (inspección, esperas, movimientos) a través de los cuales se ligan las actividades de conversión, debe enfocarse en la reducción o eliminación de las mismas, mientras que las actividades de conversión debe efectuarse más eficientemente en el diseño, control y mejoramiento de las actividades de construcción ambos aspectos deben ser considerados².

La administración tradicional ha considerado sólo conversiones, o todas las actividades tratadas como si todas ellas fueran conversiones que agregan valor. Debido a estos principios de administración **los procesos de flujo no han sido controlados o mejorados** según los cambios, lo que ha llevado a complejos, inciertos y confusos procesos de flujo, expansión de actividades que no agregan valor y la reducción del valor del producto. Los flujos de material o información son así, la unidad básica de análisis de la nueva filosofía de producción, cuyas características son tiempo, costo y valor.

En la nueva filosofía de producción se combina 3 puntos de vista diferentes:

- ✓ La producción es una conversión de insumos a productos (enfoque tradicional).

¹ Goldratt, E.M. and Cox, J. (1994). La Meta. Un Proceso de Mejora Continua. Ediciones Castillo, Nuevo México

² Koskela, I. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Tech. report No. 72, CIFE, Stanford Univ., CA

- ✓ La producción es un flujo logístico (enfoque Just Time).
- ✓ La producción es una generación de valor a través de los requerimientos del cliente (enfoque de calidad).

A través de los siguientes principios, la eficiencia de los procesos de flujo en las actividades de producción puede ser mejorada rápidamente:

- Reducir la distribución de las actividades que no añaden valor (pérdidas).
- Incrementar el valor del producto a través de consideraciones sistemáticas del requerimiento del consumidor (cliente).
- Reducir la variabilidad.
- Reducir el tiempo de los ciclos.
- Simplificar minimizando el número de pasos, partes y ensamblajes.
- Incrementar la flexibilidad del producto.
- Incrementar la transparencia del proceso.
- Enfocar el control sobre el proceso completo.
- Implementar mejoramientos continuos dentro de los procesos.
- Mejoramiento del flujo de balance con mejoramientos de conversión.

“Esta filosofía apunta al mejoramiento continuo de los procesos productivos a través de reducción de perdidas y un incremento del valor”.

Actualmente esta filosofía es difundida a través de la International Group of Lean Construction (IGLC, 1993). A través de los años se han llevado a cabo conferencias en :Espoo, Finlandia, 1993; Santiago, Chile, 1994; Albuquerque, N.M., E.E.U.U. en 1995; Birmingham, Inglaterra, 1996; Goldcoast, Australia, 1997; Guarujá, Brasil 1998; San Francisco, EE.UU., 1999.

En el grupo de investigadores más destacados acerca de esta filosofía tenemos a Lauri Koskela (VTT, Finlandia), Glenn Ballard (University Of California, Berkeley, USA), Gregory Howell (University Of New México, Albuquerque, USA).

Entre las principales empresas constructoras en el mundo que vienen implementando la filosofía tenemos a **Boldt, Kinetics, Southland Industries, EMCOR, Neenan, Linbeck, DRP, Fluor/Ames/Kramer, Walbridge Aldinger, GyM, Westbrook AC, Simpson Mechanical.**

3. CONCEPTOS Y PRINCIPIOS BÁSICOS DEL LEAN CONSTRUCTION

O'brien (1996) sostiene que para aplicar la filosofía de Lean Production a la construcción deben realizarse algunos cambios dado que se busca transformarla de un simple flujo de procesos a un grupo jerárquico de flujos generadores de valor y logro de metas (hacer más con menos recursos)¹.

Según Lauri Koskela (VTT, Finlandia) si la industria de la construcción utilizará los principios básicos, técnicas y herramientas de Lean Production podría lograr en pocos años gran avance y mejoras sustanciales, pues estudios basados en la aplicación de algunos elementos de Lean Construction dan como resultado reducciones sustanciales del número de defectos, tiempo de duración del proyecto (se reduce por lo menos en 10%) y la ocurrencia de accidentes (menos del 95%).

Para mejorar los niveles de productividad debemos enfocar nuestros esfuerzos por mejorar la forma en que planeamos y programamos las obras, cuyos resultados mediremos en términos de la confiabilidad de la misma, niveles de utilización del tiempo y rendimientos.

Los principios que rigen la filosofía del Lean Construction son:

- Minimizar y manejar la variabilidad e incertidumbre en la construcción. La construcción no presenta procesos industriales, todos los proyectos de construcción son distintos, por eso es lógico pensar que la construcción presenta una variabilidad natural, pero también se debe reconocer que mucha de la variabilidad que presenta se debe a la forma como administramos el trabajo, por lo que aquí es donde debemos enfocarnos.

¹ O'brien, W.J., (1996) Lean Production, Lean Construction, Journal of Mangement in Engineering, March-April

- Mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo aprendiendo a asignar sólo tareas que cumplen criterios de calidad.
- Estructurar las secuencias de trabajo considerando holguras, ya sea de tiempo, recursos o inventarios que garanticen la confiabilidad del sistema.
- Preferir los sistemas que “jalan” a los “empujan”. Podemos aclarar este concepto de la siguiente forma: si programamos trabajo para la semana, considerando lo que debemos hacer sin considerar lo que podemos hacer, estamos trabajando bajo un sistema que “empuja”, mientras que si programamos trabajos considerando lo que podemos por sobre lo que debemos estamos en un sistema que “jala”.
- Aprender sistemáticamente de la experiencia.

Para reducir las pérdidas en las actividades y en los flujos haremos uso de 4 herramientas básicas, las cuales son definidas con detalle a partir del ítem 1.2.1:

- **Lookahead:** significa mirar hacia delante. Es una planificación a mediano plazo que busca ser un mecanismo de prevención que nos permita estar preparados al momento de hacer la asignación de trabajos en la programación semanal o diaria.
- **Programación semanal o diaria:** es una planificación de corto plazo que busca eliminar las pérdidas que se producen en los flujos a través de una asignación semanal o diaria de tareas que direccionen correctamente el trabajo.
- **Tren de actividades:** es un método de programación con el que se estudia a fondo los procesos constructivos de cualquier actividad de la obra, permitiéndonos lograr un mejor entendimiento y manejo de las secuencias que componen cada proceso conduciendo a obtener procesos constructivos optimizados.

- **Mediciones de tiempo o sistemas de control de obra:** son muestreos estadísticos que permiten determinar la utilización del tiempo de la mano de obra y los equipos, con la finalidad de cuantificar las “pérdidas” durante la ejecución de los procesos de construcción.

PRODUCTIVIDAD

Productividad tiene una variedad de significados, pero básicamente todos se refieren a la medida de eficiencia con los que los recursos (personal, materiales, equipos y herramientas y lugar de trabajo) son administrados para completar un producto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

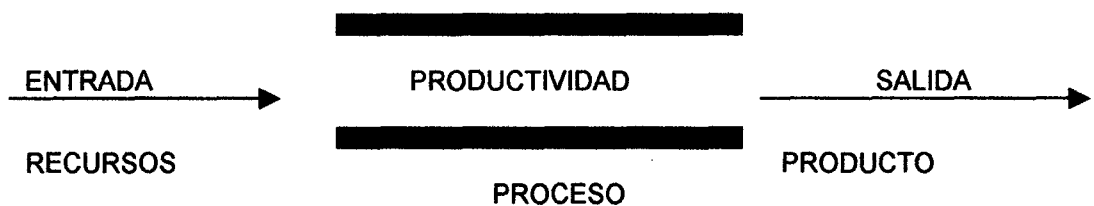


Fig. Proceso y Productividad (Serpell, 1993)

En la práctica se define productividad como la relación entre lo producido y lo gastado en ello:

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{CANTIDAD.PRODUCIDA}}{\text{RECURSOS.EMPLEADOS}}$$

En la construcción, los principales recursos utilizados son los materiales, la mano de obra y la maquinaria y equipos, lo cual hace posible hablar de productividad independientemente para cada uno de ellos. La mano de obra, es el más importante ya que sólo a través de ella es posible llevar a cabo el trabajo, que finalmente representa la acción de la administración dentro del sistema.

En el desempeño de una obra, además de la productividad, intervienen tres elementos principales (Oglesby, 1989):

- ◆ Seguridad: el proyecto debe realizarse libre de accidentes, dentro de límites razonables.
- ◆ Cumplimiento de plazos, en lo que se refiere a planificación y disponibilidad de recursos.
- ◆ Calidad, todos los elementos deben cumplir con los requerimientos de manera de satisfacer las necesidades del propietario¹.

Estos tres elementos y la productividad no son mutuamente excluyentes.

PÉRDIDAS

Pérdida se define dentro de las actividades como aquello que produciendo un costo, directo o indirecto, no añade valor ni ayuda en el avance del proyecto. Las categorías de las pérdidas son medidas como función de sus costos, incluyendo el de oportunidad.

Otro tipo de pérdida esta relacionado con la eficiencia del proceso, equipo y personal. Estas son difíciles de encontrar y medir, sabiendo que la eficiencia óptima es requerida pero no siempre se consigue.

Barcherding (1991) postuló que las pérdidas de productividad en construcciones grandes y complejas son explicadas por el uso de cinco categorías de tiempo no productivo:

- Pérdidas debido a esperas o tiempo ocioso.
- Pérdidas debido a viajes (transporte).
- Pérdidas debido a trabajo lento.
- Pérdidas debido a trabajo inefectivo.
- Pérdidas debido a trabajo rehecho.

¹ Oglesby, C.H., Parker, H.W., Howell, G.A., (1989) Productivity Improvement in Construction, McGraw-Hill

La última clasificación, la única categoría que considera implícitamente pérdidas de materiales es el trabajo rehecho.

Las pérdidas de materiales pueden clasificarse de la siguiente manera: (Stoyles, 1979):

Pérdidas directas, pérdidas completas de materiales.

Pérdidas indirectas, que se clasifican en:

Sustitución cuando los materiales son utilizados para propósitos distintos a aquellos por los que fueron adquiridos.

Uso en producción, uso excesivo de materiales para realizar ciertas actividades, derroche de material.

La siguiente tabla, indica que existen gastos considerables por pérdidas en construcción, sin embargo, a pesar de los resultados obtenidos, los sistemas convencionales de control no las localizan, por eso las pérdidas son invisibles en todos los términos y no se considera su acción.

TABLA N° 13

Tabla Pérdidas en Construcción (Koskela, 1992)

PÉRDIDA	COSTO	PAÍS
Costo de calidad	12% del costo total del proyecto	USA
Costo externo de calidad	4% del costo total del proyecto	SUIZA
Falta de constructabilidad	6 a 10% del costo total del proyecto	USA
Gestión pobre de materiales	10 a 12% del costo total y de mano de obra	USA
Exceso de consumo de materiales	10% sobre el promedio	SUIZA
Tiempo usado en actividades que no añaden valor	Aproximadamente 2/3 del tiempo total	USA
Falta de seguridad	6% del costo total del proyecto	USA

CONSTRUCTABILIDAD

Definido por el Construction Industry Institute (CII, 1986) viene a ser el uso óptimo de los conocimientos y la experiencia de construcción en la planificación, diseño y adquisiciones y el manejo de operaciones de construcción para asegurar los mejores resultados generales del proyecto.

Consiste básicamente en incorporar personal con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas preliminares de un proyecto, de modo de mejorar la actitud constructiva de una obra (Serpell, 1993).

TRANSPARENCIA

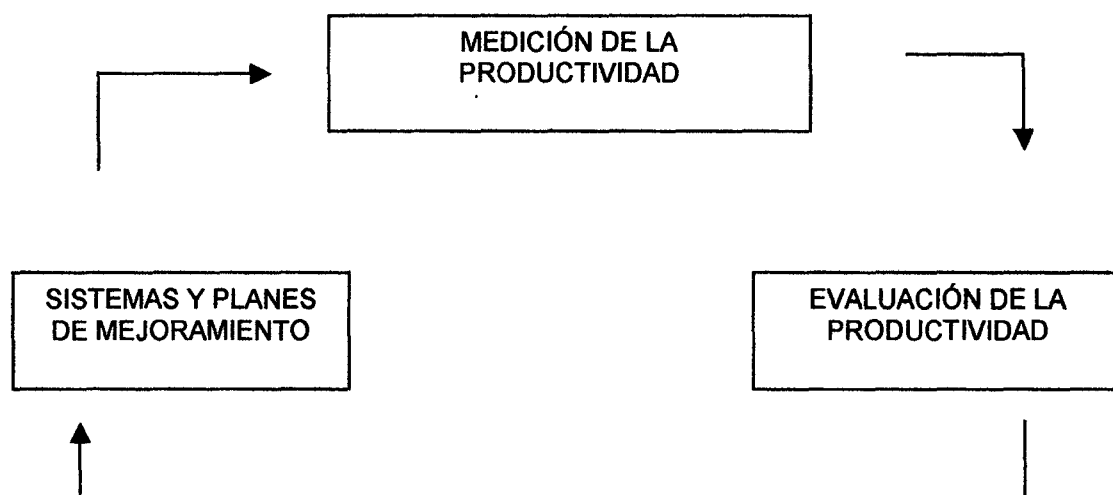
Cuando la construcción es entendida como un flujo, la demanda por una mejor capacidad de manejo de gran cantidad de información es mayor, por lo demás de mejoras en el diseño el aplicar principios como el de transparencia es una clave que hace viable el modelo de flujo propuesto por el Lean Construction.

En teoría, significa la separación de la información que soporta un sistema de producción, con la producción en sí.

La aplicación de este principio en el nivel organizacional y operacional ofrece ventajas como por ejemplo simplificación, motivación, entendimiento rápido de la información y otros.

Sin embargo la industria de la construcción no utiliza estos principios pues las empresas constructoras tiene pocos mecanismos visuales que inspiren, instruyan o motiven a sus trabajadores a realizar trabajos con mayor eficiencia, eficacia y seguridad.

Por ello es necesario el seguimiento y control de la productividad en obra.



Ciclo de mejoramiento de la productividad (Serpell,1993)

1.2 PROCESO DE PROGRAMACIÓN

“ La programación en el mejor de los casos es la ejecución mental y anticipada de la obra, en la que se busca cuellos de botella y problemas dominantes a fin de darles a priori la solución más óptima entre las muchas alternativas que pudieran existir, evaluando distintos procesos y equipos, para poder hacer la obra más eficiente en tiempo más corto y a menor costo.”¹

Cualquier operación de construcción se compone de procesos individuales conectados por flujos (información, recursos, órdenes, etc). Tanto en los procesos como en los flujos se presentan “pérdidas”, que es todo aquello que genera costo pero no genera valor. Podemos citar algunos ejemplos de pérdidas: tiempos de esperas por instrucciones, esperas por incumplimiento de actividades precedentes, viajes excesivos para recoger materiales, hora máquina perdidas por uso inadecuado de los equipos, etc.

Existe entonces un conjunto de herramientas que debemos aplicar para obtener una programación adecuada, y para ello antes es importante discutir algunos puntos que forman parte fundamental para la implementación efectiva de dichas herramientas²:

- **ENFOQUE EN LA ELIMINACIÓN DESPIADADA DE PÉRDIDAS:** en principio una de las principales fuentes de cambio es comprender que existen pérdidas dentro de nuestros procesos, bajo la definición de que pérdida es toda aquella actividad que tiene costo, pero que no le agrega valor al producto terminado. Ejemplo: demoras, transportes, etc.

Posteriormente debemos contar con herramientas que nos permitan cuantificar las pérdidas, para luego orientar nuestros sistemas de gestión de operaciones en obra para eliminar de forma despiadada dichas pérdidas.

¹ Ríos S., J., Sifuentes D., C., Silva C., E., Planeamiento, Programación y control de una obra de Ingeniería Civil, Tesis de Grado, UNI Lima, 1967

² Ghio, V., Macher, R., Arbulú, R. Productividad en obras de construcción: Diagnostico, Crítica y Propuesta Lima, 1999

➤ **GRASA SUPERFICIAL Y GRASA INTERNA (DOS NIVELES FUNDAMENTALES DE PÉRDIDAS)** existen principalmente dos etapas en el proceso de optimización de las empresas constructoras, las cuales están íntimamente relacionado con los niveles de TP, TC y TNC que logra las empresas en sus obras. Las empresas constructoras que logran obtener niveles de TP en un rango muy bajo, entre 20-30%, presentan un alto nivel de lo que se ha definido como "*Grasa Superficial*". Es decir, presentan un nivel de grasa o pérdidas fácilmente eliminables. En principio, la grasa superficial se concentra en sobre dotación general de cuadrillas productivas, así como en un número de obreros por encima de lo mínimo indispensable en actividades varias de apoyo (almacenero, guardián, cuadrilla de volantes, cuadrilla de apoyo eléctrico, etc). Una vez eliminada la grasa superficial, deberíamos lograr valores de TP en el rango del 40 %. Una vez que el proceso de optimización llega a estos niveles, tenemos que comenzar a lidiar con lo que se ha definido como "*Grasa Interna*". La grasa interna es más difícil de combatir que la grasa superficial, ya que la grasa interna está relacionada con pérdidas mucho más complejas que una sencilla dotación de personal. Para obtener niveles productivos del orden del 50 %, se debe combatir la grasa interna con herramientas de gestión de operaciones (como las que describen en la siguiente sección). Finalmente, para terminar de eliminar la grasa interna y así pasar a niveles de TP del orden del 60 %, se deben profundizar aún más los cambios y comenzar a trabajar en mejorar en el diseño mismo de los proyectos (constructibilidad).

➤ **ENFOQUE DE FLUJOS:** *el sentido común* nos indica que las actividades deben ser agrupadas para que ellas puedan ser ejecutadas y manejadas de forma más eficiente. Sin embargo, la concepción de la filosofía de producción ha cambiado radicalmente. El trabajo ya no se debe visualizar como una suma de actividades puntuales (como es el caso del muy utilizado CPM), sino como la conexión de una serie de flujos y actividades puntuales que conforman el trabajo en realidad. En principio, en los modelos convencionales las actividades están compuestas únicamente por la actividad directa (ejemplo: asentar ladrillo).

Los modelos convencionales obvian los flujos que conectan las actividades puntuales (ejemplo: el transporte del ladrillo desde el lugar donde lo bajaron del camión hasta el lugar del asentado, el transporte del personal obrero desde el punto de asentado del ladrillo a la siguiente posición, la fabricación y transporte

de la mezcla, etc.). Siendo que la mayor parte de las pérdidas se concentra en los flujos, el hecho de que no aparezcan en los modelos convencionales que representan el trabajo terminan por obviar dichas pérdidas. El resultado directo de este error conceptual es que en la práctica se obtengan porcentajes de trabajo productivo muy bajos.

- **ENFOQUE EN LA CONFIABILIDAD:** en la construcción existe un sentimiento muy generalizado en cuanto a la confiabilidad que se puede llegar a obtener, particularmente en el área de planificación. ***La falta de un sistema de gestión de operaciones que permita aumentar la confiabilidad de la planificación de la obra genera grandes pérdidas en la construcción, tanto para el constructor como para los subcontratistas y proveedores.*** Pese a que existen algunos efectos que no podemos controlar totalmente (llámese clima, desastres naturales, etc.) gran parte de nuestros problemas en obra son generados por falta de confiabilidad de nuestro sistema de planificación y su impacto en la generación de pérdidas y sobre costos.

- **RIGUROSIDAD EN EL TRABAJO:** Es necesario que el sistema de mejoramiento de la productividad se enfrente con la mayor rigurosidad posible desde el inicio del mismo. Los cambios son difíciles, particularmente por las relaciones humanas envueltas en ellos, por lo que enfoques a media máquina generalmente terminarán en un rotundo fracaso.

Las herramientas que componen el paquete de mejoramiento de la Productividad se mencionan a continuación:

PLANIFICACIÓN GENERAL DE OBRA, PLANIFICACIÓN MAESTRA POR HITOS:

La planificación general de obra suele llevarse a cabo mediante la utilización de algún paquete de programación disponible en el mercado. El esfuerzo realizado es grande, ya que se planifica toda la obra, lo que nos obliga a analizar y programar un gran número de actividades, ver su correlación, determinar la compatibilidad en el uso de recursos y equipos, etc. Sin embargo dicha planificación por lo observado

generalmente suele desviarse del plan original el primer día de trabajo. Por consiguiente, no nos queda otra cosa que replanificar la obra completa regularmente, o abandonar el esfuerzo de planificación y usar la planificación original sólo como un marco de referencia.

La confiabilidad que podemos obtener de una planificación general muy detallada es muy baja. La forma de trabajo innovadora recomienda iniciar la obra como una planificación general por hitos. Dicha planificación será mucha más simple y toma menor esfuerzo y tiempo. La confiabilidad de una planificación por hitos es bastante mayor. El logro de objetivos parciales se obtendrá a través de planificaciones detalladas, de corto plazo (***“Lookahead Planning”***, planificaciones semanales, planificaciones diarias). Las planificaciones de corto plazo, comprenden planes de trabajo para un horizonte máximo de 5 semanas, y por lo general fluctúan entre 1 y 2 semanas. Dichas planificaciones van de acuerdo con la planificación general por hitos.

La planificación de un horizonte corto, nos permite lograr un porcentaje de cumplimiento del orden del 100%, es decir cumplimos efectivamente todas las actividades que planificamos para dicho periodo. Esto puede sonar una fantasía, pero en la práctica es una realidad cuando se aplica el sistema propuesto. De esta manera la obra se planifica con el detalle necesario, pero asegurando la confiabilidad que necesitamos de un sistema de planificación.

1.2.1 LOOKAHEAD PLANNING (LAP) : o Programación Mensual, este término en inglés define a una planificación con 3 a 5 semanas de anticipación con respecto al trabajo que se conduce en ese momento en obra. El LAP esta diseñado para prever con una adecuada anticipación los requerimientos de materiales, mano de obra, equipos, financiamiento e información. La mayor parte de los problemas que generan atrasos e incumplimiento en la planificación de obra, son responsabilidad de los profesionales de obra. El LAP es una suerte de lista de chequeo que nos permite anticipar todos nuestros requerimientos, de forma de usar el LAP como “escudo” para proteger la producción de agentes externos a ella. En principio, las actividades que no han sido resueltas en cuanto a asegurar que cuentan con todos los requerimientos del caso, no se planifican para la siguiente semana. Planificar actividades para las que no se cuenta con los recursos

sería mentirnos a nosotros mismos. De esta forma se reduce la confiabilidad de la planificación y se incurre en pérdidas y gastos mayores. La forma de medir la eficiencia del LAP es mediante los porcentajes de cumplimiento de las planificaciones semanales. El LAP aumenta substancialmente la confiabilidad del sistema propuesto.

ELABORACIÓN DEL LOOKAHEAD

- La elaboración de este lookahead le es asignado al ingeniero de campo en coordinación con la Oficina Técnica. Para ello es necesario tomar del plan general Actualizado (cronograma general) un horizonte de actividades de las próximas 4 semanas.
- Una vez identificadas estas actividades serán llevadas a un mayor nivel de detalle (paquetes de trabajo, partidas, etc).
- Luego será necesario seleccionar, ordenar y dimensionar aquellas actividades que creamos se puedan ejecutar realmente en las próximas 4 semanas.
- Con las actividades seleccionadas se genera el lookahead de 4 semanas.
- Es necesario efectuar un análisis de restricciones u obstáculos: esto consiste en registrar todo aquello que considere pueda impedir que las actividades del lookahead sean programadas y ejecutadas en la semana que les corresponda. Estas restricciones pueden ser detalles de diseño, diseño del procedimiento constructivo, aprovisionamiento de materiales, captación de mano de obra, equipos, etc .
- Trabajar en la eliminación de las restricciones detectadas.
- Generar una actividad libre de restricciones y listas para ser programadas en la siguiente semana.

- Los ingenieros de campo deben renovar este lookahead semanalmente agregándole al horizonte del lookahead una semana más y repitiendo todos los pasos del proceso, para así estar siempre mirando 4 semanas adelante¹.

En el anexo I.1.2 se podrá apreciar la variación del lookahead realizado para la construcción del conducto cubierto entre el 01/02/2001 al 21/03/2001.

1.2.2 PROGRAMACIÓN LINEAL

Tren de actividades o programación rítmica, son varios de las denominaciones dadas a este concepto, la importancia de formar trenes de trabajo: La programación lineal, a diferencia de otras técnicas de programación **CPM**, está basada en lograr producciones similares para cada día en cada cuadrilla. En este sentido, se logra eliminar las holguras, que por definición son una pérdida (el **CPM** es una técnica de programación que se basa en tener una ruta crítica y muchas rutas que no son críticas y que por ende presentan algún nivel de holgura. Las holguras son pérdidas, por lo tanto el **CPM** en un método que voluntariamente introduce pérdidas a la construcción. Por lo tanto se puede concluir que el **CPM** presenta errores conceptuales que lo invalidan como herramienta aplicable para los nuevos conceptos de gestión de operaciones). La programación lineal está basada en partir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas, más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante un balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad de forma que la cantidad de fierro, encofrado y concreto (por ejemplo) de una porción de obra sean compatibles entre ellas, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos. Cabe mencionar que existe peligro, que al no contar con holguras, cada atraso de una actividad generará el atraso al resto de actividades.

El objetivo finalmente será estudiar a fondo los procesos constructivos de cualquier actividad de la obra, permitiendo lograr un mejor entendimiento y manejo de las secuencias que componen cada proceso conduciendo a obtener procesos constructivos optimizados.

¹ Ballard, G., Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control Technical Report No. 97-3, Construction Engineering and Management Program, Civil and Environmental Engineering Department, University of California, Berkeley, CA, 1997

ELABORACIÓN DEL TREN DE ACTIVIDADES

El tren de actividades es una herramienta que ayuda a los ingenieros de obra a esquematizar y administrar el detalle de la secuencia constructiva de estos elementos o partidas. Su uso es fundamental sobretodo en la etapa inicial de la obra cuando se tienen que diseñar los procesos constructivos a usar.

El tren de actividades lo desarrollan los ingenieros de campo con apoyo de la oficina técnica.

Un tren de actividades se genera mediante el siguiente proceso:

- ❑ En la etapa de planeamiento presupuestal o al inicio de la obra se debe dividir el proyecto por sectores que contengan elementos de características similares.
- ❑ Cada sector debe ser dividido a su vez en subsectores de manera de conseguir repetición en los trabajos y aprovechar curvas de aprendizaje. La idea es que un grupo que trabaja en un subsector pueda lograr una repetición del trabajo equivalente al número de subsectores totales.
- ❑ Generar una secuencia constructiva Diaria para cada subsector de trabajo. Este es el paso que toma más tiempo y es muy común que las primeras secuencias que se consideren no sean las mejores, estas se irán mejorando a lo largo de la obra.
- ❑ Correr el tren de actividades para todos los subsectores. Esto es extender el tren para todos los subsectores de trabajo en un calendario diario excluyendo los días feriados y los domingos.
- ❑ Verificar si la duración de todo el tren para cada sector encaja dentro de los hitos del plan general, de no encajar revisar la secuencia constructiva diaria, y ver la manera de ajustarla. Tal vez sea necesario, por ejemplo, disponer de mayor cantidad de equipos, o de mayor cantidad de obreros.

- Calcular el número de obreros y equipos necesarios, considerando:
Metrados de cada subsector (del más representativo).
Velocidad de avance de cada cuadrilla básica.
Número de cuadrillas básicas para que las actividades se ejecuten en un solo día¹.

En el anexo I.1.3, I.1.4 y I.1.5 se aprecia el cuadro del tren de actividades elaborado para la ejecución del conducto cubierto en sus 3 fases, con el respectivo análisis de mano de obra

1.2.3 PROGRAMACIONES SEMANALES

Las programaciones semanales son basadas en la planificación general por hitos, y en las actividades que sean aprobadas mediante la lista de chequeo del lookahead planning, se genera una planificación detallada de las actividades a realizar la siguiente semana. Esta planificación debe generarse un día antes de la semana precedente, tomando en consideración el avance real de la obra. La planificación semanal, además, sirve como marco de referencia para la generación de planificaciones diarias horarias, como se describe más adelante. Al final de cada semana, se evalúa el porcentaje de cumplimiento de las actividades planificadas mediante un análisis de confiabilidad.

A modo de ejemplo en el anexo I.1.2 se muestra las programaciones semanales elaboradas para la construcción del conducto cubierto entre el 01/02/01 al 21/03/01.

¹ Grupo Graña Y Montero, Manual de Gestión de Obra, Lima 1999

ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

El **PPC** o porcentaje del plan Completado es un índice de nuestra confiabilidad.

En el cálculo del **PPC** se debe tomar en cuenta que:

Se obtiene de dividir el número de tareas completadas durante la semana entre el número de total de tareas asignadas en el programa semanal.

Sólo se consideran las tareas 100% completadas, no se toma en cuenta el % parcial de avance de las mismas.

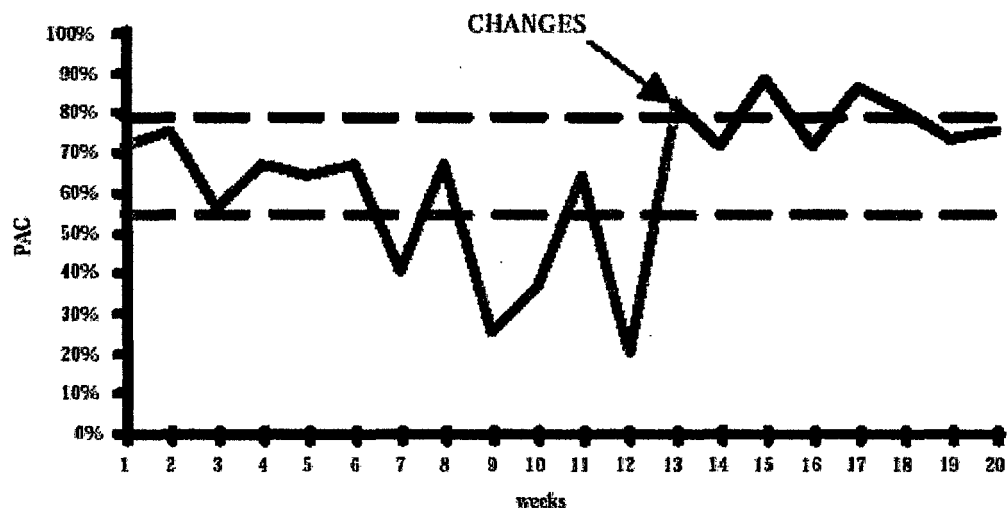
Lo que se requiere medir no es el avance sino la efectividad y confiabilidad del sistema de programación.

Si durante la semana se tiene que descartar una tarea y hacer otra, esta nueva tarea no entra al conteo de tareas completadas.

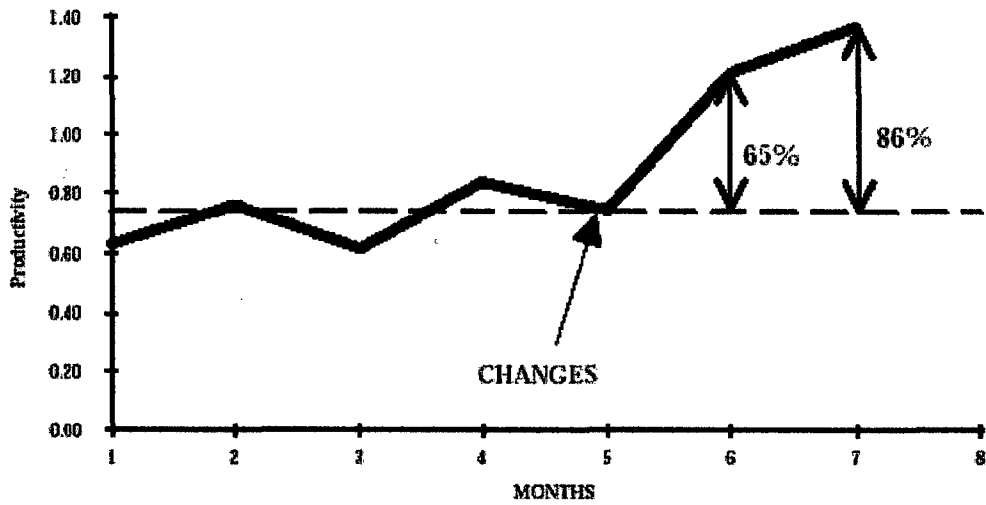
Para las tareas que no se completen al final de la semana debe buscarse las razones o causas de incumplimiento, las mismas que luego deben ser registradas estadísticamente para entender la frecuencia de su ocurrencia y buscar soluciones para las más importantes.

El objetivo es incrementar el **PPC** tomando acción sobre las causas de incumplimiento para evitar que se repitan.

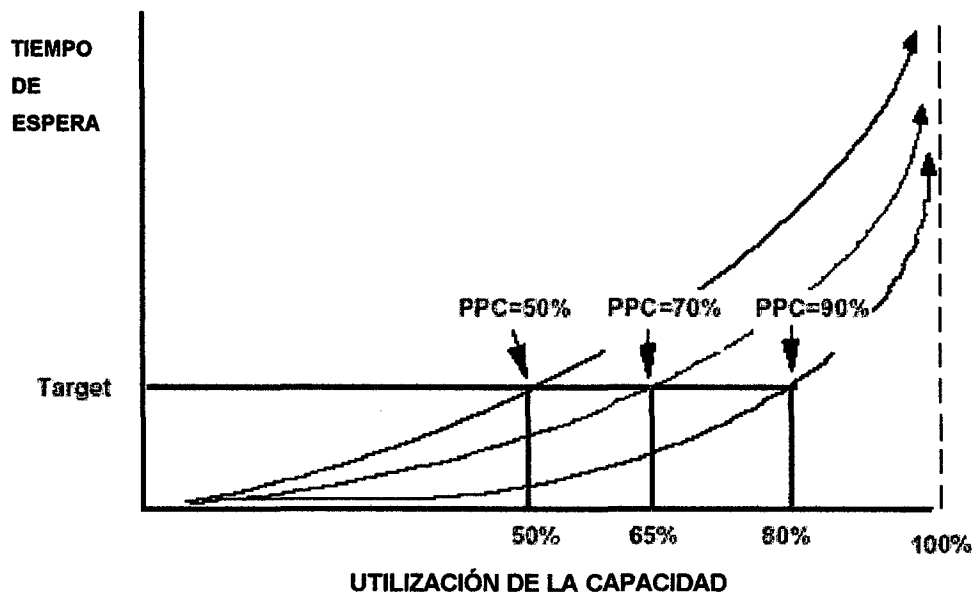
EVOLUCION DEL PPC



EVOLUCION DE LA PRODUCTIVIDAD



EL PPC Y LA UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA



ELABORACION DEL PLAN SEMANAL

El programa semanal lo preparan los ingenieros de campo y el jefe de la Oficina Técnica valida su concordancia con el plan general de obra y con el lookahead.

Para preparar el programa semanal se deben toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las tareas de la semana provienen de las actividades del lookahead que se llevan a un nivel de detalle que permite su asignación.
- Las tareas que se seleccionan para la semana deben ser aquellas que consideremos se van a poder ejecutar realmente y tienen que haber pasado por un proceso de levantamiento de restricciones.
- Al momento de asignar tareas se deben cumplir algunos criterios para que la asignación sea de calidad:
 - Definición : ¿Son las tareas asignadas lo suficientemente específicas, se puede hacer la coordinación necesaria con otras especialidades, y se puede determinar al final de la semana si se completó la tarea?
 - Solidez :¿Son las tareas asignadas factibles de ejecutar? ¿Se entiende qué es lo que se requiere? ¿ Se tienen todos los materiales que se necesitan?
 - Secuencia / orden : ¿ Se han seleccionado las tareas de aquellas que están adecuadamente ordenadas en prioridad y en la secuencia correcta?
 - Tamaño: ¿Han sido las tareas adecuadamente dimensionadas para la capacidad productiva de cada individuo o grupo?
 - Aprendizaje :¿ Son las tareas que no han sido completadas dentro de la semana registradas, las razones de falla identificadas y las acciones correctivas tomadas?
Definir trabajos de reserva o “backlog” que sirvan para redistribuir al personal obrero y equipos por si algún trabajo del programa semanal no puede ser ejecutado¹.

¹ Grupo Graña Y Montero, Manual de gestión de Obra, Lima 1999

1.2.4 PROGRAMACIONES DIARIAS

Viene a ser el balance entre capacidad de producción y asignación de tareas diarias por cuadrilla :

Es necesario la utilización de planificaciones diarias, las cuales están diseñadas para balancear la capacidad de producción real de las cuadrillas existentes, con la cantidad de trabajo que se les asigna. Es relativamente común que en obra se tracen obras de cumplimiento semanal, encargándosele al maestro o los capataces cumplir con dicha meta. Por lo general, los maestros y capataces son juzgados por los plazos de ejecución y por la calidad de su trabajo. Sin embargo, pese a que normalmente existe buena voluntad, el personal de mando medio no cuenta con las herramientas necesarias ni con la preparación suficiente para poder obtener dichas metas con la máxima eficiencia posible. Por lo tanto, no es poco frecuente ver que se cumplan las metas con productividades adecuadas. Este es una de las principales razones por las cuales se obtienen niveles de TP en promedio en Lima, por debajo del 28 %.

Basándose en la capacidad de producción de cada cuadrilla (así como en las actividades asignadas en la planificación semanal) se procede a asignar los volúmenes de trabajo que completen dicha capacidad de producción. Esta asignación permite reducir y/o eliminar pérdidas relacionadas directamente con la producción diaria de cada cuadrilla.

La utilización de este tipo de programación quedará a consideración del ingeniero de campo, analizando los sectores o actividades de la obra en las que conviene usarlas.

Para motivar el cumplimiento de los programas semanales, es recomendable establecer incentivos por cumplimiento diario y semanal de tareas.

1.2.5 MEDICIONES DE TERRENO

Una vez ajustada la planificación de corto plazo, mediante la programación lineal, el LAP, las programaciones semanales y las planificaciones diarias,

es necesario pasar al segundo paso en el mejoramiento de la productividad. Este está relacionado a las mediciones del trabajo. Las mediciones permiten determinar con gran profundidad el diseño de los métodos constructivos a utilizar, así como cuantificar en cada cuadrilla el porcentaje de TP, TC y TNC.

De esta manera este conjunto de tareas podrá ajustar o cambiar los métodos constructivos apoyando la obtención de la mayor eficiencia posible de acuerdo a evaluaciones numéricas de nuestros procesos constructivos.

Uso de incentivos: este presente una serie de posibilidades para todos los gustos. Sin embargo, hay que considerar que ya sea cual sea el estilo preferido de uso de incentivos para mejorar la producción que el usuario desee incorporar en su empresa, los incentivos deben ir necesariamente unidos al cumplimiento de la planificación.

1.2.6 REUNIÓN DE OBRA

Se llevará a cabo una vez por semana con la asistencia del : Ingeniero Residente, Ingeniero Jefe de Oficina técnica, Ingeniero Jefe de Campo, Administrador, Jefe de logística y algún otro personal relevante.

Los puntos a tratar durante las reuniones serán:

- Revisión del cumplimiento del programa de la Semana anterior (cálculo del índice de confiabilidad).
- Presentación de los lookaheads de 4 semanas y los programas de la siguiente Semana, por parte de cada Ing. Jefe de frente.
- Ajustes y coordinación del lookahead y de los programas semanales.
- Análisis de los rendimientos obtenidos en la semana anterior y propuesta de acciones a tomar.
- Otros temas relacionados a la obra: seguridad, logística, etc.

El resultado final se verá plasmado en una acta de compromisos en la cual figuren : problema, acción a tomar, fecha de compromiso y responsables.

1.3 SISTEMA DE CONTROL DE OBRA

El sistema de control empleado está enfocado en tres puntos fundamentales:

- ✓ **Producción**
- ✓ **Productividad**
- ✓ **Costos**

Los reportes de producción, están orientados a evaluar constantemente los avances mensuales de la producción en campo, teniendo como base comparativa los metrados previstos para cada mes, los cuales provienen a su vez de un programa anual que ha sido corregido según las particularidades coyunturales presentadas para el mes específico a evaluar.

Por ello se presenta los siguientes tipos de reporte:

1.3.1 CONTROL DE AVANCE MENSUAL:

Se comparan los metrados por partidas del presupuesto del propietario, al final se cuantifica y se determina que tanto, en porcentaje, del programa mensual se ha logrado.

1.3.2 SEGUIMIENTO DE PRODUCCIÓN:

Sólo se comparan las denominadas partidas de control que vienen a ser las partidas que por su magnitud de producción y costo, interesa hacerles un seguimiento más detallado.

CONTROL DE PRODUCCIÓN DE PARTIDAS ESPECIFICAS: Se elabora este tipo de reporte cuando se quiere controlar una partida importante para nosotros.

Los reportes de productividad son los que miden la eficiencia de la producción.

1.3.3 CONTROL SEMANAL DE PRODUCCIÓN:

Es elaborado teniendo en cuenta el rendimiento de la producción para las partidas de control, comparándolas con las previstas inicialmente en el presupuesto. Este reporte es semanal, lo que permite una evaluación oportuna y hacer las enmiendas en campo que fueran necesarias sin tener que esperar el reporte de fin de mes.

1.3.4 HERRAMIENTAS DE CONTROL UTILIZADAS EN OBRA

El análisis del control de obra se va a referir al periodo comprendido entre los meses de enero a julio del 2001. En estos siete meses, se han usado diferentes herramientas de control de productividad con el fin de optimizar los procesos constructivos y mejorar así la productividad en obra.

Adicionalmente, se llevó un control del Porcentaje del Plan Cumplido, el cual no sólo consistió en un *indicador del cumplimiento de la planificación semanal en obra*, sino también de las responsabilidades en oficina. El principal objetivo del PPC, o Porcentaje del Plan Cumplido es evitar que se repitan las mismas causas de incumplimiento de diferentes tareas programadas. Se adjunta un cuadro del PPC, donde se puede ver que hay una tendencia creciente del análisis acumulado de este indicador. Así, al aproximarnos más al 100% se incrementa más la confiabilidad del sistema y se mejora los rendimientos de la mano de obra y/o equipos que trabajan en el campo. En algunas ocasiones, este parámetro tuvo que ser "bondadoso" debido a problemas continuos que se produjeron en el campo, que escaparon del control de la oficina de Producción. En la mayoría de las veces se obtuvo un PPC semanal superior al 80 %, exceptuando los dos primeros meses del año, donde el PPC acumulado no llegaba a este valor, esto debido a la implementación del mismo en obra en enero y febrero del 2001.

TABLA N° 14
Porcentaje del Plan completado a Julio del 2001

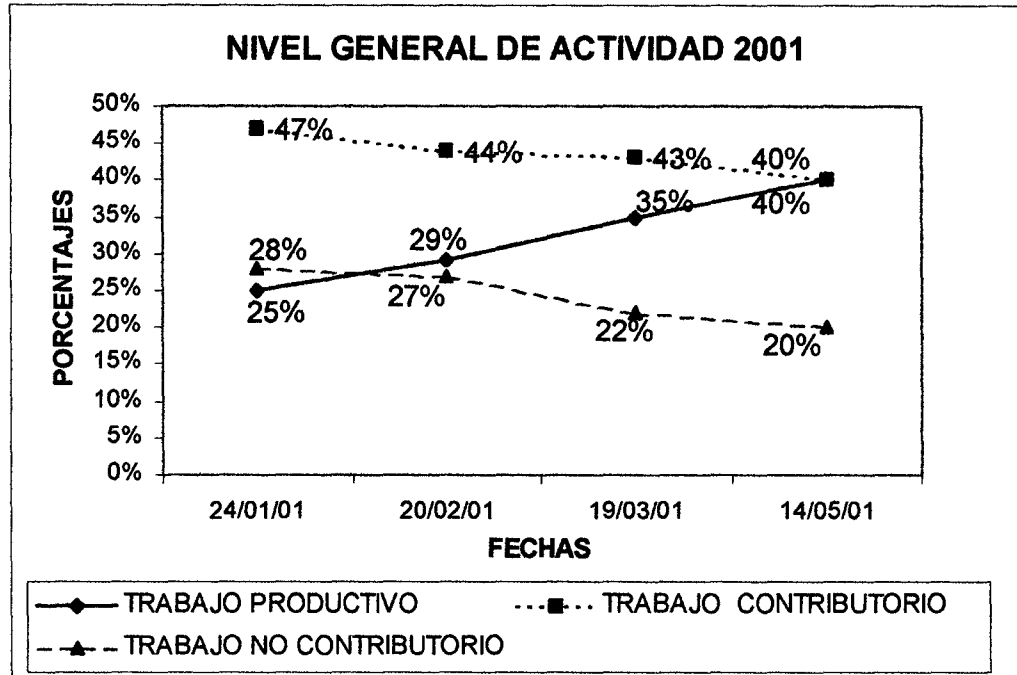
CONSORCIO CHINECAS

OBRA: CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL CASCAJAL, NEPEÑA Y CASMA - SECHIN

PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO A JULIO DEL 2001.

PROMEDIO DE LA OBRA							
MES	SEMANA	TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		PPC	
		SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO
Ene-01	11/1	11	11	9	9	82%	82%
	18/1	11	22	8	17	73%	77%
	25/1	11	33	7	24	64%	73%
Feb-01	1/2	11	44	9	33	82%	75%
	8/2	14	58	11	44	79%	76%
	15/2	16	74	14	58	88%	78%
	22/2	29	103	24	82	83%	80%
Mar-01	1/3	16	119	12	94	75%	79%
	8/3	19	138	17	111	89%	80%
	15/3	19	157	14	125	74%	80%
	22/3	16	173	15	140	94%	81%
	29/3	20	193	20	160	100%	83%
Abr-01	16/4	4	197	4	164	100%	83%
	19/4	9	206	9	173	100%	84%
	26/4	9	215	9	182	100%	85%
May-01	3/5	14	229	14	196	100%	86%
	10/5	11	240	8	204	73%	85%
	17/5	13	253	13	217	100%	86%
	24/5	13	266	12	229	92%	86%
	31/5	0	266	0	229	100%	86%
Jun-01	7/6	14	280	13	242	93%	86%
	14/6	14	294	14	256	100%	87%
	21/6	12	306	10	266	83%	87%
	28/6	4	310	4	270	100%	87%
Jul-01	5/7	6	316	5	275	83%	87%
	12/7	4	320	3	278	75%	87%
	19/7	2	322	2	280	100%	87%

Entre las principales Herramientas de Control de producción que se usaron se tuvo el *Nivel General de Actividad y la Carta de Balance*. Estas sirvieron para detectar los porcentajes de trabajo productivo, contributorio y no contributorio en las diferentes áreas de trabajo. Así se realizaron 4 Niveles Generales de Actividad con resultados que se pueden observar en la gráfica.



En esta gráfica se puede observar la tendencia creciente de los niveles de trabajo productivo contrariamente a lo que sucedió con el trabajo contributorio y no contributorio, llegando a valores de 40%, 40% y 20% respectivamente. **El Nivel General de Actividad** consiste en una herramienta estadística que se usa para determinar el nivel de actividad en un sector o frente de trabajo. Por lo general se usa a un nivel general de toda la obra, y cuando queremos hacer un análisis de producción a una cuadrilla específica de trabajo usaremos la **Carta de Balance**. En el año se elaboraron tres Cartas de Balance, dos entre el mes de Enero y Febrero a la cuadrilla de Vaciado de Concreto, y una última a fines del mes de Julio, en la cual se analizó a la Cuadrilla de Colocación de Tuberías. En los primeros muestreos realizados, se obtuvieron conclusiones muy importantes, entre las principales, que se tenía una cuadrilla sobredimensionada, mientras que en la última Carta Balance se llegó a la conclusión de que la cuadrilla de topografía podía apoyar más a la cuadrilla de colocación de tuberías, pudiéndose entonces prescindir de un integrante de la cuadrilla.

Adicionalmente, una herramienta que fue muy usada fue el **COSEPRO**, o Control Semanal de producción, el cual engloba al **COSEMO** (Control Semanal de Mano de obra), debido a que se realizaron también controles de los equipos en campo. Este tema se trata con mayor detenimiento en el análisis detallado por partidas.

1.3.5 ANÁLISIS DETALLADO DE PARTIDAS

1. CONCRETO ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$) :

A lo largo de los meses que se han llevado a cabo los controles de productividad, la actividad de Concreto Reforzado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ha sido una de las que más variaciones ha presentado en los Ratios de Mano de Obra. Si se mira el cuadro de **Control de Producción de Concreto** en lo referente a Mano de Obra desde el 16/04/01 (que se presenta en el anexo II.1.2) podemos observar al inicio del análisis una tendencia decreciente en lo referente al Rendimiento Acumulado de la Mano de Obra, sin embargo, ésta curva luego presenta una tendencia creciente (aproximadamente a inicios del mes de Junio) hasta el fin del periodo que comprende este análisis.

Este cuadro refleja una tendencia constante en el año, ya que algo muy similar paso en los tres primeros meses del año (ver cuadro en anexo II.1.2). Cuando hubo la oportunidad de vaciar grandes volúmenes de concreto (en particular el Conducto Cubierto), el Rendimiento Semanal siempre fue por debajo del previsto. Este comportamiento comenzó a variar desde que se terminó de vaciar el Canal de Descarga y el primer tramo del Conducto Cubierto. Es ahí donde se empieza con el vaciado del Aliviadero y del Regulador (aproximadamente desde fines del mes de Febrero hasta fines del mes de Marzo), por ello los volúmenes disminuyeron y lamentablemente se tardó en liquidar a un exceso de personal en esta cuadrilla que en semanas anteriores ya se había alertado en la Carta de Balance del 30-01-01 (ver anexo II.6.1). En esta época, los Ratios eran bajos, sin embargo, este análisis ya nos decía que se podía prescindir de 3 ayudantes.

Desde Abril del presente año se tomó la decisión de subcontratar la actividad, dando muy buenos resultados cuando se realizó el vaciado del Conducto Cubierto (los Ratios Semanales siempre estuvieron por debajo del Previsto, y fueron menores incluso que cuando se realizó el vaciado el primer tramo del Conducto usando personal de nuestra planilla), sin embargo, cuando se comenzó con los vaciados de las Obras de Arte (Desde inicios del mes de Junio) estos Ratios volvieron a aumentar, sin notarse una

cuadrilla sobredimensionada. El principal problema que se tiene es que cada obra de arte no tiene más de 35 m³, el cual es realizado en una semana o incluso 10 días. (En el Conducto Cubierto Fase III se vaciaba un mínimo de 50m³ diarios, es decir dos losas y dos muros, o dos techos y dos muros), es decir, lo que ahora se vacía en una semana o en 10 días no llega a superar el volumen promedio diario de vaciado en el Conducto Cubierto. Es por ello que el evitar que los Ratios sean tan altos cuando se vacía en Obras de Arte es muy difícil, más aún si a esta partida también se “cargan” las horas hombre que se dedican al Resane de las estructuras ya vaciadas.

Finalmente, una vez expuesto los principales problemas que se han presentado en esta actividad, se puede optar por proponer un nuevo precio para las estructuras que necesiten un menor volumen de concreto o en sumo caso realizar un control especial a una cuadrilla que trabaje sólo por horas y que este adecuadamente dimensionada (ayudándose de herramientas de Control de Productividad como la Carta Balance).

2. ENCOFRADO DE SUPERFICIE:

Esta actividad mostró una tendencia mucho más estable en el Rendimiento Acumulado en comparación con el Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (ver cuadro en anexo II.1.3). Hubieron algunas ligeras variaciones en el Rendimiento Semanal, sobretodo cuando se pasa del primer tramo del Conducto Cubierto al Aliviadero y Regulador y en las Obras de Arte que empezaron a encofrarse desde inicios del mes de Junio. En el primer caso, en el Aliviadero y Regulador se presentó este problema sobretodo en la zona de las Compuertas por tratarse de un trabajo muy especial, donde evidentemente el rendimiento no es igual que encofrar un simple muro de un paño del Conducto Cubierto. En lo que respecta a las Obras de Arte, la misma estructura no permite tener un importante metrado. Si cuando se trabajaba en el Conducto Cubierto se llegaba a encofrar mas de 1000 m² por semana, en las Obras de Arte a veces el metrado semanal no llega ni a superar los 100 m² semanales.

La Oficina de Producción decidió quedarse sólo con tres operarios con sus respectivos ayudantes para poder encofrar las Obras de Arte (En el Conducto Cubierto se contó con un aproximado de 9 a 10 carpinteros con

sus respectivos ayudantes), sin embargo, se lograron rendimientos semanales muy altos que poco a poco está influyendo en la tendencia creciente del Rendimiento Acumulado. Se corre el riesgo que este rendimiento haya superado el previsto, por ello sería necesario tomar medidas como:

- ✓ Cartas de Balance, para poder analizar la cantidad de ayudantes que se encuentran en el encofrado de estas Obras de Arte. Se ha detectado en el campo que hay muchos más ayudantes que operarios, creándose una cuadrilla sobredimensionada.

- ✓ Planificar debidamente la Construcción de estas Obras de Arte. Desde Inicios del mes de Julio, no se están realizando programaciones semanales y es por ello que se ha visto en el campo que al no haber un día definido para el vaciado de concreto de un paño de una Obra de Arte, los Carpinteros no sienten tanto la “presión” de terminar el trabajo un día fijado.

3. ACERO DE REFUERZO EN SUPERFICIE

La variación de los Ratios Semanales en esta Partida ha presentado valores más altos que el Ratio Previsto sólo en cuatro oportunidades, por las mismas razones que influyeron que se tengan Ratios Altos en las actividades de Concreto y Encofrado (Construcción del Aliviadero, Vertedero y Obras de Arte)

Un dato importante a resaltar es que el Ratio Acumulado de la presente actividad siempre resultó ser inferior al Previsto, sin embargo este Ratio acumulado está presentando una tendencia creciente desde inicios del mes de julio, precisamente cuando se dejó de subcontratar la presente actividad (ver cuadro en anexo II.1.4).

A fines del mes de julio se está considerando a un operario y un peón en la cuadrilla de Fierro, sin embargo, esta cuadrilla está teniendo rendimientos semanales muy altos por la causa que ya se mencionó

anteriormente, los bajos metrados que se tienen en las Obras de Arte. Sin embargo, es aquí donde los Ratios no nos pueden dar un dato exacto de la producción en Acero, debido a que hay días que no se ha colocado Acero pero sí se ha estado habilitando para las próximas Obras de Arte a construirse.

En el cuadro ubicado en el anexo II.1.1 se muestra 3 gráficas que representan la variación de los Ratios de Mano de obra en las tres actividades mencionadas, la primera representa las variaciones hasta el 04/04/01, y las 2 siguientes muestran esta variación hasta el 26/07/01, último día que comprende este análisis. En estas tres gráficas se está usando también el concepto de HH ganadas / perdidas a la fecha, el cual se define como la diferencia de Rendimientos Previsto y Real multiplicado por el Avance a la Fecha.

4. EXCAVACION CORTE CERRADO EN MATERIAL SUELTO

Bajo esta especificación, se considera la excavación de la plataforma del canal en los tramos donde la altura menor de corte sea superior a 1.25 m. Esta partida se analizó desde el 19/04/01 hasta el 16/05/01. En este lapso de tiempo se obtuvieron Ratios de Mano de Obra y Equipos inferiores a los previstos, corroborándose esta información con el análisis de costo semanal acumulado de la presente partida, el cual dio como resultado una utilidad acumulada de 34,463.01 Soles. El Presente Análisis comprende un metrado total de 16,090.97 m³ desde la Prog. 71+800 a la 71+900, y desde la Prog. 71+980 a la 72+140.

DESCRIPCION	RATIO PREVISTO	RATIO ACUMULADO OBTENIDO
Mano de Obra (hh/m ³)	0.077	0.045
Equipos (hm/m ³)		
Tractor D6G	0.012	0.005
Cargador Frontal	0.010	0.005
Retroexcavadora	0.009	0.006
Volquetes	0.011	0.008

	MONTO REAL (Soles)	MONTO PREVISTO (Soles)
MANO DE OBRA	8,692.10	18,491.83
EQUIPOS	58,016.42	77,715.70
VOLQUETES	11,528.73	16,492.73
TOTAL (S/.)	78,237.25	112,700.26
METRADO TOTAL	M3	16,090.77
UTILIDAD TOTAL	Soles	34,463.01
COSTO UNITARIO PREVISTO	S / M3	7.00
COSTO UNITARIO REAL	S / M3	4.86

TIPO DE CAMBIO: 3.50 Soles / U.S.\$

En lo referente a Mano de Obra se obtuvo un costo mucho menor al previsto. La Cuadrilla estuvo por lo general compuesta por un capataz, dos a tres ayudantes y entre dos a tres operadores a tiempo parcial (de la Retroexcavadora, el Tractor, y del Cargador Frontal). Los mencionados equipos fueron los necesarios para esta partida, resultando un costo también menor al previsto, además se usaron Volquetes para el transporte del material excavado, cuyo costo está incluido dentro de esta partida.

Esta excavación por lo general empieza con el trabajo de la Retroexcavadora hasta llegar a un suelo fangoso, donde se usará el Tractor. La primera máquina fue el "cuello de botella" en un par de jornadas de trabajo, debido a reparaciones que se tuvieron que realizar al mencionado Equipo. El resto de días se usó un aproximado de 7 a 8 horas el Cargador Frontal y el Tractor D6G, y un promedio de 8 a 10 horas la Retroexcavadora. Sin contar las demoras que ocasionó la reparación de la Retroexcavadora, el avance se realizó tal como se proyectaba. Se trabajó incluso los días domingos sin ningún problema (aprox. 5 horas).

En lo que respecta al transporte del material excavado, se abarató este costo debido a que se usó el Tractor D6G para llevar este material al

costado del Corte Cerrado. Cuando esto no pudo realizarse, se tuvieron que usar los Volquetes y el Cargador para transportar el material a un botadero designado por la Supervisión. Se presenta el control de Producción del Cargador Frontal (ver cuadro en anexo II.2.6), donde se puede observar que sus ratios semanales y acumulados nunca superaron los ratios previstos.

5. EXCAVACION DE PLATAFORMA DE CANAL EN MATERIAL SUELTO

Esta Partida toma en consideración la excavación de la parte comprendida entre la superficie del terreno natural y el nivel superior del prisma del canal (altura menor de corte inferior a 1.25 m). En esta Partida se realizó un análisis de Costos desde 03/05 al 23/05, para la excavación desde la Progresiva 71+920 hasta la Progresiva 71+980, y desde la 72+140 hasta la 72+240, excavándose un volumen total de 4,625.10 m3.

DESCRIPCION	RATIO PREVISTO	RATIO ACUMULADO OBTENIDO
Mano de Obra (hh/m3)	0.043	0.062
Equipos (hm/m3)		
Tractor D6G	0.014	0.012
Cargador Frontal	0.002	0.002
Volquetes	0.004	0.002

	MONTO REAL (Soles)	MONTO PREVISTO (Soles)
MANO DE OBRA	2,651.05	3,016.77
EQUIPOS	13,984.10	11,348.79
VOLQUETES	645.71	1,795.69
TOTAL (S/.)	17,280.86	16,161.25
METRADO TOTAL	M3	4,625.10
UTILIDAD TOTAL	Soles	-1,119.61
COSTO UNITARIO PREVISTO	S / M3	3.49
COSTO UNITARIO REAL	S / M3	3.74

En este caso particular, se tuvo un Costo en Mano de Obra menor al previsto, sin embargo, este Ratio fue mayor al del presupuesto. La Cuadrilla estuvo conformada por lo general por un Capataz, dos operadores (Cargador Frontal y Tractor D6G) y dos ayudantes. En lo que respecta al Equipo, este costo superó el Monto Previsto del Presupuesto, razón por el cual se obtuvo una pérdida de -1,119.61 Soles.

Al igual que en la Excavación del Corte Cerrado, se trató de abaratar lo máximo posible el costo del transporte, llevando el material excavado al costado de la excavación. El uso del Cargador Frontal fue mínimo (se dedicó cuando era necesario a transportar el material excavado a los límites de la franja de trabajo), sin embargo fue el único equipo que superó el Ratio Previsto.

Finalmente, hay que resaltar que desde la Progresiva 72+000 el ratio de Productividad del Tractor D6G aumentó debido a que se encontró un terreno fangoso, difícil de trabajar. (Ver Gráfica en anexo II.2.7).

6. EXCAVACION CAJA DE CANAL

Esta partida se analizó desde el 17/05 hasta el 25/07. En este lapso de tiempo se obtuvieron buenos rendimientos en lo que respecta a Mano de Obra y Equipos, donde principalmente se usaba la Retroexcavadora, sin embargo, al final del presente análisis se obtuvo una pérdida de 708.73 Soles, (llegando en algún momento a tener una utilidad acumulada de 14,067.01 Soles) debido a la sobre excavación que se comenzó a realizar desde la progresiva 72+155 a la 72+290, y desde la Prog. 72+320 a la 72+490. Esta sobre excavación tiene en realidad un bajo volumen de excavación, y como todo el tramo mencionado ya había sido excavado casi en su totalidad, el análisis de Costo resultó con una tendencia decreciente en la utilidad acumulada desde finales del mes de Junio.

DESCRIPCION	RATIO PREVISTO	RATIO ACUMULADO OBTENIDO
Mano de Obra (hh/m3)	0.1239	0.0819
Equipos (hm/m3)		
Retroexcavadora	0.0230	0.0218

	MONTO REAL (Soles)	MONTO PREVISTO (Soles)
MANO DE OBRA	8,525.36	19,313.29
EQUIPOS	60,166.15	48,669.49
TOTAL (S/.)	68,691.51	67,982.78
METRADO TOTAL	M3	4,625.10
UTILIDAD TOTAL	Soles	-708.73
COSTO UNITARIO PREVISTO	S / M3	6.83
COSTO UNITARIO REAL	S / M3	6.90

Se puede observar en la gráfica del anexo II.2.1, que el Ratio Acumulado de la Retroexcavadora tiene una tendencia creciente debido a las razones ya mencionadas anteriormente. Igual comportamiento se presenta en el Ratio de Mano de Obra (1 ó 2 operarios cuando se necesite un Tractor D6G para "pampear" el botadero y un ayudante), que aún cuando tenga un ratio muy por debajo del previsto, su tendencia es también creciente (ver cuadro del anexo II.1.5).

La Sobre excavación que se ha realizado entre las progresivas 72+290 a la progresiva 72+155 y que queda por terminar en el tramo comprendido entre la Progresiva 71+810 y la 72+155 disminuye la producción de la Retroexcavadora no sólo por el bajo volumen de material que se excava, sino también por el cuidado especial que tiene que tener este equipo por la filtración de las paredes de la caja de canal que se van continuamente socavando, las cuales pueden causar accidentes a la cuadrilla de Colocación de Tuberías de drenaje.

Cuando se terminó la excavación en el tramo que empieza en el Puente San Jacinto hasta la Transición de la Progresiva 70+790, se detectó la presencia de agua en el fondo de la caja de canal. El Rendimiento (hm/m³) de la Retroexcavadora fue mucho mayor, debido a que se tenía que tratar que esta agua drene normalmente por las tuberías colocadas en la Transición de la progresiva 70+790, a pesar de que se tuvieron que colocar "burras" que eviten el paso del agua al Conducto Cubierto que ya había sido construido.

Otro punto importante a resaltar es la necesidad de recordarle al tareador de equipos que la colocación de "burras" y de "formas de túneles" no están incluidos en esta partida, por lo que cada vez que estas actividades se realicen sería necesario previamente acordar con la Supervisión para que se consideren como trabajos adicionales a ser considerados en la Valorización. Además, el tareador debe tener bien presente que esta partida no contempla el Transporte del Material excavado, cuando la caja de canal se encuentra en una zona de Plataforma.

La excavación de Caja de Canal también incluye las labores de "desquinche" (trabajos previos al Refine de la Caja de Canal). Si bien es cierto que esta actividad no toma mucho tiempo realizarla, cuando se tiene

un tramo largo cuyo volumen de excavación ya ha sido considerado en el Análisis de Ratios de Productividad, esta actividad “teóricamente” no aportará ningún trabajo productivo, por lo que los Ratios tendrán una tendencia creciente (ver variación de Ratios a la primera semana de Junio en cuadro II.2.1).

Finalmente, como ya se dijo anteriormente, en lo que respecta a Equipos, también se hace uso del Tractor D6G para “pampearse” el botadero según las especificaciones técnicas indicadas en los Planos del Proyecto. Sin embargo, este trabajo constituye un tiempo no productivo que puede incrementar el Costo de la Partida. Es por ello necesario llevar un control estricto de este equipo para que así por causa de éste, la utilidad no disminuya tal como sucedió en la semana del 12/07 al 18/07. En la última semana del mes de Julio, este equipo fue desmovilizado, por lo que se evitó que la pérdida en esta partida fuera mayor.

7. RELLENO COMPACTADO PARA CANAL

Esta partida resultó con la mayor utilidad de las que se realizaron los análisis de Costos. A excepción del Cargador Frontal, los demás equipos usados en esta actividad, al igual que la Mano de Obra (ver cuadro de anexo II.1.6), resultaron tener ratios menores a los previstos. Se obtuvo hasta el 26/07 una utilidad acumulada de 175,820.14 Soles.

El Análisis de Costo para la presente actividad se realizó desde la semana del 24/05 al 30/05 hasta la última semana de Julio (a excepción de 2 semanas, que no se trabajó en esta partida). Se llegó a rellenar un total de 25,598.37 m³. Esta partida también incluyó la Compactación de Superficie antes de proceder con el relleno del Camino y Berma de Servicio del Canal.

Los Ratios acumulados obtenidos fueron los siguientes:

DESCRIPCION	RATIO PREVISTO	RATIO ACUMULADO OBTENIDO
Mano de Obra (hh/m3)	0.1646	0.0985
Equipos (hm/m3)		
Motoniveladora	0.0153	0.0071
Rodillo	0.0154	0.0058
Cargador Frontal	0.0063	0.0097

Los Rendimientos del Rodillo y de la Motoniveladora (Subcontratada) presentaron al inicio del análisis ratios muy altos (incluso superando el previsto) debido principalmente a la falta de capacidad del operador de la Motoniveladora y los constantes problemas mecánicos que este equipo tuvo. A raíz de ello, la labor del rodillo se retrasó teniendo una baja producción en su trabajo. La Motoniveladora es considerada el equipo más difícil de operar. Además, cualquier desperfecto que tenga, puede ocasionar demoras en la nivelación de las capas a compactar, por ello se recomienda que para trabajos en tramos largos se use una motoniveladora del mismo Consorcio (de cualquiera de los socios), con un hábil operador, evitándose de esta manera el “cuello de botella” en el Relleno Compactado. Desde la semana del 21/06, se usó la motoniveladora de JJC. Aproximadamente desde esta fecha, el Ratio acumulado del mencionado equipo como del Rodillo presentaron un comportamiento casi constante. (Ver gráficas en anexos II.2.2 y II.2.3).

En lo que respecta a la Mano de Obra, se contó con una cuadrilla conformada por lo general por un capataz, tres a 4 operarios (Motoniveladora, Rodillo, Tractor para acumular el material de relleno y Cargador Frontal para el transporte de éste.) y entre tres a cuatro peones, entre “plantilleros” y ayudantes. En la gráfica de la Variación de Ratios (ver cuadro de anexo II.1.6) se puede observar una tendencia ligeramente constante en el Rendimiento acumulado, muy por debajo del Rendimiento Previsto.

8. RELLENO AFIRMADO CAMINO DE CANAL

Esta actividad presentó al final de 5 semanas de análisis Ratios superiores a los previstos tanto en Mano de Obra como en Equipos (Rodillo y Motoniveladora en anexos II.2.4 y II.2.5). Se observó en el campo muchos días en que las máquinas tenían que estar “paradas” o estar realizando trabajos no productivos a raíz de la demora en el transporte de Afirmado. La producción del Afirmado fue convenientemente Subcontratada debido a que en una semana que se estuvo produciendo este material, el Ratio de los Equipos usados fueron más del doble de los previstos, sin embargo, los primeros días en que se colocó el afirmado, hubo problemas en el transporte (actividad también subcontratada). Este problema fue posteriormente solucionado.

En el Relleno de Afirmado se coloca primero una capa de 15 cm. de altura debidamente compactada. La última capa de 5 cm. se colocará una vez que se haya revestido el canal, lo que traerá consigo que los Rendimientos se eleven aún más de lo que ya están, debido al poco volumen de relleno que se tendrá..

Debido a los problemas expuestos, es recomendable subcontratar esta actividad, no sólo la preparación del material, sino también la colocación y compactación, tanto de la primera capa de 15cm, como la última de 5 cm.

La cuadrilla de Mano de Obra fue muy similar a la usada para el Relleno Compactado para Canal, recordándose que el Equipo usado fue una Motoniveladora y un Rodillo.

DESCRIPCION	RATIO PREVISTO	RATIO ACUMULADO OBTENIDO
Mano de Obra (hh/m3)	0.2605	0.5317
Equipos (hm/m3)		
Motoniveladora	0.0200	0.0353
Rodillo	0.0200	0.0336

9. TRANSPORTE DE TIERRA Y GRAVA

Esta partida casi siempre se valoriza con una utilidad negativa debido a que el costo que se cobra por m³/Km es muy bajo en comparación con lo que se paga a los subcontratistas por hora. Desde los dos o tres últimos meses se está tratando de llevar un adecuado control de los viajes de Tierra y Grava, con el fin de disminuir estas pérdidas. Así, se han tomado las siguientes medidas:

- ✓ Desde el mes de Julio se está llevando un control diario de las rutas que siguen los volquetes, para que a finales del mes se tenga un concepto claro de todas las rutas a valorizar por Km. evitándose dejar de cobrar cualquier ruta realizada. Esta medida necesita continuarse y además debe contar con el apoyo de la Oficina de Producción así como el tareador responsable en el campo.
- ✓ Se ha comprobado que siempre es preferible tener viajes “largos” (mayores de 1 Km), ya que estos son los que causan menores pérdidas. En cuanto a los viajes “cortos”, o menores de 1 Km. la Oficina Técnica decidió no contar los tiempos muertos de carguío. Esta medida no resulta perjudicial para los subcontratistas, debido a que se habla de tres a cuatro minutos que la máquina está apagada, pero si muy beneficiosa para el Consorcio, para poder evitar así mayores pérdidas.
- ✓ Se realizaron los controles de tiempo de los viajes comparando directamente con el monto a valorizar (estimándose en el campo las distancias recorridas), para poder tener así una idea de cuanto se está perdiendo o ganando, para poder tratar con los subcontratistas en un tiempo conveniente para ambos.

Finalmente, es siempre necesario recordarle al tareador las especificaciones técnicas que incluye esta partida, las cuales en pocas palabras se resumen de la siguiente manera: Todas las Partidas de Relleno a cualquier distancia y las de Excavación con distancias mayores a 300 m. (exceptuando la Caja de Canal en Corte Cerrado) se relacionan con la presente partida de Transporte de Tierra y Grava.

10. ENROCADO DE PROTECCION Y RELLENO ENROCADO

En la Partida de Enrocado de Protección se incluyen los Enrocados en los diques de protección, con la finalidad de proteger los taludes de rellenos de la acción erosiva del agua y además incluye la explotación de roca, mientras que en la partida del Relleno con Enrocado se incluyen los trabajos de conformación de la plataforma del canal en los tramos de apreciable altura de relleno con sobrante de roca de túnel o de la explotación hecha para el Enrocado de Protección. Se presenta a continuación un análisis de Costo semanal en la Partida de Enrocado de Protección:

PARTIDA ENROCADO DE PROTECCION	MONTO REAL (Soles)	MONTO PREVISTO (Soles)
MANO DE OBRA	94,194.88	154,049.05
MATERIALES	180,184.18	177,231.19
EQUIPOS	555,213.36	586,283.77
TOTAL (S/.)	829,592.42	917,564.01
METRADO TOTAL	M3	24,107.38
UTILIDAD TOTAL	Soles	87,971.59
COSTO UNITARIO PREVISTO	S / M3	38.06
COSTO UNITARIO REAL	S / M3	34.41

Del presente análisis de Costo se observa una utilidad acumulada de 87,971.59 Soles, habiéndose realizado un volumen de enrocado de protección de 24,107.38 m³. En los tres insumos usados (Mano de Obra, Materiales y Equipos), el costo real siempre fue menor al previsto, exceptuando el de Materiales, donde el costo real fue ligeramente mayor que el previsto. Sin embargo, se obtuvo un Costo Unitario Real de 34.41 S/m³, 3.65 S/m³ menor al Costo Unitario Previsto (38.06 S/m³). El Presente Análisis de Costo comprende los trabajos realizados desde el día 08/02 hasta el 25/04 (con una interrupción de una semana en los trabajos por Semana Santa).

A continuación se presenta un análisis de Costo en la Partida de Relleno Enrocado, realizado desde el 11/01 hasta el 08/02, culminándose en su totalidad (cuando el caudal del río ya había bajado) la semana del 03/05 al 09/05.

PARTIDA RELLENO ENROCADO	MONTO REAL (Soles)	MONTO PREVISTO (Soles)
MANO DE OBRA	8,662.21	21,461.36
EQUIPOS	31,018.45	32,698.21
TOTAL (S/.)	39,680.66	54,159.57
METRADO TOTAL	M3	6,526.94
UTILIDAD TOTAL	Soles	14,478.91
COSTO UNITARIO PREVISTO	S / M3	8.30
COSTO UNITARIO REAL	S / M3	6.08

En el presente análisis de Costo se puede observar una Utilidad Total de 14,478.91 Soles, con un metrado de 6,526.94 m3. Tanto en Mano de Obra como en Equipos se obtuvieron costos reales menores a los previstos. De esta manera, el Costo unitario previsto fue de 2.22 Soles/m3 mayor que el Costo Unitario Real.

Los trabajos comenzaron desde el 11/01 con el Relleno de Enrocado del Conducto Cubierto (estos trabajos se habían iniciado desde Diciembre del año pasado, usando restos de roca producto de voladuras que se habían hecho meses atrás por la Progresiva 66 aproximadamente) desde la Progresiva 71+160 a la Progresiva 71+140, explotándose para este fin la roca de la Cantera de Cerro Blanco. Estos trabajos se empezaron usando 5 Barrenos de 3',5',8',10',13' y una Compresora Atlas Copco, trabajando un promedio de 8 a 9 horas efectivas de trabajo. La Cuadrilla de Explotación estaba compuesta en aquél entonces por un capataz, 5 operarios (para los Barrenos, la Retroexcavadora y el Cargador Frontal) 1 oficial y 6 peones, mientras que en el Frente de Colocación de Enrocado se encontraba un Capataz, entre 2 a 3 plantilleros, y 1 operario de la Retroexcavadora con su

respectivo ayudante a tiempo parcial, necesario para acomodar el enrocado. El Rendimiento no fue el esperado, por ello a los 15 días de empezar el trabajo se decidió traer un Trackdrill con su respectivo operario, liquidándose operarios y ayudantes, quedando entonces la cuadrilla de explotación de Roca compuesta por un Capataz, 1 oficial, 2 ayudantes, y los tres a 4 operadores de los equipos que se usaban en este frente (Retroexcavadora, Cargador Frontal, Tractor D6G para remover el material y el Trackdrill)

El Trackdrill es una máquina muy efectiva para la explotación de Roca siempre y cuando encuentre una "cancha" disponible para operar. Si ésta no existe, es necesario que este equipo " haga su propio camino" realizando pequeños "cachorreos" que pueden tardar varios días hasta que el Trackdrill encuentre un campo adecuado para poder trabajar. Es así que al ver el Cuadro de variación de Costos Unitarios desde el 25/01 al 14/02 en el anexo II.3.2 y II.3.3 (incluyéndose las dos partidas de control, la de Relleno Enrocado y la del Enrocado de protección que se inició en el Dique de la Margen Izquierda) podemos observar una tendencia creciente en el Costo Unitario Acumulado. Es muy probable que desde la primera semana de Febrero ya se haya podido obtener una buena cantidad de Roca, resultado de la buena explotación en la Cantera, sin embargo, está recién se pudo llegar a colocar en grandes volúmenes desde la segunda semana de Febrero, cuando se contó con dos Retroexcavadoras, (de GyM y de JJC) las cuales trabajaron en frentes distintos del Dique Margen Izquierda, con el fin de avanzar la mayor cantidad posible del Enrocado de Protección. Por estos días, la cuadrilla de Colocación de Enrocado estaba compuesta de 1 capataz y entre 3 a 4 ayudantes, aparte de los operarios de las Retroexcavadoras. En la Cantera de Cerro Blanco, era necesario contar con un equipo mucho más efectivo que el Tractor D6G para poder acumular toda la roca explotada en un solo lugar para que el Cargador Frontal pueda rápidamente cargarlo a los Volquetes. Es así que se decide traer a un Tractor D8R, el cual si bien es cierto aumentó el costo de la explotación de la Cantera, se comenzó a obtener un mejor rendimiento en la colocación de la roca en los diques. Así, después de la quincena de Febrero, el Costo Acumulado siguió una tendencia decreciente hasta el inicios de Abril. Se consideró conveniente traer también un Tractor D8K para apoyar en la acumulación del material explotado. Este equipo fue subcontratado de

Urbina, y su rendimiento fue muy malo, debido que se trataba de una máquina que sufría muchos desperfectos mecánicos. Es así como se decide usarla por horas, en forma muy controlada hasta el 15/03, fecha en la que se vio que no era necesario tener dos equipos para apilar el material, y mas aún una con un rendimiento no tan bueno.

Se decidió culminar el Enrocado de protección a inicios del mes de Abril, dejándose pendiente una parte del relleno de enrocado del Conducto Cubierto (aprox. 55m) para empezar a mediados del mencionado mes. Esta medida al final trajo muchos problemas, ya que para esa fecha el caudal del río aumentó tanto que imposibilitó poderse realizar este trabajo. Por el contrario, se tuvieron que reparar muchas zonas del Dique Margen Izquierdo (aún no enrocado) por el daño que ocasionó el río. Asimismo, la Supervisión mandó a mejorar el acabado del Enrocado en algunas zonas de los diques, tanto de la margen derecha como de la margen izquierda. Es por estas razones que a finales del mes de Abril se ve un ligero aumento en el Costo Acumulado del Enrocado de Protección.

La primera semana de mayo se pudo recién terminar el Relleno de Enrocado obteniéndose un bajo rendimiento, debido a trabajos previos que se tuvieron que realizar para desviar las aguas del Río Nepeña.

Finalmente, podemos mencionar los principales materiales que se usaron en la Explotación de Roca. Estos fueron: Dinamita 1 1/8" X 7" al 80 % y al 65%, Dinamita 7/8" X 7" al 65 %, Fulminantes comunes # 6, Cordones Detonantes 3P y 5P, Mechas de Seguridad, Superfam, etc.

1.4 PLANEAMIENTO Y EJECUCIÓN DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN

De acuerdo a los frentes que se tendrían en el tramo del Cruce del río Nepeña, se optó por subdividir los trabajos por fases durante el periodo del 2001:

- **PRIMER FASE:** ejecución del tramo central del conducto cubierto, tramo comprendido entre las progresivas 71+136.37 al 71+436.37, paralelamente se conformarán los diques de encauzamiento del río

Nepeña así como el enrocado del mismo. Estos trabajos incluyen además el enrocado del tramo central del conducto Cubierto.

Se estimó que el tramo del cruce del río y los tramos adyacentes aguas arriba y aguas abajo iban a presentar niveles freáticos altos durante la construcción y la napa tendría que ser abatida. Evidentemente durante la ejecución de la zanja en el cauce el río debió ser desviado lo más lejos posible para evitar o disminuir su alimentación al nivel freático. La altura de la zanja es en promedio dentro del cauce de 4.5 m. En los anexos I.1.6 presentamos el esquema de avance que se propuso en obra para la ejecución del conducto cubierto en el tramo central.

La dirección del conducto enterrado despliega su trazo, remontado por la margen derecha del río, aguas arriba de manera de irse profundizando progresiva y convenientemente para luego enfilarse perpendicular al cauce y cruzarlo lo suficientemente enterrado para protegerse contra la socavación. Se ha previsto una estructura de concreto armado, rectangular, tipo marco de 3.50 mts. de ancho por 2.50 mts. de altura, con una longitud de 300 mts. entre las progresivas 71+136.367 a la 71+436.367. El trazo es más largo y obliga a una pendiente menor sin embargo las características hidráulicas de velocidad son aceptables. Así mismo se tuvo que requerir de bombeo durante la etapa de su ejecución así como de un sistema de drenes para controlar el nivel freático en avenidas extremas, para evitar que pudieran generar una sub-presión sobre la estructura y sobre el canal en zonas cercanas al río. Además la conducción irá enterrada y convenientemente lastrada para contrarrestar dicha sub-presión. Dicho conducto requiere de la protección de un enrocado en toda su longitud.

Durante el proceso constructivo el principal problema fue afrontar fue la cantidad de agua de filtración que impedía realizar los trabajos de excavación de manera normal. A pesar que dentro del presupuesto del Proyecto del Cruce estaba considerada el pago de horas de bombeo, este sobrepasó el metrado establecido en dicho presupuesto, ya que el bombeo tenía que realizarse las 24 horas del día. En vista que esta situación no ofrecía un panorama de cambio, tanto la Oficina técnica

como la de Producción se pusieron de acuerdo que era necesario la construcción de zanjas de desvío del agua (ya que estamos ubicados en plena margen del río).

Una vez controlado este problema surgió otro, el fondo de terreno que mandaba los planos del Proyecto no constituía un terreno sólido para cumplir la función de terreno de fundación, por lo que se procedió a realizar un reemplazo del mismo. La altura de terreno reemplazado fue de aproximadamente 1.50 m.. Como se podrá apreciar estas actividades no pueden ser colocadas inicialmente en el plan general, pero ha medida que vamos desarrollando nuestra obra con un horizonte de 4 semanas (lookahead), podemos programar las actividades incluyendo las restricciones existente por el proceso constructivo y equipos.

Una vez superado los dos inconvenientes anteriores no se tuvo mayor problema con la ejecución normal de los trabajos, siguiendo la secuencia lógica que se estableció en el plan general. Los rendimientos con lo que se ha calculado la duración provienen del presupuesto original, y de los datos que se obtuvieron al realizar trabajos similares durante la construcción del Canal Principal.

Otro inconveniente fue de comenzar los trabajos en plena época donde los ríos de la costa incrementan su caudal por causa del las lluvias generadas en la sierra central (Noviembre–Marzo). Era por ello necesario culminar lo más pronto posible la construcción de los diques de encauzamiento, de esta manera se protegería los terrenos aledaños al río así como se podría controlar un incremento del río, con el fin de proceder a la construcción de los otros dos frentes.

- **SEGUNDA FASE:** ejecución del tramo de conducto cubierto comprendido entre las progresivas 70+854 al 71+136.37, a su vez se ejecutará el canal de descarga y el aliviadero regulador estructuras comprendidas entre las progresivas 70+790 al 70+854.

Luego de realizar las actividades en la zona central , se procedió a la ejecución del tramo correspondiente a las progresivas antes mencionadas. Durante esta etapa no existió mayor problema, ya que el agua existente se podía conducir por una cuneta que se hizo al costado de la estructura, y el exceso fue eliminado mediante bombeo. Durante esta etapa de ejecución mencionaremos las observaciones que se tuvieron al respecto al utilizar el sistema de planeamiento, es decir el uso del lookahead, la programación semanal y diaria.

Para el análisis del lookahead tomaremos la programación total realizada entre el 11/01/01 al 04/04/01. Si bien durante esta etapa se sigue con el plan trazado en el Programa general, es aquí donde se podrá observar algunas fallas durante la aplicación de estos principios.

Entre las bondades que se dan a este tipo de control esta que se mejoró sustancialmente la confiabilidad del flujo de trabajo , para ello basta con observar el análisis del PPC con el fin de verificar de cómo fue mejorando el promedio hasta acercarnos a un **87% de confiabilidad** en el mes de junio y julio. Con el fin de lograr ello se tuvo que saber asignar sólo tareas que se consideraron que se pueden cumplir o ejecutar realmente, esto diremos que se aprende sistemáticamente de la experiencia. A modo de comentario podríamos agregar que actividades en las cuales encontrábamos secuencias repetitivas tales como vaceado de concreto f'c 100 y 210 kg/cm² respectivamente podrían inferirse o proyectarse, incluso acabar antes del tiempo establecido sin incrementar el número de personas que se estableció para las cuadrillas de trabajo. Esta actividad por supuesto que esta ligada o tiene dependencia de la cuadrilla de encofrado, cuya labor es importante para concretar la tarea antes mencionada. El lookahead también fue de mucha ayuda para visualizar los retrasos que se estaban teniendo en algunas actividades, estos debidos a problemas existentes durante el proceso constructivo. El caso más resaltante fue la del sellado de juntas, actividad que fue programada entre las fechas 15/02/01 al 07/03/01 inicialmente. Debido a que se procedió a colocar este sellado antes del tiempo de dilatación de la estructura, se observaron grietas en las juntas lo cual obligó a rehacer el trabajo. Otro inconveniente fue que se presentaron problemas de filtración al interior del Conducto cubierto, específicamente en las juntas

de dilatación, el agua al estar presenta imposibilita la colocación del DYNATRED (sellador de juntas) por estar la zona húmeda. Si se procede a colocar este material en estas condiciones es fácil que se levante y no exista unión entre el sellador y la estructura de concreto.

Como vemos, esta tipo de programación es muy eficiente mientras tengamos procesos de flujo continuo, en los cuales podemos visualizar las actividades a realizar consecutivamente.

Ahora mencionaremos algunas desventajas observadas ya sea por la falta de experiencia en el uso de estas actividades, así como en la manera de llevar los procesos constructivos. El principal problema que se pudo observar es que al no existir un plan de contingencias en caso de una crecida del río Nepeña, nos íbamos a quedar aislados y no poder cruzar al otro frente de trabajo. Se tuvo que esperar que bajase el caudal del río, durante un par de días, luego se tomó la decisión de habilitar un pase hacia el otro frente y para ello se tuvo que hacer empleo de la maquinaria que estaba encargada del enrocado de los diques de encauzamiento (2 Excavadoras, 1 tractor D6G , 1 tractor D8R y 1 Cargador Frontal 950F). Esto llevo perdida de horas máquina en actividades no contempladas en el presupuesto, así como horas hombre pérdidas al no tener frente de trabajo habilitado oportunamente. Como se mencionó en el análisis de partidas se tuvo en algunos casos exceso de personal debido a que no se tomó las medidas correctivas a su debido tiempo. Otro problema que generó no tener este plan de contingencias fue de habilitar de manera "apurada" frentes de trabajo, como fue la ejecución del tramo de canal trapecial comprendido entre las progresivas 70+540 al 70+790, tramo que estaba más cercano al frente de trabajo. Como se puede observar en el lookahead (ver anexo I.1.2) esta actividad hasta fue re programada 2 semanas consecutivas, ya que no se tuvieron que dar las condiciones necesarias para trabajar en el frente mencionado.

Otra crítica que se puede observar al momento de ejecutar estos trabajos fue de que al momento que iban concluyendo sus frentes de trabajo no existía otro frente donde colocarlos. Como sabemos si una

cuadrilla va realizando un trabajo repetitivo, vamos a lograr que se especialicen en ello , elevando el nivel de productividad. En caso que no logremos esto mermamos su capacidad real, perdemos al personal ya entrenado y perdemos ritmo de trabajo. Esto ocurrió con la cuadrilla de encofradores, colocación de tuberías, sellado de juntas y resanes de concreto. Para evitar perder al personal se cargaba esta gente a otras partidas, lo cual incrementa el presupuesto generando pérdidas.

El tren de actividades fue muy eficiente al momento de asignar tareas para la ejecución del conducto cubierto, pero se descuidó el resto de actividades, los cuales se dejaron llevar por la inercia misma del trabajo. En los anexos I.1.3, I.1.4 y I.1.5 presentamos el tren de actividades utilizado durante la ejecución de los tres tramos del conducto cubierto.

Estos problemas se fueron corrigiendo con el tiempo, pero queda la lección que el tren de actividades debería de ser apoyado por una secuencia organizativa de panorama más general, la cual ayudaría de gran manera a la ejecución de estos trabajos.

Por ello el Capítulo III busca complementar el planeamiento de este tren de actividades haciendo uso del Método de la Cadena.

- **TERCERA FASE:** ejecución del tramo de conducto cubierto comprendido entre las progresivas 71+136.37 al 71+810 y ejecución de los canales trapeciales tipo CC1 comprendido entre las progresivas 70+540 al 70+790 y del tipo CC1-A, comprendido entre las progresivas 71+810 al 72+862.65.

En la construcción de este tramo se tuvo problemas de habilitación oportuna de frente de trabajo, ya que el trazo del eje tanto del Conducto cubierto como del canal Trapecial pasaría por la ubicación de los cultivos de la Haciendas Azucarera San Jacinto. Estos fueron consultados oportunamente, más las observaciones que pusieron a la ejecución de los trabajos demoraron en tener respuesta y por ello retrasaron el avance de la obra. Surgieron de estas observaciones nuevas estructuras de cruce del eje de canal, los cuales no estaban considerados dentro del presupuesto del Proyecto, por lo que hubo

retraso tanto en la espera de los planos de construcción como en la autorización para la ejecución de los mismos. Entre las estructuras nuevas que mencionaremos están:

- Acueducto Progresiva 70+552.
- Alcantarilla Progresiva 71+700
- Sifón Progresiva 71+740
- Sifón Progresiva 72+301
- Sifón Progresiva 72+318
- Sifón progresiva 72+433
- Puente Vehicular Progresiva 72+415
- Sifón Progresiva 72+643
- Sifón Progresiva 72+860

Como vemos surgieron más estructuras que la inicialmente planteada (alcantarilla de cruce en la progresiva 72+490).

Como complemento al inconveniente surgieron problemas al momento de verificar insito las condiciones del terreno en la que se desarrollaba el canal trapecial CC!-A. El terreno no era de lo más favorable, existía demasiado presencia de suelo tipo limo arcilloso, lo cual generaba sobre excavación y creaba condiciones inseguras de trabajo para el personal obrero. El sistema de drenaje proyectado para este tramo (progresivas 71+810 al 72+490) no funcionaba como debía ser ya que la cantidad de agua que debía de ser absorbida por el mismo no era lo suficiente, poniendo en riesgo la ejecución de los trabajos. Se tuvo que consultar con los proyectista para ver la solución de los problemas al mismo, por lo que existió modificaciones al sistema de drenaje, que trajo consigo atraso para la ejecución de los trabajos.

Para el tramo de canal ubicado entre las progresivas 70+540 al 70+790 no existió mayor inconveniente, el sistema de drenaje funcionó de acuerdo a lo proyectado y la construcción del mismo no demando tener tarea adicional.

Dentro de las actividades que fueron parte del análisis de partidas no se realizaron mayores controles para otras partidas, lo cual constituyó un error a largo plazo ya que trajo incertidumbre en los rendimientos de otras actividades.

El contenido del capítulo III tendrá por objetivo plantear una solución para los problemas de organización del trabajo mediante el método de la cadena, donde se realizará un estudio rigurosos tanto de los tiempo como de la habilitación oportuna de frentes de trabajo.

CAPITULO III

ORGANIZACIÓN POR EL METODO DE LA CADENA

GENERALIDADES

Con el fin de mejorar el sistema de planeamiento enfocado en el Capítulo II, vamos a proponer una secuencia organizativa, la cual esta fundamentada bajo los principios de la Teoría de la Cadenicidad de la Producción. Los fundamentos teóricos del mismo están ampliamente explicados en las referencias bibliográficas que mencionamos al final del presente trabajo (ver el trabajo de Rubén Varillas respecto al método de la Construcción en Cadena), con el fin de enfocarnos directamente en resolver nuestro problema principal , el cual es el planeamiento óptimo para este Proyecto.

1.1 ORGANIZACIÓN EN CADENA

1. PLANTEAMIENTO PRELIMINAR DE LA CADENA COMPLEJA

Es necesario configurar la organización de toda la obra y luego analizar en detalle las partes constituyentes. El planeamiento deberá enfocarse en la selección de un método y un orden dentro de todas las posibilidades y secuencias en que se podrá construir la obra y para lograr ello se va a utilizar el método de la cadena.

- **Planeamiento de la organización**

Se plantea la organización de la cadena compleja, que a su vez esta constituida por cadenas objeto.

La construcción en cadena utiliza como unidad las cadenas Particulares las cuales son brigadas o cuadrillas unitarias de obreros y equipos constantes en cantidad que realizan trabajos simples o complejos de manera continua y que no regresarán a rematar tareas de su especialidad.

Un grupo de cadenas particulares forma una cadena especializada lo cual ejecuta una fase del proceso constructivo.

Un conjunto de cadenas especializadas se organizan para la construcción de una obra específica y forman una cadena objeto. La sumatoria de cadenas objeto forman una cadena compleja.

La elaboración del proyecto de construcción en cadena se basa en la metodología de cálculo de la cadena compleja por lo siguiente:

- Las cadenas objeto se desarrollan en sus frentes de trabajo en una determinada secuencia tecnológica definida por las características de los trabajos a ejecutar¹.
- Las cadenas de objeto al máximo se simultaneizan en el tiempo, sin permitir interrupciones injustificadas entre sí y garantizando con las cadenas contiguas la habilitación de los frentes de trabajo necesarios².
- Los ritmos de las cadenas de objeto se compatibilizan de modo que al momento de la entrega de los objetos todos los trabajos, previstos en cada etapa, se encuentren completamente terminados³.

▪ CUADRO DE ORGANIZACIÓN

Lo más importante es elegir la tecnología que más se adecue a la obra a construir, así como la elección de los ritmos de producción que deben ser lo más uniformados que puedan. Para que las cadenas particulares puedan iniciar su trabajo en fechas más tempranas y se minimice el tiempo de ejecución.(la teoría de la construcción en cadena facilita este trabajo).

¹ Ríos S., J., Programación de Obras y Costos en Obras Civiles, Lima, 2000.

² Ibid.

³ Adriánzén A., L. A., Organización del Proceso constructivo de Canales y Conductos cubiertos del Proyecto Especial Chavimochic, UNI, 1994

La obra se sectoriza en áreas para que las cadenas trabajen dentro de ellas sin interferencia y cuando una cadena puede iniciar su trabajo antes que la cadena anterior termine el suyo en el mismo sector.

Luego se procede a desarrollar la normal tecnológica que es el desmembramiento de la obra en procesos u operaciones simples o complejos que serán ejecutados por cadenas particulares de manera continua.

El resto del proceso es matemático, lo más importante de él es encontrar las fechas exactas de inicio de las cadenas particulares así como las fechas en que inician y terminan su trabajo en cada sector. Se calculan los acercamientos para evitar los “choques” o colisiones, evitando así que una cadena alcance a la anterior y que se quede sin frente de producción.

Para la presente tesis se adopta el uso de dos cadenas objeto para la organización de los trabajos:

- La primera abarcará el trabajo correspondiente los diques de encauzamiento (conformación de terraplén y enrocado de protección).
- La segunda involucra todo tipo de estructura (canal trapezoidal, conducto cubierto, canal de descarga, aliviadero y obras de arte).

Estas 2 cadenas objeto incluyendo una tercera que abarcará todos los trabajos preliminares son las que conformarán la Cadena Compleja para la organización del Proyecto del Cruce del río Nepeña.

2. ESTIMACIÓN PRELIMINAR DE LA DURACIÓN DE LAS CADENAS

Pueden ser estimadas como valores referenciales para diseño cuando se conoce la variabilidad existente entre el tiempo de ejecución previsto y el tiempo de ejecución real de obras similares.

Plazo de ejecución contractual (T)

$$T = T_p + T_o + O \text{ (Días calendarios)}$$

- T:** Plazo de ejecución contractual.
- T_p:** Tiempo preparatorio necesario desde la fecha de inicio contractual, hasta realizar los primeros trabajos preparatorios que permitan empezar los trabajos principales sin interrupciones.
- T_o:** Duración máxima (teórica) de las cadenas especializadas
- O:** Tiempo adicional necesario para culminar los trabajos de todas las cadenas.

Como la construcción es un proceso probabilística, donde lo planificado no siempre se cumple, debemos multiplicar a T_o por un factor probabilística menor que 1 ($\alpha < 1$), que también es un factor de seguridad que esta en función de la organización de la empresa; tipo de obra, agentes externos, etc¹.

αT_o será la duración máxima preliminar de las cadenas especializadas. La duración de las cadenas particulares serán un % β de αT_o . En el Perú no se calcula β y α estadísticamente, por ello se presentan los valores de $\alpha, \beta, T_p, O, T_o$ utilizados en Rusia.

TABLA N° 15
Factores de seguridad

TIPO DE EMPRESA	α (%)
Altamente organizada	85-90
Medianamente organizada	70-85
Regularmente organizada	50-70

Además:

$$T_p = 10 \text{ a } 20 \% \text{ de } T$$

$$O = 15 \text{ a } 25 \% \text{ de } T$$

$$T_o = 55 \text{ a } 75 \% \text{ de } T$$

$$\alpha T_o = 45 \text{ a } 60 \% \text{ de } T$$

¹ Adriansén A., L. A., Organización del Proceso constructivo de Canales y Conductos cubiertos del Proyecto Especial Chavimochic, UNI, 1994

Para nuestro calculo asumiremos los siguientes valores:

$$T_p = 10\% \text{ de } T$$

$$O = 20\% \text{ de } T$$

$$\alpha = 0.85$$

entonces tendremos que:

$$T_o = 70\% \text{ de } T$$

Luego $T = 300$ días calendarios (esto proviene de la meta anual 2001, la obra tiene que ser ejecutada en un plazo no mayor de 10 meses).

Entonces $(T_o + O)$ vendría a ser el tiempo efectivo de trabajo para la construcción del canal trapecial, conducto cubierto, canal de descarga y aliviadero, y por supuesto los diques de encauzamiento.

Tendremos entonces para las cadenas especializadas:

$$\alpha \cdot T_o = 0.85 \times 0.70 \times 300 = 179 \text{ días calendario}$$

Para expresarlo en términos de días hábiles

$$179 \times \frac{25}{30} = 149 \text{ días hábiles}$$

Asumiremos: $\beta = 0.85$ (movimiento de tierras y enrocado de protección) y 0.90 (estructuras).

Entonces para las cadenas particulares se tendrá:

a. Movimiento de tierras

$$0.85 \times (\alpha \cdot T_o) = 0.85 \times 179 \times \frac{25}{30} = 127 \text{ días hábiles}$$

Estructuras:

$$0.90x(\alpha.T_o) = 0.90x179x\frac{25}{30} = 134.días.hábiles$$

Cálculo del Plazo de ejecución (T)

Primero debemos calcular la duración de la actividad predominante y dividirla entre α , para que nos de un tiempo mayor que amortice los imprevistos (factor de seguridad).

El plazo de ejecución se puede descomponer de la siguiente forma :

$$T = T_p + \frac{T_o}{\alpha} + O.....(1)$$

Asumiendo:

$$T_p = 0.10 T$$

$$O = 0.25 T$$

$$\alpha = 0.85$$

En el desarrollo del Proyecto del Cruce del río Nepeña, el trabajo predominante es la construcción del conducto cubierto , el canal trapecial, el canal de descarga y aliviadero, es decir la cadena objeto estructuras, por lo que procederemos a estimar el tiempo teniendo en consideración estas estructuras:

TABLA N° 16
Características de los elementos estructurales

CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES				
DESCRIPCION	LONGITUD	UND.	VOLUMEN	UND.
conducto cubierto	946	m	3963.74	m3
Canal trapecial	1302.65	m	919.867	m3
Canal de descarga	264.4	m	354.196	m3
Aliviadero	64	m	339.77	m3
totales	2577.05	m	5577.573	m3

Volumen de concreto = 5577.573 m³
Rendimiento de vaciado = 40 m³/día

$$\frac{5577.573}{40} = 139 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

Llevándolo a días calendario:

$$\frac{139 \times 30}{25} = 167 \cdot \text{días} \cdot \text{calendario}$$

Entonces $T_0 = 167$ días calendario

Luego operando obtenemos de la ecuación (1):

$$T - T_p - O = \frac{T_0}{\alpha}$$

Luego operando obtenemos:

$$T = \frac{T_0}{0.65 * 0.85} = 302 \cdot \text{días} \cdot \text{calendario} \approx 10 \cdot \text{meses}$$

Alternativas constructivas

- El Movimiento de tierras se realizará con equipo estándar instalado en obra (Tractor D6G, Tractor D8R, Excavadora 322B, Cargador Frontal 950F, Rodillo Dynapac y moto niveladora)
- El Revestimiento de canal trapecial se ejecutará con la máquina revestidora GOMACO.
- Durante la construcción del conducto cubierto se dará uso al encofrado de madera por ser el más económico, sólo para el encofrado de techos se usará el encofrado EFCO.
- El vaciado de las estructuras y canal se hará de la manera tradicional. Para estos casos no será necesario el empleo de bombas ya que la dimensiones del conducto y canales permiten realizarlo mediante transporte normal y uso de chutes para la colocación del concreto en los encofrados preparados.

3. RITMOS DE PRODUCCIÓN PRELIMINARES

Es su velocidad media de producción lo cual se mide por su avance longitudinal promedio en la unidad de tiempo.

$$V_i = \frac{a_i}{T_i}$$

Donde:

a_i : longitud de obra que se ejecutará, número de paños, etc.

T_i : tiempo de ejecución de la cadena i.

Entonces calculamos los ritmos de producción preliminares

a. Cadena Objeto Estructuras

$$a_i = 2577.05 \cdot ml$$

$$T_i = \alpha(T_o + O) = 0.85 \times 270 \times \frac{25}{30}$$

$$T_i = 192 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{2577.05 \cdot ml}{192 \cdot \text{días}} = 13.42 \cdot ml / \text{día}$$

b. Cadenas Especializadas

b.1 Movimiento de tierras

$$a_i = 2577.05 \cdot ml$$

$$T_i = 149 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{2577.05 \cdot ml}{149 \cdot \text{días}} = 17.3 \cdot ml / \text{día}$$

b.2 Estructuras

Revestimiento de Canal trapecial

$$a_i = 1302.65 \cdot ml$$

$$T_i = 149 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{1302.65 \cdot ml}{149 \cdot \text{días}} = 8.8 \cdot ml / \text{día}$$

Conducto cubierto, canal de descarga y aliviadero

$$a_i = 1274.4 \cdot ml$$

$$T_i = 149 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{1274.4 \cdot ml}{149 \cdot \text{días}} = 8.6 \cdot ml / \text{día}$$

$$V_i = V_{i1} + V_{i2} = 17.4 \cdot ml / \text{día}$$

c. Cadenas Particulares

c.1 Movimiento de tierras

$$a_i = 2577.05 \cdot ml$$

$$T_i = 127 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{2577.05 \cdot ml}{127 \cdot \text{días}} = 20.3 \cdot ml / \text{día}$$

c.2 Estructuras

Revestimiento Canal trapecial

$$a_i = 3856 \cdot ml$$

$$T_i = 401 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{3856 \cdot ml}{401 \cdot \text{días}} = 9.6 \cdot ml / \text{día}$$

Conducto cubierto, canal de descarga y aliviadero

$$a_i = 1274.4 \cdot ml$$

$$T_i = 134 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{1274.4 \cdot ml}{134 \cdot \text{días}} = 9.5 \cdot ml / \text{día}$$

$$V_i = V_{i1} + V_{i2} = 19.2 \cdot ml / \text{día}$$

d. Cadena Objeto Diques de encauzamiento

$$a_i = 2391 \cdot ml$$

$$T_i = \alpha(T_o + O) = 0.85 \times 270 \times \frac{25}{30}$$

$$T_i = 192 \cdot \text{días} \cdot \text{hábiles}$$

$$V_i = \frac{2391 \cdot ml}{192 \cdot \text{días}} = 12.45 \cdot ml / \text{día}$$

e. Cadenas Especializadas

e.1 Movimiento de tierras

$$a_i = 2391 \cdot ml$$

$$T_i = 149 \cdot días \cdot hábiles$$

$$V_i = \frac{2391 \cdot ml}{149 \cdot días} = 16.04 \cdot ml / día$$

e.2 Enrocado de protección

$$a_i = 2673.02 \cdot ml$$

$$T_i = 149 \cdot días \cdot hábiles$$

$$V_i = \frac{2673.02 \cdot ml}{149 \cdot días} = 17.93 \cdot ml / día$$

f. Cadenas Particulares

f.1 Movimiento de tierras

$$a_i = 2391 \cdot ml$$

$$T_i = 127 \cdot días \cdot hábiles$$

$$V_i = \frac{2391 \cdot ml}{127 \cdot días} = 18.82 \cdot ml / día$$

f.2 Enrocado de protección

$$a_i = 2673.02 \cdot ml$$

$$T_i = 127 \cdot días \cdot hábiles$$

$$V_i = \frac{2673.02 \cdot ml}{127 \cdot días} = 21.04 \cdot ml / día$$

Establecimiento del ritmo de Producción (V_i)

- **Ritmo de la cadena objeto canal trapecial-canal de descarga-conducto cubierto y aliviadero.**

$$V_i = \frac{a_i}{T_i}$$

Donde:

a_i : longitud de obra que se ejecutará, número de paños, etc.

T_i : tiempo de ejecución de la cadena i .

Para establecer el ritmo de producción de las cadenas particulares y de la cadena objeto, calculamos primero el ritmo de las cuadrillas unitarias de las cadenas particulares predominantes como son para el caso de la cadena objeto conducto cubierto y canal las actividades de excavación de corte cerrado, excavación de caja de canal y concretado del conducto cubierto. Para la cadena objeto que se le asignó la labor de los diques de encauzamiento las actividades son el relleno compactado con material de préstamo, excavación de caja y el enrocado de protección.

Después de definir estos ritmos, procedemos a nivelarnos aumentando el número de cuadrillas unitarias, donde la actividad este más lenta.

El objeto de nivelar estos ritmos es de que esta forma las cadenas pueden iniciar su trabajo en fechas más tempranas lográndose tener en simultáneo actividades heterogéneas, y de esta forma se minimiza el tiempo de ejecución de la cadena objeto.

ESTABLECIMIENTO DE LOS RITMOS DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCION	METRADO	RENDIMIENTO	UND.	Ti	UND.
excavación de corte cerrado	50728.8	800	m3/día	63.41	día
excavación de caja de canal	12733.34	360	m3/día	35.37	día
Vaceado de concreto en Conducto cubierto, Canal de descarga y aliviadero	4656.24	60	m3/día	77.60	día

DESCRIPCION	ai	Vi	UND.
excavación de corte cerrado	2072.65	32.69	m/día
excavación de caja de canal	1302.65	36.83	m/día
Vaceado de concreto en Conducto cubierto, Canal de descarga y aliviadero	3852.12	49.64	m/día

COMPARACION CON LOS RITMOS PRELIMINARES

DESCRIPCION	PRELIMINAR	NIVELADO
excavación de corte cerrado	20.3	65.37
excavación de caja de canal	20.3	73.66
Vaceado de concreto en Conducto cubierto, Canal de descarga y aliviadero	9.5	49.64

Nivelación de ritmos

Como se podrá observar, las actividades que se han tomado en cuenta para la ejecución del trabajo están casi niveladas. La razón por la cual la distancia total de concretado ha llegado a 3852.12 es la suma de las diversas estructuras que componen el conducto cubierto (losa piso, muros y losa techo). Además el rendimiento preliminar establecido es con lo que se ha decidido trabajar, con el fin de analizar la manera correcta de haber afrontado la programación con las limitaciones del caso, que tuvo este proyecto en especial.

Como se podrá apreciar las otras actividades principales como el relleno con material de préstamo y el revestimiento de canal, cuyos tiempos no

hemos incluido en el presente cuadro, quedarán inmersos dentro de estas cadenas particulares.

Se ve que los ritmos tomados son mayores a los tomados inicialmente, esto se fundamenta porque la actividad predominante es la construcción de la cadena objeto estructuras, cuyo plazo de ejecución es el que habrá que tomar para la ejecución de toda la obra.

- Ritmo de la cadena objeto diques de encauzamiento

De similar manera al caso anterior procederemos a el cálculo correspondiente:

ESTABLECIMIENTO DE LOS RITMOS DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCION	METRADO	RENDIMIENTO	UND.	Ti	UND.
Relleno compactado con material de préstamo	38344.88	800	m3/día	47.93	día
Excavación de caja	29758.35	360	m3/día	82.66	día
Enrocado de Protección	32647.76	250	m3/día	130.59	día

Cabe aclarar que la excavación de caja se refiere al trabajo a realizarse para profundizar las uñas de anclaje que tienen los diques. Al no existir una partida que vea directamente este trabajo, se agregó el metrado del mismo a la partida que tradicionalmente sólo trabaja con la excavación propia de la caja de canal.

DESCRIPCION	ai	Vi	UND.
Relleno compactado con material de préstamo	2391	49.88	m/día
Excavación de caja	2391	28.92	m/día
Enrocado de Protección	2673.02	20.47	m/día

Como vemos, tanto la cuadrilla de excavación de caja, así como la de enrocado de protección esta atrasada con respecto a la del relleno, por lo que procedemos a nivelarlo:

RESUMEN	TANTEO	RITMOS	UND.
49.88	1	49.88	m/día
28.92	2	57.85	m/día
20.47	2	40.94	m/día

COMPARACION CON LOS RITMOS PRELIMINARES

DESCRIPCION	PRELIMINAR	NIVELADO	Ti	UND.
Relleno compactado con material de préstamo	18.82	49.88	47.93	día
Excavación de caja	18.82	57.85	41.33	día
Enrocado de Protección	21.04	40.94	65.30	día

Como vemos estos datos al ser comparados con los inicialmente tomados, mantiene las mismas características de la cadena anterior, por lo que queda claro que la determinación del tiempo de ejecución gravita en la cadena objeto estructuras.

4. SECTORIZACIÓN DE OBRA

Es necesario la división de la obra en tramos de tal manera que cada cadena pueda realizar su trabajo dentro de ella sin interferencias, lo cual quiere decir que una cadena no podrá iniciar su trabajo en un sector, si la cadena anterior no ha terminado su trabajo en dicho sector. Para el presente trabajo la sectorización dada se modifica de acuerdo a las facilidades constructivas planteadas en el proceso de planeación y programación.

De acuerdo a lo expuesto las cuadrillas de excavación de plataforma y corte cerrado, son las realizan trabajos donde necesitan frentes con mayor área. De igual manera habrá que considerar para las demás cuadrillas, con el fin que trabajen con holgura (caso del conducto cubierto y canal trapecial)

Esta sectorización de obra obedece, tanto a las características de los elementos a construir, así como a los siguientes aspectos:

- Como estamos iniciando la obra en el mes de octubre, es primordial finalizar en primer lugar el tramo que se encuentra en pleno lecho del río, debido al incremento de este en época de lluvia.
- Con el mismo criterio anterior se procede también a incluir en el tramo central a los diques de encauzamiento, con el fin de proteger los cultivos aledaños o colindantes a las márgenes del río Nepeña.
- No existirá de esta manera inconvenientes para los frentes que necesiten áreas de trabajo mayores como son la excavación de caja y corte plataforma.

TABLA N° 17
Sectorización de obra

SECTOR	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DESCRIPCION
Sector I	70+540	70+790	canal trapecial
Sector II	0+000	264.04	Canal de descarga
Sector III	70+790	71+136.37	Aliviadero, regulador y conducto cubierto
Sector IV	71+136.37	71+436.37	Conducto cubierto
Sector V	71+436.37	71+800	Conducto cubierto
Sector VI	0+000	0+308	Drenaje inicio 71+700
Sector VII	71+800	71+862.65	canal trapecial
Sector VIII	0+000	1162	Dique de encauzamiento margen derecha
	0+000	1229	Dique de encauzamiento margen izquierda

5. NORMAL TECNOLÓGICA

Viene a ser el desmembramiento de las cadenas especializadas en operaciones componentes simples o complejos que serán ejecutadas por cadenas particulares continuas, constantes y especializadas de obreros y equipos.

Criterios para la determinación:

1. La subdivisión debe ser tanta que permita asignar plenamente el trabajo a cada cadena particular.
2. A mayor volumen de trabajo es posible realizar una mayor subdivisión de trabajos.
3. A mayor diversificación de los trabajos son más simples y especializados, por lo tanto requieren de mano de obra menos especializada y permite obtener mayor productividad, que es lo que busca toda empresa.
4. La obra debe ser subdividida tanto como pueda controlar ya que en la obra se producen muchos imprevistos, y la programación es una forma de controlarlo.

Este control se puede mejorar de la siguiente manera¹:

- Nivelando el ritmo de trabajo.
- Si todos los recursos pueden emplearse en su fecha de inicio más temprana o prevista.
- Reduciendo el desmembramiento de la obra, lo cual se puede lograr en la etapa de diseño o mecanizando el proceso.

En los anexos I.1.8, I.1.9 y I.1.10 mostramos los diagramas de normal tecnológica adoptados para los trabajos del proyecto del Cruce del río Nepeña.

¹ Adriansén A., L. A., Organización del Proceso constructivo de Canales y Conductos cubiertos del Proyecto Especial Chavimochic, UNI, 1994

6. REQUERIMIENTOS DE RECURSOS

Los ritmos de producción de las cadenas particulares predominantes, están asociadas a un número "n" de cuadrillas unitarias, el requerimiento de estas cuadrillas es:

n x (el tipo y cantidad de recursos que conforman la cuadrilla unitaria).

Las otras cadenas particulares que no son predominantes tendrán que nivelar sus ritmos al de las cadenas particulares predominantes, salvo que la experiencia o lógica indique lo contrario. Para ello es posible que nos encontremos

➤ Cadenas particulares rítmicas

Este tipo de cadenas se podrán apreciar durante la ejecución del conducto cubierto, ya que son elementos estructurales homogéneos cada paño vaceado (cuadrillas de habilitación y colocación de acero, encofrado y vaceado de estructuras).

Las otras cuadrillas como serán el sellado de juntas y colocación de la tubería de drenaje deberán de nivelarse a hacerse rítmicas, y durante la ejecución de la obra se deberá hacer una adecuada gestión y control para que se mantenga así.

Para obtener la cantidad de recursos necesarios será necesario:

- ✓ Conocer la duración de la actividad predominante (t). Esta será igual para todas las cadenas que tengan similar ritmo.
- ✓ Conocer el volumen de trabajo de la cadena particular a estudiar (m)
- ✓ Conocer el rendimiento de la cuadrilla unitaria (r).

- ✓ Luego, se calcula n , que viene a ser el número de cuadrillas unitarias necesarias para obtener el ritmo de producción de la cadena particular predominante.

$$n = \frac{m}{txr}$$

➤ **Cadenas particulares aritméticas**

Si el ritmo de una cadena particular se quiere nivelar al de otra cadena predominante, entonces, se procederá de la siguiente forma:

- ✓ Se asume que la duración de la cadena será igual al de la actividad predominante (t_1) a la que se quiere nivelar.
- ✓ De similar manera al caso anterior será necesario conocer el metrado (m) de la cadena particular estudiada y el rendimiento " r " tomado para la cuadrilla unitaria.
- ✓ Calculamos el número de cuadrillas unitarias:

$$n = \frac{m}{t_1xr}$$

- ✓ Entonces el tiempo de ejecución de la cadena particular (t_2) será:

$$t_2 = \frac{m}{nrx}$$

- ✓ La intensidad (i) o rendimiento de la cadena estudiada será:

$$i = \frac{m}{t_2}$$

En la tabla N° 18 mostramos los cuadros con los requerimientos de recursos para las diversas actividades a realizar en el cruce del río Nepeña.

7. CÁLCULO DEL TIEMPO POR SECTORES

Representado por k_i , que viene a ser el tiempo que demora una cadena particular en un sector M:

$$k_i = \frac{m_i^M}{i_i} \text{ (en unidades arbitrarias de tiempo)}$$

en donde:

m_i^M : es el volumen de trabajo existente de la cadena i en el sector M.

i_i : es la intensidad de la cadena particular i. Las cadenas rítmicas que están asociadas a otra predominante tendrán valores de k_i , iguales al de la cadena predominante (ver tabla N° 18).

8. CÁLCULO DEL ACERCAMIENTO (OⁱM)

Se denomina acercamiento Oⁱm de una cadena particular (i) con respecto a la cadena particular (i-1), al intervalo de tiempo calculado con el objeto de minimizar el riesgo de colisiones entre dos cadenas.

Se presentan dos tipos de acercamientos:

Acercamiento por sector

$$O^i m = \left| \sum_1^{m-1} k^i - \sum_2^m k^{i-1} \right| \geq 0$$

Se toma el máximo de los Oⁱm negativos en valor absoluto, en caso contrario Oⁱm será igual a cero. La cadena i no podrá empezar su trabajo en ningún sector si la cadena i-1, no ha finalizado su trabajo en dicho sector (ver tablas N° 19, 20 y 21).

Acercamiento por holgura

$$O^i m = \left| \sum_1^m k^i - \sum_1^m k^{i-1} \right| \geq 0$$

Se toma el máximo de los $O^i m$ negativos en valor absoluto, en caso contrario $O^i m$ será igual a cero. La cadena i puede empezar su trabajo en un sector antes que la cadena anterior $i-1$ haya concluido su trabajo en el mencionado sector, y puede terminar su trabajo a lo más junto a la cadena anterior pero no antes.

Sin acercamiento

Cuando las 2 cadenas son rítmicas, entonces no es necesario calcular acercamientos, porque las cadenas son paralelas entre sí, en ese caso hay que dar el paso P_o , que viene a ser el intervalo de tiempo existente entre las fechas de inicio de las 2 cadenas particulares.

9. CÁLCULO DEL ACERCAMIENTO TOTAL ($O^i t$)

Es el intervalo de tiempo existente entre las fechas de inicio de las cadenas particulares contiguas, formado por la sumatoria de las interrupciones tecnológicas u organizativas que pudieran existir, el acercamiento $O^i m$, más el tiempo que demora la primera cadena en el primer sector o en el primer subsector, del sector 1, según sea el acercamiento por sector o por holgura. Si las cadenas son rítmicas el acercamiento total es igual al paso de la cadena, más las interrupciones tecnológicas y organizativas (ver tabla N° 23).

Por sector:

$$O^i t = O^i m + \sum t_r(i-1) + k^s(i-1,1)$$

Por holgura:

$$O^i t = O^i m + \sum t_T(i-1) + h_i + k^h i$$

Sin acercamiento:

$$O^i t = P o^i + \sum t_T(i-1)$$

en donde:

$O^i m$:acercamiento de la cadena i.

$\sum t_T(i-1)$: interrupciones tecnológicas u organizativas de la cadena (i-1).

$K^s(i-1, 1)$: es el tiempo que demora la cadena (i-1) en el sector 1.

$K^h i$: un día, ya que hi debe medirse por lo menos un día después de la fecha de inicio de la cadena (i-1).

hi: holgura dada cuando el acercamiento es por holgura.

$P o^i$: paro de la cadena rítmica i.

TABLA N° 18
 Cuadro General de metrados

CUADRO GENERAL DE METRADOS - PROYECTO CRUCE RIO NEPEÑA

1.- CONDUCTO CUBIERTO, CANAL DE DESCARGA Y ALVIADERO

Cad.	Descripción	Und.	Metrado	Rend.	Cap.	Op.	Of.	Pe	Tu	TI	n	Tu	I
	MOVIM TIERRA EN SUPERFICIE												
C ¹	Excav Corte Cerrado Mat Suelto	m3	43577.355	800	1		1	4	54.47	63	0.86	63	691.70
	ESTRUCTURAS												
	SOLADO												
C ²	encofrado de solado	m2	238.94	30	1	1		1	7.96	8	1.00	78	3.06
C ³	vaceado de concreto simple f'c 100	m3	531.69	100	1	2	2	2	5.32	5	1.06	78	6.82
C ⁴	desencofrado de solado	m2	238.94	30	1	1		1	7.96	7	1.14	78	3.06
	LOSA PISO												
C ⁵	habilitación y colocación de acero en losas y muros	t	239.09974	1	1	4	4		239.10	78	3.07	78	3.07
C ⁶	encofrado losa piso	m2	1078.0675	30	1	1		1	35.94	31	1.16	78	13.82
C ⁷	vaceado de concreto f'c 210	m3	1671.65	60	1	2	2	2	27.86	38	0.73	78	21.43
C ⁸	desencofrado de losa piso	m2	1078.0675	30	1	1		1	35.94	31	1.16	78	13.82
	MUROS LATERALES												
C ⁹	encofrado muros laterales	m2	11071.515	30	1	2		2	369.05	78	4.73	78	141.94
C ¹⁰	vaceado de concreto f'c 210	m3	1584.864	60	1	2	2	2	26.41	35	0.75	78	20.32
C ¹¹	desencofrado de muros laterales	m2	11071.515	30	1	2		2	369.05	78	4.73	78	141.94
	LOSA TECHO												
C ¹²	encofrado losa techo	m2	3124.0675	30	1	2		2	104.14	78	1.34	78	40.05
C ¹³	habilitación y colocación de acero en losas techo	t	93.96	1	1	2	2		93.96	78	1.20	78	1.20
C ¹⁴	vaceado de concreto f'c 210	m3	1399.73	60	1	2	2	2	23.33	35	0.67	78	17.95
C ¹⁵	desencofrado de losa techo	m2	3124.0675	30	1	2		2	104.14	78	1.34	78	40.05
C ¹⁶	Colocación de tubería de drenaje	ml	1685.16	40	1	1		4	42.13	42	1.00	78	21.60
C ¹⁷	sellado de juntas interiores	ml	1622.1	40			1	2	40.55	40	1.01	78	20.80
	ACABADOS												
C ¹⁸	relleno compactado para conducto	m3	23138.52	300	1			2	77.13	78	0.99	63	367.28
C ¹⁹	afirmado camino de servicio	m3	2502.12	150	1	2		3	16.68	17	0.98	17	147.18

2.- DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

Cad.	Descripción	Und.	Metrado	Rend.	Cap.	Op.	Of.	Pe	Tu	TI	n	Tu	I
	MOVIM TIERRA EN SUPERFICIE												
C ²⁰	Limpieza y desbroce	ha	3.52	0.5	1			2	7.04	7	1.01	7	0.50
C ²¹	Excavación plataforma material suelto	m3	7295.92	800	1			2	12.16	12	1.01	48	152.00
C ²²	Relleno compactado material préstamo	m3	38344.88	800	1			3	47.93	48	1.00	48	798.85
C ²³	Excavación de caja	m3	29758.35	360	1		1	2	82.66	83	1.00	48	619.97
	ACABADOS												
C ²⁴	Enrocado de protección	m3	32647.76	250	1			2	130.59	131	1.00	65	502.27

3.- CANAL TRAPEZIAL

Cad.	Descripción	Und.	Metrado	Rend.	Cap.	Op.	Of.	Pe	Tu	TI	n	Tu	I
	MOVIM TIERRA EN SUPERFICIE												
C ²⁵	Relleno plataforma	m3	23254.63	800	1		1	3	29.07	29	1.0024	48	484.47
C ²⁶	Excavación caja de canal y desquinche	m3	12733.34	360	1	1		2	35.37	35	1.0106	35	363.81
C ²⁷	colocación drenaje en caja	ml	1270	40	1	1		3	31.75	32	0.9922	35	36.29
	ESTRUCTURAS												
C ²⁸	Refine manual de piso y talud	m2	13651.42	400	1			8	34.13	34	1.0038	17	803.02
C ²⁹	Compactación manual con pisón de concreto	m2	13651.42	400	1			4	34.13	34	1.0038	17	803.02
C ³⁰	colocación de rieles y encofrado	ml	2605.3	150	1	1		3	17.37	17	1.0217	17	153.25
C ³¹	revestimiento con GOMACO	m2	13651.42	800	1	6	2	4	17.06	17	1.0038	17	803.02
C ³²	Retiro de rieles y transporte y desencofrado	ml	2605.3	150	1	1		3	17.37	17	1.0217	17	153.25
C ³³	sellado de juntas	ml	9525.58	400		1	2	6	23.81	24	0.9922	17	560.33
	ACABADOS												
C ³⁴	Limpieza final	m2	13651.42	500	1			3	27.30	27	1.0112	17	803.02

TABLA N° 19
Canal trapecial

CANAL TRAPECIAL

CALCULO DE ACERCAMIENTO ENTRE LAS CADENAS PARTICULARES

1.- METRADOS REPARTIDOS POR PROGRESIVAS

CAD. ESPECIALIZADAS		MOV. TIERRAS			ESTRUCTURAS						ACABADOS	
PROGRESIVAS		Re. Plat.	Exc. Caj.	Drenaje	Refine	comp.	col. Riel	revest.	reti. Riel	Sell. Junt.	limpieza	afirmado
		C ²⁵	C ²⁶	C ²⁷	C ²⁸	C ²⁹	C ³⁰	C ³¹	C ³²	C ³³	C ³⁴	C ³⁵
70540	70790	401.2	3797.0	250.0	2850.0	2850.0	500.0	2850.0	500.0	1707.6	2850.0	235.0
70790	70854	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70854	71136.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71136.37	71436.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71436.37	71810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71810	72150	0.0	4416.6	340.0	3508.8	3508.8	680.0	3508.8	680.0	2525.2	3508.8	519.3
72150	72862.65	22853.6	4519.7	680.0	7292.6	7292.6	1425.3	7292.6	1425.3	5292.8	7292.6	1038.6
TOTALES		23254.9	12733.3	1270	13651.4	13651.4	2605.3	13651.4	2605.3	9526.58	13651.42	1792.92

CAD. ESPECIALIZADAS		MOV. TIERRAS			ESTRUCTURAS						ACABADOS	
PROGRESIVAS		Re. Plat.	Exc. Caj.	Drenaje	Refine	comp.	col. Riel	revest.	reti. Riel	Sell. Junt.	limpieza	afirmado
		C ²⁵	C ²⁶	C ²⁷	C ²⁸	C ²⁹	C ³⁰	C ³¹	C ³²	C ³³	C ³⁴	C ³⁵
70540	70790	1.0	10.0	7.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0
70790	70854	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70854	71136.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71136.37	71436.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71436.37	71810	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71810	72150	0.0	12.0	9.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.0
72150	72862.65	47.0	13.0	19.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	7.0
TOTALES		48.00	36.00	36.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	12.00

3.- CALCULO DE LOS ACERCAMIENTOS

C ²⁵	C ²⁶	C ²⁷	C ²⁸	Σ ₁ ^N C ²⁸	Σ ₂ ^N C ²⁹	O ²⁸	Σ ₁ ^N C ³⁰	Σ ₁ ^N C ³¹	O ³⁰	Σ ₁ ^N C ³²	Σ ₁ ^N C ³⁴	O ³²
1.0	10.0	7.0	4.0	10.0	1.0	9.0	4.0	7.0	-3.0	2.0	4.0	-2.0
0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	1.0	9.0	4.0	7.0	-3.0	2.0	4.0	-2.0
0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	1.0	9.0	4.0	7.0	-3.0	2.0	4.0	-2.0
0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	1.0	9.0	4.0	7.0	-3.0	2.0	4.0	-2.0
0.0	12.0	9.0	4.0	22.0	1.0	21.0	8.0	16.0	-8.0	5.0	8.0	-3.0
47.0	13.0	19.0	9.0	35.0	48.0	-13.0	17.0	35.0	-18.0	12.0	17.0	-5.0

TABLA N° 20

Diques de Encauzamiento

DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

CALCULO DE ACERCAMIENTO ENTRE LAS CADENAS PARTICULARES

1.- METRADOS REPARTIDOS POR MARGENES

CAD. ESPECIALIZADAS MARGEN	MOV. TIERRA				ACABADOS
	limp.	exc. Plat.	Rel. Comp.	Exc. Caja	enr. Prot.
	C ²⁰	C ²¹	C ²²	C ²³	C ²⁴
Margen derecha aguas arriba	0.94	1965.4	10622.51	8479.63	6502.54
Margen derecha aguas abajo	0.77	1660.85	8869.75	5573.15	5170.6
Margen izquierda aguas arriba	1.07	2332.37	12478.92	7603.17	7419.56
Margen izquierda aguas abajo	0.74	1337.3	6373.7	8102.4	4919.6
conducto cubierto	0	0	0	0	8635.46
TOTALES	3.52	7295.92	38344.88	29758.35	32647.76

2.- CALCULO DE LA DURACION DE LAS CADENAS PARTICULARES

CAD. ESPECIALIZADAS MARGEN	MOV. TIERRA				ACABADOS
	limp.	exc. Plat.	Rel. Comp.	Exc. Caja	enr. Prot.
	C ²⁰	C ²¹	C ²²	C ²³	C ²⁴
Margen derecha aguas arriba	2.00	13.00	13.00	13.00	13.00
Margen derecha aguas abajo	2.00	11.00	11.00	11.00	10.00
Margen izquierda aguas arriba	2.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Margen izquierda aguas abajo	1.00	9.00	9.00	9.00	10.00
conducto cubierto	0.00	0.00	0.00	0.00	17.00
TOTALES	7.00	48.00	48.00	48.00	65.00

CONDUCTO CUBIERTO. CANAL DE DESCARGA Y ALVIADERO

CALCULO DE ACERCAMIENTO ENTRE LAS CADENAS PARTICULARES

1.- METRADOS REPARTIDOS POR PROGRESIVAS

CAD. ESPECIALIZADAS	TIERRAS	ESTRUCTURAS																ACABADOS				
		C. Carr.	SOLADO				LOSA PISO				MUROS LATERALES				LOSA TECHO				Tuba.	Sell. Junt.	Refreno	Afirm.
			Enc.	Vac.	Descofr.	armad.	Enc.	Vac.	Descofr.	armad.	Enc.	Vac.	Descofr.	armad.	Enc.	Vac.	Descofr.	armad.				
PROGRESIVAS	C ¹	C ²	C ³	C ⁴	C ⁵	C ⁶	C ⁷	C ⁸	C ⁹	C ¹⁰	C ¹¹	C ¹²	C ¹³	C ¹⁴	C ¹⁵	C ¹⁶	C ¹⁷	C ¹⁸	C ¹⁹			
71138.37	71438.37	14894.1	57.36	129	57.36	71.048	259.27	430.48	259.27	2640	396	2640	910.03	29.216	430.5	910.03	300	429.73	6167.2	0		
70854	71138.37	8805.24	30.89	121.42	30.89	61.368	243.7	406.61	243.7	2527.2	372.73	2527.2	832.74	26.168	406.61	832.74	236.37	406.93	5767.03	265.4		
71438.37	71810	12853.9	73.55	156.4	73.55	80.151	311.8	522	311.8	3252.8	480	3252.8	1185.01	34.324	522	1185.01	263.63	509.54	8128.65	349.08		
DREN 71+700	71810	1154.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308	0	925.1	0		
CONDUCTO DESCARGA	71810	3718.1	53.64	90.58	53.64	18.498	124.54	153.75	124.54	1632.85	159.054	1632.85	96.12	1.5701	22.31	96.12	514.18	200.3	976.05	0		
70790	70854	2152.1	23.5	34.29	23.5	8.03	138.76	158.81	138.76	1018.67	177.08	1018.67	100.17	2.68	18.31	100.17	62.98	75.6	801.76	94.72		
70540	70790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	372.73	235		
71810	72892.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1557.92		
TOTALES		43577.4	238.9	531.7	238.9	239.1	1078.1	1671.7	1078.1	11071.5	1584.9	11071.5	3124.1	94.0	1399.7	3124.1	1685.2	1622.1	23138.5	2502.1		

2.- CALCULO DE LA DURACION DE LAS CADENAS PARTICULARES

CAD. ESPECIALIZADAS	TIERRAS	ESTRUCTURAS																ACABADOS				
		C. Carr.	SOLADO				LOSA PISO				MUROS LATERALES				LOSA TECHO				Tuba.	Sell. Junt.	Refreno	Afirm.
			Enc.	Vac.	Descofr.	armad.	Enc.	Vac.	Descofr.	armad.	Enc.	Vac.	Descofr.	armad.	Enc.	Vac.	Descofr.	armad.				
PROGRESIVAS	C ¹	C ²	C ³	C ⁴	C ⁵	C ⁶	C ⁷	C ⁸	C ⁹	C ¹⁰	C ¹¹	C ¹²	C ¹³	C ¹⁴	C ¹⁵	C ¹⁶	C ¹⁷	C ¹⁸	C ¹⁹			
71138.37	71438.37	21.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	23.00	23.00	23.00	23.00	20.00	20.00	17.00	0.00		
70854	71138.37	13.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	22.00	22.00	22.00	22.00	17.00	17.00	16.00	2.00		
71438.37	71810	19.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	29.00	29.00	29.00	29.00	12.00	24.00	22.00	2.00		
DREN 71+700	71810	2.00	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	12.00	0.00	3.00	0.00		
CONDUCTO DESCARGA	71810	5.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	2.00	2.00	2.00	2.00	12.00	12.00	2.00	0.00		
70790	70854	3.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	5.00	2.00	1.00		
70540	70790	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	1.00	2.00		
71810	72892.65	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	0.00	10.00		
TOTALES		63.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	78.00	63.00	17.00		

3.- CALCULO DE LOS ACERCAMIENTOS

C ¹⁸	C ¹⁴	C ¹⁷	C ¹⁶	C ¹⁵	Σ ₁ ¹⁸ C ¹⁸	Σ ₁ ¹⁵ C ¹⁵	Δ ¹⁸	Σ ₁ ¹⁶ C ¹⁶	Σ ₁ ¹⁷ C ¹⁷	Δ ¹⁶	Σ ₁ ¹⁴ C ¹⁴	Σ ₁ ¹⁵ C ¹⁵	Δ ¹⁴
23.00	20.00	20.00	17.00	0.00	20.00	23.00	-3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22.00	17.00	17.00	16.00	2.00	37.00	45.00	-8.00	17.00	17.00	0.00	0.00	16.00	-16.00
29.00	12.00	24.00	22.00	2.00	49.00	74.00	-25.00	33.00	41.00	-8.00	2.00	38.00	-36.00
0.00	12.00	0.00	3.00	0.00	61.00	74.00	-13.00	55.00	41.00	14.00	4.00	41.00	-37.00
2.00	12.00	12.00	2.00	0.00	73.00	76.00	-3.00	58.00	53.00	5.00	4.00	43.00	-39.00
2.00	5.00	5.00	2.00	1.00	78.00	78.00	0.00	60.00	58.00	2.00	4.00	45.00	-41.00
0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	78.00	78.00	0.00	62.00	58.00	4.00	5.00	46.00	-41.00
0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	78.00	78.00	0.00	63.00	58.00	5.00	7.00	46.00	-39.00

Conducto Cubierto, Canal de descarga y aliviadero

TABLA N° 21

TABLA N° 22

OBRAS DE ARTE

Para establecer la duración de la misma se ha escogido a la alcantarilla 72+490 como la base para conformar la cuadrilla compleja de obras de arte

CALCULO DE LA TRAJOSIDAD Y DURACIÓN

Descripción	metrado	rend.	personal a emplear			HH personal			Parcial HH	# de días
			op.	of.	pe	op.	of.	pe		
SOLADO										
reglas	83.00	48.00	1	0	1	13.83	0	13.83	27.67	
concreto	83.00	400.00	2	0	6	3.32	0	9.96	13.28	
acabado	83.00	50.00	1	0	0	13.28	0	0.00	13.28	
									54.23	0.68
LOSA										
encofrado	66.00	14.00	1	0	1	37.71	0	37.71	75.43	
armadura	2198.00	350.00	1	1	0	50.24	50.24	0.00	100.48	
concreto	25.20	40.00	2	0	6	10.08	0	30.24	40.32	
									216.23	2.70
MUROS Y TECHOS										
encofrado	220.00	20.00	1	0	1	88.00	0	88.00	176.00	
armadura	2240.00	350.00	1	1	0	51.20	51.2	0.00	102.40	
concreto	40.00	40.00	2	0	6	16.00	0	48.00	64.00	
									342.40	4.28
TOTALES						283.7	101.4	227.7	612.8	7.7
									Días imprevisto	1.5
									Total días	10

CONFORMACIÓN DE LA CUADRILLA

Descripción	HH acumuladas
Op. Carpintero	139.55
Op. Concreto	29.40
Op. Alabafil	13.28
Op. Fierro	101.44
total HH empleadas	283.67
Personal empleado	3.6

Descripción	HH acumuladas
Of. Fierro	101.44
Peón	227.75
total HH empleadas	332.73
Personal empleado	4.2

total horas empleadas	616.4
total días empleados	8.0
total personal empleado	8.0

TABLA N° 23
ACERCAMIENTOS TOTALES

CALCULO DE LOS ACERCAMIENTOS TOTALES

CONDUCTO CUBIERTO, CANAL DESCARGA, ALIVIADERO

CADENA	O _m	t	h	K ^a	K ^b	P _o	Q _i
C ⁵	0	0	0	0	0	21	21
C ⁶	0	0	0	0	0	1	1
C ⁷	0	0	0	0	0	1	1
C ⁸	0	0	0	0	0	1	1
C ⁹	0	6	0	0	0	0	6
C ¹⁰	0	0	0	0	0	1	1
C ¹¹	0	0	0	0	0	1	1
C ¹²	0	6	0	0	0	0	6
C ¹³	0	0	0	0	0	1	1
C ¹⁴	0	0	0	0	0	1	1
C ¹⁵	0	7	0	0	0	0	7
C ¹⁶	25	0	0	0	0	0	25
C ¹⁷	0	0	0	0	0	1	1
C ¹⁸	8	0		20	0	0	28
C ¹⁹	41	0	0	17	0	0	58

DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

CADENA	O _m	t	h	K ^a	K ^b	P _o	Q _i
C ²¹	0	13	0	0	0	0	13
C ²²	0	13	0	0	0	0	13
C ²³	0	13	0	0	0	0	13
C ²⁴	0	13	0	0	0	0	13

CANAL TRAPEZIAL

CADENA	O _m	t	h	K ^a	K ^b	P _o	Q _i
C ²⁶	13	0	1	0	0	0	14
C ²⁷	0	0	0	10	0	0	10
C ²⁸	18	0	1	0	0	0	19
C ²⁹	0	0	0	0	0	1	1
C ³⁰	0	0	0	0	0	1	1
C ³¹	0	0	0	0	0	1	1
C ³²	0	0	0	0	0	1	1
C ³³	0	7	0	0	0	0	7
C ³⁴	0	0	0	0	0	1	1
C ¹⁹	5	0	0	0	0	0	5

10. CÁLCULO DE LAS FECHAS DE INICIO DE LAS CADENAS PARTICULARES (FI_i)

Son las fechas en días hábiles, en que se inician los trabajos de las cadenas particulares y esta dado por:

$$FI_i = 1 + \sum_2^i O^t$$

en donde:

O^t :Acercamiento total de la cadena particular i. Cuando sea complicado el cálculo matemático, queda la posibilidad de hacerlo gráficamente.

CONDUCTO CUBIERTO

CADENA	O ^t	Σ ₁ ^{M-1} C ¹⁶	FI _i
C ¹	0	0	1
C ⁵	21	21	22
C ⁶	1	22	23
C ⁷	1	23	24
C ⁸	1	24	25
C ⁹	6	30	31
C ¹⁰	1	31	32
C ¹¹	1	32	33
C ¹²	6	38	39
C ¹³	1	39	40
C ¹⁴	1	40	41
C ¹⁶	7	47	48
C ¹⁶	25	72	73
C ¹⁷	1	73	74
C ¹⁸	28	101	102
C ¹⁹	58	159	160

DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

CADENA	O ^t	Σ ₁ ^{M-1} C ¹⁶	FI _i
C ²¹	0	63	64
C ²²	13	76	77
C ²³	13	89	90
C ²⁴	13	102	103

CANAL TRAPEZIAL

CADENA	O ^t	Σ ₁ ^{M-1} C ¹⁶	FI _i
C ²⁵	0	111	112
C ²⁶	14	125	126
C ²⁷	10	135	136
C ²⁸	19	154	155
C ²⁹	1	155	156
C ³⁰	1	156	157
C ³¹	1	157	158
C ³²	1	158	159
C ³³	7	165	166
C ³⁴	1	166	167
C ¹⁹	5	171	172

11. CÁLCULO DE LOS TIEMPOS ACUMULADOS (K^s_i)

Son las fechas en días hábiles, en que terminan su trabajo, las cadenas particulares en cada sector.

$$k^s_i = FI_i - 1 + \sum_1^s k^s_i$$

en donde:

k^s_i : fecha en días hábiles, en que termina su trabajo la cadena particular i, en el sector s.

FI_i : fecha en días hábiles en la que inicia su trabajo la cadena particular i.

K^s_i : es el tiempo que demora la cadena particular i, en el sector s.

El cuadro con las fechas de los tiempos se puede visualizar en la tabla N° 24

12. DIAGRAMA DEL CICLOGRAMA

El ciclograma es un plano cartesiano, donde las abscisas representan el tiempo y las ordenadas los sectores. Las pendientes de las líneas quebradas son el ritmo de producción de las cadenas particulares y los puntos de quiebre indican las fechas en que las cadenas particulares hincan (FI) o terminan (FT) su trabajo en los sectores (s). Asimismo el ciclograma muestra la interrelación que existe entre las diferentes cadenas particulares.

El esquema del ciclograma podrá ser apreciado en los anexos III.2, en los planos CG-01,CG-02 y CG-03, donde se adjunta los ciclogramas respectivos por separado tanto para el conducto cubierto, diques de encauzamiento y canal trapecial. Además de la confección de la Cadena Compleja en el Plano CG-04.

TABLA N° 24

CALCULO DE LOS TIEMPOS ACUMULADOS

CONDUCTO CUBIERTO, CANAL DE DESCARGA Y ALIVIADERO

SECTOR		k ¹															
CADENAS		C ¹	C ⁵	C ⁶	C ⁷	C ⁸	C ⁹	C ¹⁰	C ¹¹	C ¹²	C ¹³	C ¹⁴	C ¹⁵	C ¹⁶	C ¹⁷	C ¹⁸	C ¹⁹
Fi		1	22	23	24	25	31	32	33	39	40	41	48	73	74	102	160
71136.37	71436.37	21	41	42	43	44	50	51	52	61	62	63	70	92	93	118	159
70854	71136.37	34	58	59	60	61	67	68	69	83	84	85	92	109	110	134	161
71436.37	71810	53	82	83	84	85	91	92	93	112	113	114	121	121	134	156	163
DREN 71+700		55	82	83	84	85	91	92	93	112	113	114	121	133	134	159	163
CONDUCTO DESCARGA		60	91	92	93	94	100	101	102	114	115	116	123	145	146	161	163
70790	70854	63	99	100	101	102	108	109	110	116	117	118	125	150	151	163	164

DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

SECTOR	k ¹			
CADENAS	C ²¹	C ²²	C ²³	C ²⁴
Fi	64	77	90	103
Margen der. aguas arriba	76	89	102	115
Margen der. aguas abajo	87	100	113	125
Margen izq. aguas arriba	102	115	128	140
Margen izq. aguas abajo	111	124	137	150
conducto cubierto				167

CANAL TRAPECIAL

SECTOR	k ¹										
CADENAS	C ²⁵	C ²⁶	C ²⁷	C ²⁸	C ²⁹	C ³⁰	C ³¹	C ³²	C ³³	C ³⁴	C ¹⁹
Fi	112	126	136	155	156	157	158	159	166	167	172
70540	70790	112	135	142	158	159	160	161	162	169	173
70790	70854	112	135	142	158	159	160	161	162	169	173
70854	71136.37	112	135	142	158	159	160	161	162	169	173
71136.37	71436.37	112	135	142	158	159	160	161	162	169	173
71436.37	71810	112	135	142	158	159	160	161	162	169	173
71810	72150	112	147	151	162	163	164	165	166	173	176
72150	72862.65	159	160	170	171	172	173	174	175	182	183

CAPITULO IV

ANÁLISIS COMPARATIVO

GENERALIDADES

En seguida analizaremos las características de la cadena de construcción obtenida,. De este modo veremos que ventajas por ello presenta con respecto a los trabajos organizados por medio del lookahead.

El volumen de trabajo en el presente trabajo es menor con respecto a lo afrontado en los dos primeros años que tuvo el Proyecto Chincas, esto por limitaciones económicas explicadas anteriormente. Debido a ello tampoco no existía el apuro de acelerar al máximo las actividades durante el año de ejecución. Pero evidentemente de no hacer un planeamiento adecuado, se podría incluso pasar el tiempo inicial establecido como meta anual 2001. En consecuencia de ello las labores a realizarse deben ser ejecutadas por la cuadrilla idónea para cada actividad, mejorando para ello nuestros niveles de productividad. Entonces diremos que tanto la calidad de la programación ,así como el nivel de productividad que llevemos serán piezas fundamentales para un manejo adecuado del avance de obra.

En los resultados obtenidos hemos trabajado con los rendimientos y equipos con los que contaba la obra durante la ejecución de la meta anual 2001. con ello queremos tener la certeza de estar trabajando en condiciones reales para poder discutir nuestros resultados con los aspectos teóricos presentados en los capítulos II y III respectivamente.

I. CARACTERÍSTICAS DE LA CADENA OBJETO DE CONSTRUCCIÓN

Los sectores tomados para el presente trabajo están diferenciados notablemente, esto de acuerdo a las características estructurales de los mismos. En vista que el conducto cubierto era el elemento de mayor duración en tiempo de ejecución, se determinó que tanto los diques de encauzamiento, como el

canal trapecial se encuentren dentro del tiempo de ejecución de la cadena mayor.

Visto esto, se puede visualizar en los anexos el ciclograma obtenido para el presente trabajo, la justificación del mismo se tratará en los siguientes puntos a mencionar.

1. RELACIONES DE TIEMPO:

Es necesario verificar si los valores asumidos para los valores de O , T_o y β , guardan relación con la cadena objeto que hemos diseñado. Además ya que estos valores fueron tomados de un control estadístico tienen que ser comparados con el cuadro del cual lo tomamos como referencia.

La duración en días hábiles de la cadena objeto conducto cubierto, diques de encauzamiento y canal trapecial viene a ser:

$$\frac{25}{30} \times \alpha \cdot (T_o + O) = 183 \text{ días hábiles}$$

Ahora la duración de la cadena especializada predominante en días hábiles se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{25}{30} \times \alpha \cdot T_o = 151 \text{ días}$$

Además de la ecuación : $T = T_p + T_o + O$ (Días calendarios)

Además recordando lo planteado en el capítulo 3 con referencia a la determinación de los tiempos:

$$T_p = 10\% \text{ de } T$$

$$\alpha = 0.85$$

Operando obtenemos :

$$T = \frac{183 \times 30 \times 1}{0.90 \times 25 \times 0.85}$$

$$T = 287 \text{ días calendario}$$

$$T_o = \frac{151 \times 30 \times 1}{25 \times 0.85}$$

$$T_o = 214 \text{ días.}$$

Ahora calcularemos O:

$$O = \frac{183 \times 30}{25 \times 0.85} - T_o$$

$$O = 45 \text{ días.}$$

El factor β también puede ser calculado, tomaremos para tal la duración de la cadena de movimiento de tierras:

$$\beta \cdot \alpha \cdot T_o \cdot \frac{25}{30} = 63$$

$$\beta = 0.41$$

Ante estos valores podemos apreciar que los valores tomados inicialmente con los valores encontrados finalmente se encuentran en la siguiente relación:

PARÁMETRO	PRELIMINARES	ORGANIZADOS
O	0.20T	0.156T
T _o	0.70T	0.745T
T	300	287
β	0.85	0.41

Como podemos observar, los valores de O, To y T que fueron tomados como referencia guardan mucha relación con el resultado final, mas no así el valor de β , ya que no contamos en nuestro país con un estudio que indique el cálculo de estos parámetros en la construcción nacional.

2. RITMOS DE PRODUCCIÓN, RELACIÓN DE TIEMPOS, EQUIPO EN OBRA E ÍNDICES DE ORGANIZACIÓN

2.1 ANÁLISIS DEL CONDUCTO CUBIERTO

Iniciamos nuestro análisis tomando a las cadenas particulares que conforman la ejecución del solado. Observando que los rendimientos son altos con respecto a la cuadrilla de vaceado de losa piso, sería conveniente combinar tanto el solado como la losa piso, y para ello establecimos que la misma cuadrilla que ejecutará la losa piso se encarga de la ejecución del solado.

También observamos que fue necesario incrementar una cuadrilla de habilitación y colocación de armadura de acero para la losa piso, esto con el fin de que este nivelado con el ritmo de vaceado del conducto. De igual manera fue necesario incrementar la cuadrilla encofradores de muros laterales, teniéndose un total de 5 cuadrillas, las cuales no sólo se encargarán del encofrado sino que su labor incluye el desencofrado de los mismos elementos(ver tabla N° 18).

Los tiempos de espera que deben existir entre estas cadenas se dan tanto para la ejecución de los muros laterales como para la ejecución de las losas techos, en ambos casos se han dado 6 días para la habilitación respectiva del frente (100 metros de avance aproximadamente), con el fin de que no exista demasiada concentración de personal y puedan ejecutar su trabajo de manera conveniente.

Con respecto a la cuadrilla de tubería diremos que inicialmente se encontraba acelerada con respecto al avance del resto de cadenas, por que se procedió a reducir a la mitad al personal requerido, y de esta forma nivelar las tareas adecuadamente. Caso similar ocurrió con la cuadrilla de sellado de juntas.

Para mejorar el rendimiento del encofrado de la losa techo, se tendrá en cuenta el uso del encofrado EFCO, el cual permite desplegar las planchas rápidamente, así como mejora el acabado del mismo.

El tiempo total de ejecución es de 164 días hábiles. Tanto para el corte cerrado como para el relleno lateral se ha mantenido los rendimientos que se obtienen con los equipos estándares de obra, observando que se puede avanzar sin mayor problema. Es importante señalar que en estos casos las cadenas que realizan movimiento de tierras no pueden ser aceleradas, ya que esto podría permitir que el terreno se altere y se produzcan derrumbes geológicos, los cuales son puntos que entran en discusión al momento de ser tomados en cuenta como volumen extra de relleno.

Las cadenas de vaceado no presentan mayor problema, incluso se ha disminuido la cuadrilla inicial de vaceado (con respecto al presentado en el presupuesto). Como este es una partida que es la base para la programación, es necesario controlar periódicamente la productividad de la misma.

Al organizar las actividades se tomó la decisión de colocar al final al aliviadero, ya que por ser una estructura compleja podría tener mayor tiempo de duración de lo previsto, o por lo pequeño del frente la cantidad de personal asignado sea sobredimensionado, con lo cual estamos con la opción de reducir el mismo en los meses finales.

TABLA N° 25
Parámetros e Índices de Conducto Cubierto

CONDUCTO CUBIERTO, CANAL DE DESCARGA Y ALVIADERO

PARAMETROS E INDICES

N	DESCRIPCION	UND.	CANT.
1.00	Tiempo de ejecución de la cadena objeto	días	164
2.00	Parámetro de espacio (m)		
	m: N° de unidades en que se ha dividido la producción	días	118
3.00	Parámetros tecnológicos		
	No de cadenas especializadas	und.	3
	Pc: volumen de trabajo (N° de paños)	und.	135
	I: intensidad de producción de la cadena especializada	und.	0.82
	Requerimiento de personal obrero		
	Personal calificado (hh)	hh	53050
	Personal no calificado (hh)	hh	27500
	Total de personal a emplear (hh)	hh	80550
	Requerimiento de equipos		
	Tractor D6G	und.	1.00
	Tractor D8R	und.	1.00
	Motobomba 6"	und.	2.00
	Excavadora 322B	und.	1.00
	Cargador frontal 950F	und.	2.00
	Rock drill 642-HC 11	und.	1.00
	Motoniveladora 140B	und.	1.00
	Rodillo de tiro Dynapac CA-25	und.	1.00
	Cisterna	und.	1.00
	Volquete 12 m3	und.	6.00
	Revestidora GOMACO	und.	0.00
	Camión Mezclador de Concreto 7m3 NL-10	und.	2.00
4.00	Parámetros de tiempo		
	Modulo de ciclicidad y paso		
	Cad. Especializada Movimiento de tierras	día	var.
	Cad. Especializada Estructuras	día	1.00
	Cad. Especializada Acabados	día	var.
	Ritmo de trabajo		
	Cad. Especializada Movimiento de tierras	m/día	65.00
	Cad. Especializada Estructuras	m/día	49.00
	Cad. Especializada Acabados	m/día	65.00
5.00	Periodos		
	Periodo de crecimiento	día	101.00
	Periodo estabilizado	día	n.p.
	Periodo de decrecimiento	día	101.00
6.00	Ciclos tecnológicos y de producción		
	Duración del ciclo tecnológico	día	101.00
	Duración del ciclo de producción	día	118.00
	Duración del periodo de salida del producto terminado	día	63.00
	Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo tecnologico	und.	N.E.
	Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo de producción	und.	N.E.
7.00	Indices de la Organización en cadena		
	Uniformidad de la cadena	und.	n.e.
	Productividad de la cadena	und.	0.72
	Consumo de tiempo en la unidad de producción	und.	1.39
	Uniformidad del consumo de recursos	und.	n.e.

TABLA N° 26
Requerimiento de Recursos- Conduco Cubierto

REQUERIMIENTO DE RECURSOS- CONDUCTO CUBIERTO

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personal Calificado										
Capataz	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0
Operario	1	30	30	30	19	1	2	0	0	0
Oficial	0	16	16	17	7	1	0	0	0	0
Operadores	4	8	8	4	6	2	4	0	0	0
Personal no Calificado										
Peón	4	23	23	25	24	8	5	0	0	0
TOTAL PERSONAL	10	79	79	77	57	13	12	0	0	0
HORAS HOMBRE TOTAL	2500	19750	19750	19250	14250	3250	1800	0	0	0

No se tomó el avance de la obra de acuerdo al orden ascendente de las progresivas, debido a que era necesario enfrentar en primer lugar el tramo central, ya que el caudal del río podría incrementarse debido a las lluvias.

Con respecto al equipo a emplear en obra mostramos que necesitaremos el estándar, sin necesidad de incrementarlo durante el tiempo que dure la ejecución de trabajos.

Con respecto a la mano de obra podemos afirmar que la organización de las cadenas permite un adecuado uso del mismo, así es como en los meses 2,3 y 4 tendremos el mayor número de elementos, y en los 3 últimos meses el personal a requerir será el mínimo como finalizar la totalidad de trabajos.

Respecto a los índices de organización diremos que tanto el que mide la uniformidad de la cadena como la del consumo de recursos no se pueden presentar, debido a que no se presenta tiempo estabilizado. A pesar de ello el trabajo está bien organizado, consiguiendo labores en simultáneo, con ello conseguimos disminuir los tiempos de ejecución.

El periodo estabilizado se denomina al tiempo donde no ingresarán ni saldrán cuadrillas a la obra. Llegar a completar esto resulta muy conveniente para el control, y para lograrlo es necesario que exista suficiente volumen de trabajo y que los ritmos de trabajo estén lo suficientemente nivelados. Obviamente nuestra limitación de frente de trabajo no permite obtener este tiempo, pero a pesar de ello la organización en cadena mantiene su vigencia, y es más esta puede ser aplicada a todo tipo de obra civil.

2.2 DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

Los diques de encauzamiento se desarrollan entre los límites de las progresivas 71+136.37 y 71+436.37, por ello no dependerá del avance del canal trapecial pero sí en parte del conducto cubierto tramo central ya que este pasa por encima del mismo. Es por ello la justificación de comenzar por la zona central nuestra construcción del conducto cubierto.

Observando las cadenas que inicialmente se tomaron en cuenta para la ejecución del trabajo, observamos que la cuadrilla de limpieza y desbroce estaba

demasiado acelerada, además esta tarea puede ser ejecutada por la misma que procederá a realizar la excavación de plataforma para los diques. Aquí por lo tanto ya tenemos un ahorro de personal y equipo (ver tabla N° 18).

El tiempo de ejecución de los diques de encauzamiento es de 87 días hábiles. Como se podrá apreciar la cuadrilla de excavación de caja y de enrocado de protección serán necesariamente incrementadas al doble, para poder continuar con el ritmo impuesto por la excavación de plataforma y conformación de terraplén. Como vemos en el gráfico del ciclograma el requerimiento de esta doble cuadrilla será por dos meses como máximo. Como estamos habilitando frentes de trabajo hemos dispuesto que una vez concluido todo el movimiento de tierras en el conducto cubierto, los equipos pasen a la ejecución inmediata de los diques de encauzamiento. Como ya contamos con una excavadora 322B para realizar las labores, sería conveniente pensar en el alquiler de otra excavadora de similares características, para que de esta manera no nos resulte caro solicitar maquinaria a la matriz sólo por dos meses de trabajo.

No mencionamos dentro de los trabajos la extracción de la materia prima (roca), ya que esta labor a sido ampliamente analizada en el análisis de partidas ejecutado en el capítulo II. Además esta es una tarea previa que no agrega valor al producto final , y por ello no puede ser considerado dentro de las labores para colocarlo como parte de las cadenas de producción.

También debemos considerar que es necesario para estas actividades que los frentes de trabajo estén distancias adecuadamente, es por ello que las tareas se han iniciado de tal manera de tener frentes separados convenientemente para la ejecución de los mismos.

TABLA N° 27
Parámetros e Índices de Diques de Encauzamiento

DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

PARAMETROS E INDICES

N°	DESCRIPCION	UND.	CANT.
1.00	Tiempo de ejecución de la cadena objeto	días	87
2.00	Parámetro de espacio (m)		
	m: N° de unidades en que se ha dividido la producción	días	52
3.00	Parámetros tecnológicos		
	No de cadenas especializadas	und.	2
	Pc: volumen de trabajo (ml)	und.	2300
	I: intensidad de producción de la cadena especializada	und.	26.44
	Requerimiento de personal obrero		
	Personal calificado (hh)	hh	7610
	Personal no calificado (hh)	hh	7730
	Total de personal a emplear (hh)	hh	15340
	Requerimiento de equipos		
	Tractor D6G	und.	1.00
	Tractor D8R	und.	1.00
	Motobomba 6"	und.	0.00
	Excavadora 322B	und.	2.00
	Cargador frontal 950F	und.	2.00
	Rock drill 642-HC 11	und.	1.00
	Motoniveladora 140B	und.	1.00
	Rodillo de tiro Dynapac CA-25	und.	1.00
	Cisterna	und.	1.00
	Volquete 12 m3	und.	6.00
	Revestidora GOMACO	und.	0.00
	Camión Mezclador de Concreto 7m3 NL-10	und.	0.00
4.00	Parámetros de tiempo		
	Modulo de ciclicidad y paso		
	Cad. Especializada Movimiento de tierras	día	1.00
	Cad. Especializada Acabados	día	1.00
	Ritmo de trabajo		
	Cad. Especializada Movimiento de tierras	m/día	50.00
	Cad. Especializada Acabados	m/día	40.00
5.00	Periodos		
	Periodo de crecimiento	día	52.00
	Periodo estabilizado	día	n.p.
	Periodo de decrecimiento	día	39.00
6.00	Ciclos tecnológicos y de producción		
	Duración del ciclo tecnológico	día	39.00
	Duración del ciclo de producción	día	52.00
	Duración del periodo de salida del producto terminado	día	48.00
	Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo tecnologico	und.	300
	Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo de producción	und.	300
7.00	Indices de la Organización en cadena		
	Uniformidad de la cadena	und.	n.e.
	Productividad de la cadena	und.	0.60
	Consumo de tiempo en la unidad de producción	und.	1.67
	Uniformidad del consumo de recursos	und.	n.e.

TABLA N° 28

Requerimiento de Recursos- Diques de Encauzamiento

REQUERIMIENTO DE RECURSOS- DIQUES DE ENCAUZAMIENTO

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personal Calificado										
Capataz	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Operario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oficial	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Operadores	6	8	5	2	0	0	0	0	0	0
Personal no Calificado										
Peón	5	13	11	4	0	0	0	0	0	0
TOTAL PERSONAL	13	25	20	7	0	0	0	0	0	0
HORAS HOMBRE TOTAL	3250	6250	5000	840	0	0	0	0	0	0

La tarea de excavación de plataforma podrá asumir también si fuese necesario parte del tiempo asignado para el encauzamiento del río en caso de ocurrir crecida del mismo por incremento de las lluvias en época de verano.

Con respecto a la mano de obra diremos que se concentra la mayor parte en los dos meses posteriores al comienzo de los diques de encauzamiento. Cabe destacar que estos trabajos dependerán mucho de la habilidad de los operadores, ya que la mano de obra participa en un 20 % de la labor total, mientras que el trabajo con máquinas es lo predominante en esta labor.

También habría que tener en cuenta si se tiene algún tipo de seguro de protección de obras en ejecución, en caso que el cauce del río incremente considerablemente y dañe los diques en plena constitución, dicho sea de paso son los elementos más vulnerables a ser maltratados en caso de ocurrir lo antes mencionado.

Respecto a los índices de organización diremos que tanto el que mide la uniformidad de la cadena como la del consumo de recursos no se pueden presentar, debido a que no se presenta tiempo estabilizado. A pesar de ello el trabajo esta bien organizado, consiguiendo labores en simultáneo, con ello conseguimos disminuir los tiempos de ejecución como en el caso del conducto cubierto. Esto también es consecuencia de tener un frente de trabajo limitado.

Como se puede apreciar, nuevamente es posible organizar las labores por medio de cadenas de construcción, es más en labores que implican uso de maquinaria pesada puede incluso lograrse altos niveles de productividad, porque mecanizamos la producción.

2.3 CANAL TRAPECIAL

Como el volumen de trabajo referente a los canales es pequeño (tiempo de ejecución 72 días hábiles ver tabla N° 29), esta cadena se desarrollará en un tiempo muy corto. La cadena particular de movimiento de tierras seguirá trabajando de acuerdo al ritmo establecido inicialmente tanto para el conducto cubierto, como para los diques de encauzamiento. La cadena mencionada

abarcará los trabajos de corte y conformación de plataforma. De igual manera al caso anterior, se está habilitando la ejecución de este frente en el preciso instante en que los equipos de movimiento de tierras terminen de ejecutar sus trabajos en los diques de encauzamiento. A medida que vamos ejecutando la cadena de movimiento de tierras, estamos abriendo frente para la ejecución de las obras de arte. Visto que son 9 estructuras las que presentaron finalmente, vemos que será necesario tener 3 cuadrillas de movimiento de tierras, trabajando simultáneamente para poder finalizar en los tiempos estipulados. Hay que recordar que los rendimientos de mano de obra en caso de obras de arte es mucho menor que en elementos estructurales de formar rectangular, esto por la complejidad de la estructura en sí, así como por el tamaño, mientras más pequeño, el espacio para que laboren los trabajadores será reducido y podría generarse problemas durante la construcción. Entonces se sugiere optar por la subcontratación de estas labores, para evitar de esta manera incrementar nuestros costos. De esta manera, incrementaremos los volúmenes de vaciado que se verían reducidos considerablemente si son ejecutados independientemente uno a continuación del otro.

Aquí los ritmos y rendimientos han sido nivelados al del vaciado del canal trapecial, por ello se ha de incrementar las cuadrillas de refine de talud y compactación de canal en el doble. Como la sección del canal es pequeña considerando secciones mucho mayores como la del Proyecto Chavimochic por ejemplo, en este Proyecto no es necesario estar revistiendo la losa piso y los taludes por separado. La mecánica de trabajo es de revestir medio perímetro.

TABLA N° 29
Parámetros e Índices de Canal Trapecial

CANAL TRAPECIAL CC1 Y CC1-A

PARAMETROS E INDICES

N	DESCRIPCION	UND.	CANT.
1.00	Tiempo de ejecución de la cadena objeto	días	72
2.00	Parámetro de espacio (m) m: N° de unidades en que se ha dividido la producción	días	59
3.00	Parámetros tecnológicos No de cadenas especializadas Pc: volumen de trabajo (N° de paños) I: intensidad de producción de la cadena especializada	und. und. und.	3 326 4.53
	Requerimiento de personal obrero Personal calificado (hh) Personal no calificado (hh) Total de personal a emplear (hh)	hh hh hh	10190 13780 23970
	Requerimiento de equipos Tractor D6G Tractor D8R Motobomba 6" Excavadora 322B Cargador frontal 950F Rock drill 642-HC 11 Motoniveladora 140B Rodillo de tiro Dynapac CA-25 Cisterna Volquete 12 m3 Revestidora GOMACO Camión Mezclador de Concreto 7m3 NL-10	und. und. und. und. und. und. und. und. und. und. und. und.	1.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 6.00 1.00 2.00
4.00	Parámetros de tiempo Modulo de ciclicidad y paso Cad. Especializada Movimiento de tierras Cad. Especializada Estructuras Cad. Especializada Acabados	día día día	var. 1.00 1.00
	Ritmo de trabajo Cad. Especializada Movimiento de tierras Cad. Especializada Estructuras Cad. Especializada Acabados	ml/día ml/día ml/día	65.00 49.00 65.00
5.00	Periodos Periodo de crecimiento Periodo estabilizado Periodo de decrecimiento	día día día	55.00 n.e. 24.00
6.00	Ciclos tecnológicos y de producción Duración del ciclo tecnológico Duración del ciclo de producción Duración del periodo de salida del producto terminado Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo tecnologico Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo de producción	día día día und. und.	55.00 59.00 17.00 n.e. n.e.
7.00	Indices de la Organización en cadena Uniformidad de la cadena Productividad de la cadena Consumo de tiempo en la unidad de producción Uniformidad del consumo de recursos	und. und. und. und.	n.e. 0.82 1.22 n.e.

TABLA N° 30

Requerimiento de Recursos- Canal trapezoidal

REQUERIMIENTO DE RECURSOS- CANAL TRAPEZIAL CC1 Y CC1-A

MANO DE OBRA

DESCRIPCION	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personal Calificado										
Capataz	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Operario	0	8	11	0	0	0	0	0	0	0
Oficial	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Operadores	4	9	7	0	0	0	0	0	0	0
Personal no Calificado										
Peón	5	39	49	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL PERSONAL	13	62	72	0	0	0	0	0	0	0
HORAS HOMBRE TOTAL	3250	6320	14400	0	0	0	0	0	0	0

Tanto el refine como la compactación tendrán que avanzar al mismo ritmo ya que el terreno no puede ser dejado más de un día de realizada la labor, ya que por la humedad misma del material este puede malograrse, y habría que rehacer el trabajo.

El sellado de juntas correrá la misma suerte, así como la limpieza final del canal (aumentar una cuadrilla más). Como vemos al tener un frente de trabajo limitado los trabajos podrían ser ejecutados en un plazo no mayor de 20 días hábiles. Si tomamos personal exclusivamente para este trabajo puede que sea improductente. En tal sentido se vería la manera de mejorar la situación si subcontratáramos todas estas actividades, que en su mayoría demandarán mano de obra de personal no calificado (peones).

Como vemos en cuadro de requerimiento de recursos, el último mes es donde ingresa mayor cantidad de gente (ver tabla N° 30), lo cual no es lo ideal ya que su labor será ejecutada rápidamente. Por ello en el cuadro general de recursos del conducto, diques y canal no he tomado en cuenta el personal que ejecutará los trabajos desde la cadena C²⁸ al C³⁴, los cuales deberán ser tomados por subcontrato para evitar de esta manera el aumento de los costos de producción.

Durante el análisis que se ejecutó para la confección de este ciclograma, se tomó en consideración reducir el rendimiento del vaciado de canal, para ello habría que realizar la operación de manera artesanal lo cual tampoco sería conveniente, por ser una actividad que tendría que ser demasiado lenta, y perjudicaría en costos tanto al contratista como al subcontratista al mantener personal que puede revestir a mayor velocidad.

Con respecto a la maquinaria a emplear se esta abriendo el frente una vez finalizado los diques, para de esta manera seguir aprovechando la continuidad que han obtenido las máquinas durante la ejecución del anterior frente de trabajo. En el caso de la excavación de caja sólo se va a requerir una excavadora 322B, Un cargador Frontal y el Tractor D6G.

Es evidente que los índices de organización no se presentan, debido a que no se presenta tiempo estabilizado. A pesar de ello el trabajo esta bien organizado, consiguiendo labores en simultáneo, y para ello ha sido necesario realizar una adecuada sectorización de obra.

2.4 CONDUCTO CUBIERTO, DIQUES DE ENCAUZAMIENTO Y CANAL TRAPEZIAL

Como ya vimos anteriormente la cadena predominante en el tiempo es la del conducto cubierto, por ello los trabajos de conformación de diques y canal trapezial deberán estar limitados en el tiempo de desarrollo del conducto cubierto. Una vez organizado la totalidad de los trabajos estamos obteniendo un período de ejecución de 183 días hábiles (ver tabla N° 31). No se presenta un tiempo estabilizado por tener un frente limitado, pero de todas formas organizar las tareas a manera de cadena cumple el objetivo cabal de optimizar las variables de costo, tiempo, recursos y materiales, que dependan del manejo interno y dirección de la obra.

De esta manera también buscamos realizar entregas parciales de obra en fechas más tempranas, con el objeto de obtener los beneficios económicos de la forma inmediata (reducir costos, reducción de tiempo, movilización adecuada de recursos humanos y equipos y minimizar los tiempos de espera o tiempos muertos).

Otro objetivo de organizar de esta manera las tareas es la de buscar que se presenten trabajos simultáneos entre trabajos diversos con el fin de minimizar los tiempos de ejecución y maximizar la duración de las cadenas particulares.

TABLA N° 31
Parámetros e Índices de Canal Trapecial

CADENA OBJETO CONDUCTO CUBIERTO, CANAL Y DIQUES

PARAMETROS E INDICES

N	DESCRIPCION	UND.	CANT.
1.00	Tiempo de ejecución de la cadena objeto	días	183
2.00	Parámetro de espacio (m) m: N° de unidades en que se ha dividido la producción	días	118
3.00	Parámetros tecnológicos No de cadenas especializadas Pc: volumen de trabajo ml I: intensidad de producción de la cadena especializada	und. und. und.	3 2586.69 14.13
	Requerimiento de personal obrero Personal calificado (hh) Personal no calificado (hh) Total de personal a emplear (hh)	hh hh hh	68050 48250 116300
	Requerimiento de equipos Tractor D6G Tractor D8R Motobomba 6" Excavadora 322B Cargador frontal 950F Rock drill 642-HC 11 Motoniveladora 140B Rodillo de tiro Dynapac CA-25 Cisterna Volquete 12 m3 Revestidora GOMACO Camión Mezclador de Concreto 7m3 NL-10	und. und. und. und. und. und. und. und. und. und. und. und.	1.00 1.00 2.00 2.00 2.00 1.00 1.00 1.00 1.00 6.00 1.00 2.00
4.00	Parámetros de tiempo Modulo de ciclicidad y paso Cad. Especializada Conducto cubierto Cad. Especializada Diques de encauzamiento Cad. Especializada Canal trapecial	día día día	1.00 1.00 1.00
	Ritmo de trabajo Cad. Especializada Conducto cubierto Cad. Especializada Diques de encauzamiento Cad. Especializada Canal trapecial	ml/día ml/día ml/día	50.00 40.00 75.00
5.00	Periodos Periodo de crecimiento Periodo estabilizado Periodo de decrecimiento	día día día	101.00 58.00 24.00
6.00	Ciclos tecnológicos y de producción Duración del ciclo tecnológico Duración del ciclo de producción Duración del periodo de salida del producto terminado Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo tecnologico Frente tecnologico minimo para desarrollar el ciclo de producción	día día día und. und.	101.00 118.00 82.00 N.E. N.E.
7.00	Indices de la Organización en cadena Uniformidad de la cadena Productividad de la cadena Consumo de tiempo en la unidad de producción Uniformidad del consumo de recursos	und. und. und. und.	0.32 0.64 1.55 0.66

TABLA N° 32

Requerimiento de Recursos- Cadena Objeto

REQUERIMIENTO DE RECURSOS- CADENA OBJETO CONDUCTO, DIQUES Y CANAL

MANO DE OBRA - OPCION 1

DESCRIPCION	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personal Calificado										
Capataz	1	2	2	2	2	2	2	1	0	0
Operario	1	30	30	30	19	2	11	3	0	0
Oficial	0	16	16	20	10	4	6	2	0	0
Operadores	4	8	11	12	14	7	11	2	0	0
	6	56	59	64	45	15	30	8	0	0
Personal no Calificado										
Peón	4	23	25	34	37	22	54	12	0	0
TOTAL PERSONAL	10	79	84	98	82	37	84	20	0	0
HORAS HOMBRE TOTAL	2500	19750	21000	24500	20500	9250	16800	2000	0	0

REQUERIMIENTO DE RECURSOS- CADENA OBJETO CONDUCTO, DIQUES Y CANAL

MANO DE OBRA- OPCION 2

DESCRIPCION	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personal Calificado										
Capataz	1	2	2	2	2	2	2	1	0	0
Operario	1	30	30	30	19	2	3	3	0	0
Oficial	0	16	16	20	10	4	2	2	0	0
Operadores	4	8	11	12	14	7	7	2	0	0
	6	56	59	64	45	15	14	8	0	0
Personal no Calificado										
Peón	4	23	25	34	37	22	8	12	0	0
TOTAL PERSONAL	10	79	84	98	82	37	22	20	0	0
HORAS HOMBRE TOTAL	2500	19750	21000	24500	20500	9250	4400	2000	0	0

TABLA N° 33

Requerimiento de Recursos- Maquinaria en Obra

REQUERIMIENTO DE RECURSOS

MAQUINARIAS EN OBRA

DESCRIPCION	MESES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tractor D6G	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Tractor D8R	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Motobomba 6"	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
Excavadora 322B	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0
Cargador frontal 950F	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0
Rock drill 642-HC 11	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Motoniveladora 140B	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Rodillo de tiro Dynapac CA-25	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Cisterna	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
Volquete 12 m3	6	6	6	6	8	8	6	6	0	0
Revestidora GOMACO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Camión Mezclador de Concreto 7m3 NL-10	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0

Abrimos frentes de trabajo para los diques de encauzamiento, una vez finalizado los trabajos de movimiento de tierras en el conducto cubierto, y para el canal trapecial haremos lo mismo una vez culminado los trabajos en los diques. Así evitamos la concentración de equipos en obra, ya que por las limitaciones económicas sólo se iba a trabajar con el equipo estándar disponible.

Con esta forma de organización se muestra el camino a seguir, por ello es necesario que el plan responda a la voluntad, capacidad y experiencia de la empresa y de su personal con la finalidad de realizar una adecuada gestión y control de obra para ir mejorando el plan, corrigiendo sus defectos, variaciones e imprevistos.

Los cuadros de recursos de mano de obra (ver tablas N° 32 y N° 33 respectivamente) y equipo muestran la distribución total de los mismos a lo largo de todas las operaciones involucradas en la obra.

II. ORGANIZACIÓN DE LOS TRABAJOS A TRAVÉS DEL LEAN CONSTRUCTION

Esta labor se realiza a través del tren de actividades. Esta viene a ser una herramienta que ayuda a los ingenieros de obra a esquematizar y administrar el detalle de la secuencia constructiva de estos elementos o partidas. Su uso es fundamental sobretodo en la etapa inicial de la obra cuando se tienen que diseñar los procesos constructivos a usar. Como podemos ver inicialmente en la obra del cruce del río Nepeña se estuvo utilizando estos aspectos, pero sólo se limitaron a confeccionarlos en los trabajos que involucraba el conducto cubierto y canal de descarga, más no fueron analizados los diques y canal trapecial. Como la experiencia enseña, se observó que una vez que se comprobó que la programación inicial no se cumplía, se abandonó por completo el plan original, originando esto nuevas programaciones y buscando nuevas formas de afrontar la obra. Esto ocasiona que la obra se vuelva en un trabajo errático y se interrumpen labores ya comenzadas, logrando con esto perdidas de horas hombre y maquina empleadas en labores que se cortaron bruscamente. De igual manera su productividad será baja por haber sido limitado su frente de trabajo.

Se analizaron y conformaron trenes de actividades para la ejecución del conducto cubierto, este se determinó que sea en tres etapas y cada una comenzaría una a continuación de otra pero finalizando la totalidad de los trabajos. Si bien el personal que se utilizó no paso de las 70 personas por fase de conducto, cada vez que se iba cerrando el frente como por ejemplo el encofrado de muros laterales, se tenía que liquidar a los carpinteros que quedaban en demasía para no inflar demasiado la cuadrilla de carpinteros encofradores de losa techo, que en número eran mucho menor. Por consiguiente la mano de obra se perdía muy temprano (al mes y medio), no logrando su continuidad. De igual manera la cuadrilla de vaciado de concreto resultaba ser compuesta por obreros que cumplían múltiples actividades, los cuales eran juntados al momento del vaciado de forma exclusiva.

Otro problema observado fue que no existió una sectorización adecuada al momento de establecer los frentes de trabajo. Si bien se inicio en simultáneo las obras del conducto cubierto entre las progresivas 71+136.37 y 71+436.37 con los diques, se determinó que primero se debía finalizar la estructura correspondiente al tramo comprendido entre las progresivas 70+790 al 71+136.37. Esta orden implicaba emplear el mismo número de personas que venían ejecutando el conducto cubierto en la construcción del aliviadero. Como hemos mencionado anteriormente en este fase se puede prescindir de mano de obra por ser un frente pequeño, por ello se perdía la oportunidad de continuar con el conducto con la misma gente, y los estamos liquidando por exceso de personal en obra, medida que tuvo que ser ejecutada porque se pudo comprobar ampliamente al realizar la Carta Balance respectiva del mes de febrero.

La tarea de afirmado se dio por subcontrato, pero por tramos muy pequeños, que si hubiera sido ejecutado por nuestros equipos, se habría trabajado a pérdida, ya que el frente era tan corto que no permitía optimizar la productividad de la actividad. Aquí podemos hacernos una auto crítica en la que vemos que los subcontratistas recibían los trabajos más por necesidad de trabajar, y no se pensaba en el rendimiento que pudiesen tener los mismos para realizar un trabajo justo.

Otro problema que se generó fue el no presentar un plan de contingencias, lo cual generó que se habilite de manera "apurada" frentes de trabajo, como fue la ejecución del tramo de canal trapecial comprendido entre las progresivas 70+540 al 70+790, tramo que estaba más cercano al frente de trabajo. Como se puede observar en el lookahead (ver anexos) esta actividad hasta fue re programada 2 semanas consecutivas, ya que no se tuvieron que dar las condiciones necesarias para trabajar en el frente mencionado.

Otra crítica que se puede observar al momento de ejecutar estos trabajos fue de que al momento que iban concluyendo sus frentes de trabajo no existía otro frente donde colocarlos. Como sabemos si una cuadrilla va realizando un trabajo repetitivo, vamos a lograr que se especialicen en ello , elevando el nivel de productividad. En caso que no logremos esto mermamos su capacidad real, perdemos al personal ya entrenado y perdemos ritmo de trabajo. Esto ocurrió con la cuadrilla de encofradores, colocación de tuberías, sellado de juntas y resanes de concreto. Para evitar perder al personal se cargaba esta gente a otras partidas, lo cual incrementa el presupuesto generando pérdidas.

III. SIMILITUDES ENTRE AMBOS SISTEMAS DE ORGANIZACIÓN

Entre los conceptos que podemos señalar como similares entre ambos sistemas (tanto el tren de actividades como la cadena de construcción) , están:

- En la etapa de planeamiento ambos métodos buscan dividir el proyecto por sectores que contengan elementos de características similares. Este aspecto es muy importante y tal vez sea uno de los principales factores del cual si no es bien analizado se tendrá un rotundo fracaso en la programación general de la obra.

- El método de la cadena tiene por objetivo que cada sector debe ser dividido a su vez en subsectores de manera de conseguir repetición en los trabajos y aprovechar curvas de aprendizaje, así mismo una visualización integral del movimiento de cuadrillas, mano de obra y equipos.
- Basándose en la capacidad de producción de cada cuadrilla (así como en las actividades asignadas en la planificación semanal) se procede a asignar los volúmenes de trabajo que completen dicha capacidad de producción. Dicho en otras palabras habrá que nivelar las cuadrillas.
- Mediante el método de la cadena podemos ir visualizando con anticipación los tiempos y fechas de inicio, parcial y final de las actividades, evitando de esta forma que el establecimiento o estimación de tiempo y fechas de inicio de otras labores no dependan demasiado de la experiencia de los encargados de gerenciar la obra.
- Estos métodos a diferencia de otras técnicas de programación CPM, están basados en lograr producciones similares para cada día en cada cuadrilla. En este sentido, se logra eliminar las holguras, que por definición son una pérdida.
- En ambos métodos podemos realizar desmembramientos de los procesos de tal manera que se pueda asignar el trabajo a actividades puntuales o cadenas particulares según sea el caso, para poder controlar mejor la obra en general.
- Ambos métodos permiten que se presenten trabajos diversos de forma simultánea, lo cual permite la concentración de trabajo en áreas más pequeñas, facilitando el control físico de la obra.

IV. DIFERENCIAS ENTRE AMBOS SISTEMAS DE ORGANIZACIÓN

- El método de la cadena no va a permitir hacer un control adecuado de la obra ya que no se puede establecer un análisis Costo-Tiempo, además no controla de manera apropiada los tiempos muertos o improductivos.
- En el método de la cadena todas las actividades pasan a ser críticas, y nuestra preocupación es que una actividad avance demasiado rápido a otra, ocasionando que se quede sin frente de trabajo o colisiones entre los mismos. Con este fin se calculan los acercamientos u holguras que se puedan dar en caso que las tareas denominadas pesadas tengan una duración más lenta a la prevista, además en el cálculo del mismo ya estamos asumiendo holguras con los coeficientes de castigo asignados.
- Mientras que en el tren de actividades y lookahead se va generando una secuencia constructiva diariamente, con el fin de corregirlo a lo largo de la obra, en la programación en cadena podemos visualizar los principales problemas al generar nuestro ciclograma de trabajo, y ver en que punto estamos fallando.
- Las programaciones semanales son basadas en la planificación general por hitos, y en las actividades que sean aprobadas mediante la lista de chequeo del lookahead planning, se genera una planificación detallada de las actividades a realizar la siguiente semana. La planificación semanal, además, sirve como marco de referencia para la generación de planificaciones diarias horarias. Visto esto, si iniciamos con una organización correcta del trabajo como la organizada por el método de la cadena, no tendremos inconvenientes en las programaciones semanales y diarias. Incluso en esta tarea sería necesario la participación de los maestros generales y capataces de obra, con el fin de proporcionarles las herramientas necesarias para que ellos sean los que confeccionen estos ciclogramas semanalmente para cada frente de trabajo al que estén asignados.

- En el tren de actividades una misma cuadrilla puede realizar tres operaciones con el fin de disminuir los tiempos muertos. Por ello es más exigente en el manejo de cuadrillas y disminución de tiempos muertos.
- Los planes generales de obra se siguen generando a través de la teoría del PERT –CPM y esta siendo plasmada en los lookaheads de las programaciones semanales. Se plantea entonces que ingrese la programación en cadena en la organización general de la obra, para que a partir de aquí los lookaheads sean elaborados con un nuevo enfoque en donde se han tomado las restricciones posibles para realizar un mejor manejo de la obra.
- El tren de actividades viene a ser un método estresante y requiere que se defina una política de incentivos en función a la productividad.
- El tren de actividades no maneja un análisis Costo - Tiempo, por lo que se requiere a nivel macro el apoyo de una red de trabajo como el CPM.
- Lo que en realidad deberíamos conseguir con una red de trabajo de apoyo a nivel macro como el CPM es la de manejar los análisis de costo –tiempo, que nos permitan manejar alternativas para trabajar con el costo mínimo y tiempo óptimo, que no nos proporciona la organización en cadena y el tren de actividades.

V. MEJORAS ENTRE AMBOS SISTEMAS

- En vista que el ciclograma presente una organización general, a partir de este punto podremos tomar nuestras horizontes o hitos de trabajo de 4 a 5 semanas para confeccionar nuestro lookahead, y de esta manera lograr porcentajes de cumplimiento del orden del 100 %, con ello aseguramos la confiabilidad que necesitamos en un sistema de planificación. Es más se puede esquematizar el avance semanal en ciclogramas más pequeños de acuerdo a las necesidades para que de esta manera se visualice mejor el avance de la obra.

- Una vez ajustada la planificación de corto plazo haciendo uso del ciclograma como organización de toda la obra, las programaciones semanales y las planificaciones diarias, es necesario pasar al segundo paso en el mejoramiento de la productividad. Este está relacionado a las mediciones del trabajo. Las mediciones permiten determinar con gran profundidad el diseño de los métodos constructivos a utilizar, así como cuantificar en cada cuadrilla el porcentaje de TP, TC y TNC.
- Implementar el apoyo con el uso de un software (Project 2000, Primavera Project Planner, etc), para un análisis a nivel macro de una red de trabajo tipo CPM, la cual será una referencia muy importante cuando queramos información del tiempo Costo – Tiempo.
- Si queremos mejorar nuestros niveles de productividad debemos implementar las herramientas de control en la producción, como en este trabajo que utilizamos el **COSEPRO** y el **COSEMO** en el presente trabajo.
- Uno de los objetivos de organizar la obra será estudiar a fondo los procesos constructivos de cualquier actividad de la obra, permitiendo lograr un mejor entendimiento y manejo de las secuencias que componen cada proceso conduciendo a obtener procesos constructivos optimizados. Por el método de la cadena se puede visualizar esto con mucha anticipación, e incluso se plantea su ejecución inmediata a las actividades que componen una obra en particular.
- El sistema de planificación viene a ser la llave para mejorar el flujo de trabajo, y por ende incrementa la fiabilidad del sistema. Es necesario mejorar ello por medio del método de la cadena, en la organización de los procesos constructivos.

CONCLUSIONES

EN RELACIÓN AL LEAN PRODUCTION:

1. Los principios que rigen este sistema se rigen sobre la base de dos aspectos presentes en todo sistema de producción: conversiones y flujos. Mientras que todas las actividades demandan **costos y consumo en tiempo**, sólo las actividades de conversión añaden valor a los recursos (materiales e instrucciones) que están siendo transformadas en un producto. Así el mejoramiento de las actividades de flujo que no añaden valor (inspección, esperas, movimientos) a través de los cuales se ligan las actividades de conversión, debe enfocarse en la reducción o eliminación de las mismas, mientras que en las actividades de conversión deben efectuarse diseños más convenientes, controles y mejoramientos de las actividades de construcción.
2. La administración de obras que se ha llevado hasta el momento ha considerado sólo conversiones, o todas las actividades tratadas como si todas ellas fueran conversiones que agregan valor. Debido a que estos principios de administración de los procesos de flujo no han sido controlados o mejorados, se ha llevado a complejos, inciertos y confusos procesos de flujo, expansión de actividades que no agregan valor y la reducción del valor del producto.
3. Los flujos de material o información son la unidad básica de análisis de la nueva filosofía de producción, cuyas características son tiempo, costo y valor.

4. En la filosofía de producción se combina 3 puntos de vista diferentes:
 - La producción es una conversión de insumos a productos (enfoque tradicional).
 - La producción es un flujo logístico (enfoque Just Time).
 - La producción es una generación de valor a través de los requerimientos del cliente (enfoque de calidad).

5. Esta filosofía apunta al mejoramiento continuo de los procesos productivos a través de reducción de perdidas y un incremento del valor.

EN RELACIÓN AL LEAN CONSTRUCTION:

1. Para aplicar la filosofía de Lean Production a la construcción deben realizarse algunos cambios dado que se busca transformarla de un simple flujo de procesos a un grupo jerárquico de flujos generadores de valor y logro de metas , es decir hacer más con menos recursos. Esto daría como resultado reducciones sustanciales del número de defectos, tiempo de duración del proyecto y la ocurrencia de accidentes.

2. Los principios que rigen la filosofía del Lean Construction son:
 - Minimizar y manejar la variabilidad e incertidumbre en la construcción. La construcción no presenta procesos industriales, todos los proyectos de construcción son distintos, por eso es lógico pensar que la construcción presenta una variabilidad natural, pero también se debe reconocer que mucha de la variabilidad que presenta se debe a la forma como administramos el trabajo, por lo que aquí es donde debemos enfocarnos.

 - Mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo aprendiendo a asignar sólo tareas que cumplen criterios de calidad.

 - Estructurar las secuencias de trabajo considerando holguras, ya sea de tiempo, recursos o inventarios que garanticen la confiabilidad del sistema.

-
- Preferir los sistemas que “jalan” a los “empujan”. Podemos aclarar este concepto de la siguiente forma: si programamos trabajo para la semana, considerando lo que debemos hacer sin considerar lo que podemos hacer, estamos trabajando bajo un sistema que “empuja”, mientras que si programamos trabajos considerando lo que podemos por sobre lo que debemos estamos en un sistema que “jala”.
 - Aprender sistemáticamente de la experiencia.
3. La Productividad viene a ser la medida de eficiencia con los que los recursos (personal, materiales, equipos y herramientas y lugar de trabajo) son administrados para completar un producto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.
 4. En la industria de la construcción, los principales recursos utilizados son los materiales, la mano de obra y la maquinaria y equipos, lo cual hace posible hablar de productividad independientemente para cada uno de ellos. La mano de obra, es la más importante ya que sólo a través de ella es posible llevar a cabo el trabajo, que finalmente representa la acción de la administración dentro del sistema.
 5. Cuando la construcción es entendida como un flujo, la demanda por una mejor capacidad de manejo de gran cantidad de información es mayor. Esto significa la separación de la información que soporta un sistema de producción, con la producción en sí. Su aplicación en el nivel organizacional y operacional ofrece ventajas como por ejemplo simplificación, motivación, entendimiento rápido de la información y otros.
 6. Debido a que las empresas constructoras tiene pocos mecanismos visuales que inspiren, instruyan o motiven a sus trabajadores a realizar trabajos con mayor eficiencia, eficacia y seguridad es necesario el seguimiento y control de la productividad en obra.
 7. Es necesario que las empresas opten por enfrentar la competitividad de su trabajo con enfoques profesionales y con la aplicación de una serie de herramientas de aumento de la productividad, contribuyendo a que se

desbaraten los usos y abusos de algunas prácticas informales en nuestro medio.

8. El Lean Construction trata de entender los problemas físicos de la producción a nivel de las tareas, para luego diseñar los sistemas subsecuentes que cumplan con las condiciones planteadas inicialmente. Este concepto puede demostrar que dichos retrasos pueden ser debidos a los efectos combinados de dependencia y variación que trabajan a lo largo de un a cadena o flujo de producción. Para ello será necesario acercarnos a los problemas físicos que se presentan durante la construcción, para poder entender finalmente el origen de los problemas. Nosotros no podemos mejorar algo que no entendemos.

EN RELACIÓN A LOS PROCESOS DE PROGRAMACIÓN:

1. El proceso constructivo suele regirse por el sistema de planificación. En tal sentido, el sistema de planificación viene a ser la llave para mejorar el flujo de trabajo, y por ende incrementa la fiabilidad del sistema. Solamente tratando de cuantificar o medir la fiabilidad de los sistemas de planificación, podremos comprender la causa y efecto de los problemas “físicos” que surgen durante el proceso constructivo.
2. La confiabilidad que podemos obtener de una planificación general muy detallada es muy baja. La forma de trabajo innovadora plantea iniciar la obra, como una planificación general por hitos. Dicha planificación será mucha más sencilla y toma menor tiempo. El logro de objetivos parciales se obtendrá a través de planificaciones detalladas, de corto plazo (**Lookahead Planning**, planificaciones semanales, planificaciones diarias). Las planificaciones de corto plazo, comprenden planes de trabajo para un horizonte máximo de 5 semanas, y por lo general fluctúan entre 1 y 2 semanas. Dichas planificaciones van de acuerdo con la planificación general por hitos.

3. La planificación de un horizonte corto, nos permite lograr un porcentaje de cumplimiento del orden del 100%, es decir cumplimos efectivamente todas las actividades que planificamos para dicho periodo. De esta manera la obra se planifica con el detalle necesario, pero asegurando la confiabilidad que necesitamos de un sistema de planificación.
4. El mantener una alta confiabilidad (es decir lograr que el PPC se aproxime a 100%) en la programación llevará a:
 - Incrementar la confiabilidad del sistema.
 - Mejorar la productividad de la mano de obra y los equipos, ya que al asignar tareas más confiables se reducirán tiempos muertos, tiempos de espera, etc.
 - Obtener una mejor interacción entre las diferentes actividades.
5. La participación del tren de actividades dentro del proceso de programación permitirá:
 - Hacer las veces de un lookahead sólo de actividades.
 - Identificar fechas claves para el suministro de recursos importantes, ya sea ingreso de personal, alquileres de equipos, suministros de materiales, etc.
 - Obtener el programa semanal simplemente tomando de él una horizonte de una semana. Del mismo modo será sencillo obtener la programación diaria.
6. Estos métodos de planificación a diferencia de otras técnicas, las cuales que confunden programación con planificación, están basados en lograr producciones similares para cada día en cada cuadrilla. En este sentido, se logra eliminar las holguras, que por definición son una pérdida. El CPM es una técnica de programación que se basa en tener una ruta crítica y muchas rutas que no son críticas y que por ende presentan algún nivel de holgura. Las holguras son pérdidas, por lo tanto el CPM es un método que introduce pérdidas a la construcción. Por lo tanto se puede concluir que el CPM presenta errores conceptuales que lo invalidan como herramienta aplicable para los nuevos conceptos de gestión de operaciones.

RESPECTO A LOS SISTEMAS DE CONTROL DE OBRA :

1. Los reportes de producción, están orientados a evaluar constantemente los avances mensuales de la producción en campo, teniendo como base comparativa los metrados previstos para cada mes, los cuales provienen a su vez de un programa anual que ha sido corregido según las particularidades coyunturales presentadas para el mes específico a evaluar.
2. Entre las Herramientas de Control de producción que se usaron en el presente trabajo se tuvo el **Nivel General de Actividad y la Carta de Balance**. Estas sirvieron para detectar los porcentajes de trabajo productivo, contributorio y no contributorio en las diferentes áreas de trabajo. Así se realizaron 4 Niveles Generales de Actividad donde se puede concluir que las acciones tomadas en la administración de la obra aplicando los nuevos conceptos, trajo sus resultados al obtener tendencias crecientes de los niveles de trabajo productivo, y por consecuencia descendió los niveles de trabajo contributorio y no contributorio, llegando a valores de 40%, 40% y 20% respectivamente.
3. Otra herramienta que fue usada fue el **COSEPRO**, o Control Semanal de producción, el cual engloba al **COSEMO** (Control Semanal de Mano de obra), debido a que se realizaron también controles de los equipos en campo. Respecto a la mano de obra por cada partida analizada diremos:
 - La actividad de Concreto Reforzado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ha sido una de las que más variaciones ha presentado en los Ratios de Mano de Obra. Podemos observar al inicio del análisis una tendencia decreciente en lo referente al Rendimiento Acumulado de la Mano de Obra, sin embargo, ésta curva luego presenta una tendencia creciente (aproximadamente a inicios del mes de Junio) hasta el fin del periodo que comprende este análisis. Este cuadro refleja una tendencia constante en el año, ya que algo muy similar paso en los tres primeros meses del año. Cuando hubo la oportunidad de vaciar grandes volúmenes de concreto, el Rendimiento Semanal siempre fue por debajo del previsto. Este comportamiento comenzó a variar

desde que se terminó de vaciar el Canal de Descarga y el primer tramo del Conducto Cubierto. Es ahí donde se empieza con el vaciado del Aliviadero y del Regulador, por ello los volúmenes disminuyeron y lamentablemente se tardó en liquidar a un exceso de personal. Visto los problemas principales se opta por proponer un nuevo precio para las estructuras que necesiten un menor volumen de concreto o en sumo caso realizar un control especial a una cuadrilla que trabaje sólo por horas y que este adecuadamente dimensionada (ayudándose de herramientas de Control de Productividad como la Carta Balance).

- La actividad de encofrado mostró una tendencia mucho más estable en el Rendimiento Acumulado. Hubieron algunas ligeras variaciones en el Rendimiento Semanal, sobretodo cuando se pasa del primer tramo del Conducto Cubierto al Aliviadero y Regulador y en las Obras de Arte que empezaron a encofrarse desde inicios del mes de Junio. En el primer caso, en el Aliviadero y Regulador se presentó este problema sobretodo en la zona de las Compuertas por tratarse de un trabajo muy especial, donde evidentemente el Rendimiento no es igual que encofrar un simple muro de un paño del Conducto Cubierto. En lo que respecta a las Obras de Arte, la misma estructura no permite tener un importante metrado. Si cuando se trabajaba en el Conducto Cubierto se llegaba a encofrar mas de 1000 m² por semana, en las Obras de Arte a veces el metrado semanal no llega ni a superar los 100 m² semanales.
- La variación de los Ratios Semanales en la actividad acero de superficie ha presentado valores más altos que el Ratio Previsto sólo en cuatro oportunidades, por las mismas razones que influyeron que se tengan Ratios Altos en las actividades de Concreto y Encofrado (Construcción del Aliviadero, Vertedero y Obras de Arte). El Ratio Acumulado de la presente actividad siempre resultó ser inferior al Previsto.
- En la excavación de corte cerrado, en lo referente a Mano de Obra se obtuvo un costo mucho menor al previsto. La Cuadrilla estuvo por lo general compuesta por un capataz, dos a tres ayudantes y entre

dos a tres operadores a tiempo parcial (de la Retroexcavadora , el Tractor, y del Cargador Frontal). Los mencionados equipos fueron los necesarios para esta partida, resultando un costo también menor al previsto, además se usaron Volquetes para el transporte del material excavado, cuyo costo está incluido dentro de esta partida.

- En la excavación de plataforma de canal se tuvo un Costo en Mano de Obra menor al previsto, sin embargo, este Ratio fue mayor al del presupuesto. La Cuadrilla estuvo conformada por lo general por un Capataz, dos operadores (Cargador Frontal y Tractor D6G) y dos ayudantes. En lo que respecta al Equipo, este costo superó el Monto Previsto del Presupuesto, razón por el cual se obtuvo una pérdida de -1,119.61 Soles.

- La partida de excavación de caja de canal se analizó desde el 17/05 hasta el 25/07. En este lapso de tiempo se obtuvieron buenos rendimientos en lo que respecta a Mano de Obra y Equipos, donde principalmente se usaba la Retroexcavadora, sin embargo, al final del presente análisis se obtuvo una pérdida de 708.73 Soles, debido a la sobre excavación que se comenzó a realizar desde la progresiva 72+155 a la 72+290, y desde la Prog. 72+320 a la 72+490. Esta sobre excavación tiene en realidad un bajo volumen de excavación, y como todo el tramo mencionado ya había sido excavado casi en su totalidad, el análisis de Costo resultó con una tendencia decreciente en la utilidad acumulada desde finales del mes de Junio. La Sobre excavación que se ha realizado entre las progresivas 72+290 a la progresiva 72+155 y que queda por terminar en el tramo comprendido entre la Progresiva 71+810 y la 72+155 disminuye la producción de la Retroexcavadora no sólo por el bajo volumen de material que se excava, sino también por el cuidado especial que tiene que tener este equipo por la filtración de las paredes de la caja de canal que se van continuamente socavando.

- La actividad relleno compactado para canal resultó con la mayor utilidad de las que se realizaron los análisis de Costos. A excepción del Cargador Frontal, los demás equipos usados en esta actividad, al igual que la Mano de Obra, resultaron tener ratios menores a los

- previstos. Se obtuvo hasta el 26/07 una utilidad acumulada de 175,820.14 Soles. En lo que respecta a la Mano de Obra, se contó con una cuadrilla conformada por lo general por un capataz, tres a 4 operarios (Motoniveladora, Rodillo, Tractor para acumular el material de relleno y Cargador Frontal para el transporte de éste.) y entre tres a cuatro peones, entre "plantilleros" y ayudantes. En la Variación de Ratios se puede observar una tendencia ligeramente constante en el Rendimiento acumulado, muy por debajo del Rendimiento Previsto.
- La actividad relleno afirmado camino de canal presentó al final de 5 semanas de análisis Ratios superiores a los previstos tanto en Mano de Obra como en Equipos (Rodillo y Motoniveladora). Se observó en el campo muchos días en que las máquinas tenían que estar "paradas" o estar realizando trabajos no productivos a raíz de la demora en el transporte de Afirmado. Por ser un frente pequeño en volumen se recomienda subcontratar esta actividad, no sólo la preparación del material, sino también la colocación y compactación, tanto de la primera capa de 15cm, como la última de 5 cm.
 - La actividad transporte de tierra y grava casi siempre se valoriza con una utilidad negativa debido a que el costo que se cobra por m³/Km es muy bajo en comparación con lo que se paga a los subcontratistas por hora. Desde los dos o tres últimos meses se está tratando de llevar un adecuado control de los viajes de Tierra y Grava, con el fin de disminuir esta pérdidas. Así, se propone mejorar:
 - ✓ El control diario de las rutas que siguen los volquetes, para que a finales del mes se tenga un concepto claro de todas las rutas a valorizar por Km. evitándose dejar de cobrar cualquier ruta realizada.
 - ✓ Obtener viajes "largos" (mayores de 1 Km), ya que estos son los que causan menores pérdidas. En cuanto a los viajes "cortos", o menores de 1 Km. ,y no contar los tiempos muertos de carguío.
 - ✓ Los controles de tiempo de los viajes comparando directamente con el monto a valorizar (estimándose en el campo las distancias recorridas), para poder tener así una idea de cuanto se está

perdiendo o ganando, para poder tratar con los subcontratistas en un tiempo conveniente para ambos.

- La actividad enrocado de protección presentó una utilidad acumulada de 87,971.59 Soles, habiéndose realizado un volumen de enrocado de protección de 24,107.38 m³. En los tres insumos usados (Mano de Obra, Materiales y Equipos), el costo real siempre fue menor al previsto, exceptuando el de Materiales, donde el costo real fue ligeramente mayor que el previsto. Sin embargo, se obtuvo un Costo Unitario Real de 34.41 S/m³, 3.65 S/m³ menor al Costo Unitario Previsto (38.06 S/m³).

ACERCA DE LA ORGANIZACIÓN EN CADENA:

1. La utilización del método de la cadena es ventajoso en obras lineales, y nuestro trabajo ve sus ventajas de utilizarlo en la planificación del mismo. La aplicación del método se puede dividir en dos etapas, la primera la creativa, que consiste en definir la tecnología a utilizar, los ritmos de producción de las cadenas particulares, la normal tecnológica y la sectorización. Segundo tenemos la parte operativa, que consiste en calcular los acercamientos, fechas de inicio, parciales y final de las cadenas particulares y el dibujo del ciclograma.
2. El objetivo buscado por el método de la cadena es optimizar las variables de costo, tiempo, recursos y materiales que dependan del manejo interno y dirección de la obra. Los elementos que se buscan optimizar son los siguientes:
 - El trabajo desarrollado por las cadenas particulares sean lo más simples y continuas posibles, con el fin de elevar su productividad.
 - Simultaneidad entre los trabajos heterogéneos con el fin de minimizar los tiempos de ejecución y maximizar la duración de las cadenas particulares.
 - Minimizar los tiempos muertos o de espera producidos cuando una cadena alcanza a la anterior y se queda sin frente de trabajo.

-
- Se busca realizar entregas parciales de obra en fechas más tempranas, con el objeto de obtener los beneficios económicos de la forma inmediata.
3. Para lograr alcanzar los objetivos será fundamental para su aplicación:
- Desmembrar la obra en procesos que serán ejecutados por cadenas particulares, formadas por cuadrillas o brigadas constantes y especializadas de obreros, cuyo trabajo será ejecutado de manera continúa.
 - El desmembramiento de los procesos debe ser tal que se pueda controlar los mismos en la obra.
 - Establecer el ritmo de producción de la cadenas particulares. Aquí se tomó la nivelación sobre la base de la cuadrilla de vaciado, porque es la más compleja y su rendimiento depende del equipo de vaciado. En cambio las cuadrillas de encofrado y desencofrado, sellado de juntas, habilitación y colocación de armadura, etc. se podrán ajustar incrementando o disminuyendo personal según sea el caso.
4. La organización en cadena convierte a todas las actividades en críticas a diferencia del tradicional CPM, en el que al tomarse una sola ruta crítica se está considerando que existen holguras para otras actividades que a la larga se convierten en "pérdidas". No debemos confundir estas holguras con aquellas que se introducen a propósito dentro de la programación para garantizar el cumplimiento y confiabilidad de la misma.
5. Con el método de la cadena mejoraremos la comunicación entre el departamento de logística y producción, en el suministro de los materiales en el tiempo adecuado. Además se facilita el control físico de la obra ya que lograr que los trabajos se ejecuten de manera simultánea permite la concentración de las cadenas particulares en áreas más pequeñas.

6. Con el método de la cadena no se construye, se muestra el camino a seguir, por ello es necesario que el plan responda a la voluntad, capacidad y experiencia de la empresa y de su personal y realizar una adecuada gestión y control de obra para ir mejorando el plan, corrigiendo sus defectos, variaciones e imprevistos.

7. A pesar de que el método requiere volumen de trabajo amplio, para que se permita organizar en cadena la obra, en el presente trabajo ha sido posible llevar a cabo este tipo de organización, teniendo que considerar algunas restricciones para la ejecución de los trabajos de acuerdo a la naturaleza de la misma.

8. En vista que el ciclograma presente una organización general, a partir de este punto podremos tomar nuestras horizontes o hitos de trabajo para confeccionar nuestro lookahead. Con ello aseguramos la confiabilidad que necesitamos en un sistema de planificación. Es más se puede esquematizar el avance semanal en ciclogramas más pequeños de acuerdo a las necesidades para que de esta manera se visualice mejor el avance de la obra.

9. Respecto a las características de la cadena objeto obtenida diremos:
 - En el conducto cubierto veremos que las cadenas particulares que conforman la ejecución del solado. Observando que los rendimientos son altos con respecto a la cuadrilla de vaceado de losa piso, sería conveniente combinar tanto el solado como la losa piso, y para ello establecimos que la misma cuadrilla que ejecutará la losa piso se encarga de la ejecución del solado. También observamos que fue necesario incrementar una cuadrilla de habilitación y colocación de armadura de acero para la losa piso, esto con el fin de que este nivelado con el ritmo de vaceado del conducto. De igual manera fue necesario incrementar la cuadrilla encofradores de muros laterales, teniéndose un total de 5 cuadrillas, las cuales no sólo se encargarán del encofrado sino que su labor incluye el desencofrado de los mismos elementos.. Tanto para el corte cerrado como para el relleno lateral se ha mantenido los

rendimientos que se obtienen con los equipos estándares de obra, observando que se puede avanzar sin mayor problema.

- Al organizar las actividades se tomó la decisión de colocar al final al aliviadero, ya que por ser una estructura compleja podría tener mayor tiempo de duración de lo previsto, o por lo pequeño del frente la cantidad de personal asignado sea sobredimensionado, con lo cual estamos con la opción de reducir el mismo en los meses finales.
- Respecto a los diques de encauzamiento vemos que el tiempo de ejecución de los diques de encauzamiento es de 87 días hábiles. Como se pudo apreciar la cuadrilla de excavación de caja y de enrocado de protección serán necesariamente incrementadas al doble, para poder continuar con el ritmo impuesto por la excavación de plataforma y conformación de terraplén.
- Con relación al canal trapecial tendremos que esta cadena se desarrollará en un tiempo muy corto. La cadena particular de movimiento de tierras seguirá trabajando de acuerdo al ritmo establecido inicialmente tanto para el conducto cubierto, como para los diques de encauzamiento. La cadena mencionada abarcará los trabajos de corte y conformación de plataforma. De igual manera al caso anterior, se está habilitando la ejecución de este frente en el preciso instante en que los equipos de movimiento de tierras terminen de ejecutar sus trabajos en los diques de encauzamiento. A medida que vamos ejecutando la cadena de movimiento de tierras, estamos abriendo frente para la ejecución de las obras de arte. Visto que son 9 estructuras las que presentaron finalmente, vemos que será necesario tener 3 cuadrillas de movimiento de tierras, trabajando simultáneamente para poder finalizar en los tiempos estipulados.
- Como observamos la cadena predominante en el tiempo es la del conducto cubierto, por ello los trabajos de conformación de diques y canal trapecial deberán estar limitados en el tiempo de desarrollo del conducto cubierto. Una vez organizado la totalidad de los trabajos

estamos obteniendo un período de ejecución de 183 días hábiles. No se presenta un tiempo estabilizado por tener un frente limitado, pero de todas formas organizar las tareas a manera de cadena cumple el objetivo cabal de optimizar las variables de costo, tiempo, recursos y materiales, que dependen del manejo interno y dirección de la obra.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario enseñar y difundir la filosofía del Lean Production entre las empresas constructoras del medio. Además se puede apreciar que estos conceptos pueden ser aplicados en la industria de manufactura, cualquiera que sea el rubro.
2. Es indispensable que las instituciones académicas investiguen más acerca de esta teoría y sus aplicaciones para la construcción. Los programas de computo existentes en el mercado no se adaptan a la complejidad de los proyectos de construcción, debido a que están desarrollados generalmente para proyectos industriales, en los cuales los factores que afectan la producción pueden ser identificados en su totalidad.
3. Generar una serie de archivos sobre los procesos utilizados y los problemas afrontados en la ejecución de los proyectos, ya que se incurre en las mismas fallas en la administración de obra. A pesar de la diferencia existente entre proyectos, se utilizan rendimientos obtenidos en la ejecución de proyectos previos en la elaboración de nuevos presupuestos, sin reparar las características del nuevo proyecto.
4. Es esencial que los profesionales de nuestro medio asuman su rol en el proceso de cambio necesario para que los niveles de productividad en construcción sean elevados con el fin de despegar hacia un crecimiento sostenido, caso contrario nuestro país no podrá dejar su condición de país pobre y subdesarrollado.

5. Se ve por conveniente revisar los sistemas de control de costos y avance que son utilizados por la mayoría de las empresas como única medida de la eficiencia de la administración en obra. Estos pueden generar reportes incompletos o deshonestos que ocultan deficiencias en los procesos, cargando los excesos de costo de estas partidas a otras, que tiene presupuesto holgado.

6. El uso de incentivos para mejorar la producción deben ir necesariamente unidos al cumplimiento de la planificación. Se debe tener especial cuidado con incentivos relacionados únicamente a la producción puntual de una cuadrilla. El resultado generalmente de este tipo de incentivos es perjudicial para el adecuado desarrollo de una obra de construcción.

7. Organizar los trabajos al interior de las cadenas particulares, luego de haber hecho inicialmente la organización en cadena del proceso constructivo. Esto es necesario con el fin de tener labores más eficientes y minimizar los tiempos de espera o muertos al interior de las cuadrillas. Para tal efecto los sistemas de control de Producción nos serán de gran ayuda con el fin de optimizar los procesos constructivos y mejorar así la productividad en obra .

8. Implementar el apoyo con el uso de un software (Project 2000, Primavera Project Planner, etc), para un análisis a nivel macro de una red de trabajo tipo CPM, la cual será una referencia muy importante cuando queramos información del tiempo Costo – Tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1. Planeamiento, Programación y Control de una Obra de Ingeniería Civil**
Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil. UNI - FIC
Juan Ríos Segura, César Sifuentes Díaz, Ego Silva Cuentas
Lima – 1967.
- 2. Organización del Proceso Constructivo de Canales y Conductos Cubiertos del Proyecto Especial Chavimochic – Paquete A**
Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil. UNI - FIC
Luis Alberto Adrianzén Acevedo
Lima - 1994.
- 3. Diagnóstico de los Niveles de Productividad de Obras de Construcción en Lima**
Tesis para el Grado de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú
Ruth Flores, Candy Salízar, Omar Torres
Lima - 2000
- 4. Método de la construcción cadena**
Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil. UNI - FIC
Rubén Varillas
Lima – 1990.
- 5. Productividad en obras de Construcción: Diagnóstico, Crítica y Respuesta**
Dr. Ing. Virgilio Ghio Castillo, Renzo Macher Carmelino, Ing. Roberto Arbulú Rivera
CVG Ingenieros
Lima – 1999.

6. Manual de Gestión de Obra

Grupo Graña y Montero

Responsable Ing. Juan Manuel Lambarri

Lima – 1999.

7. La Meta (THE GOAL). Un Proceso de Mejora Continua.

Eliyahu M. Goldratt y Jeff Cox

Ediciones Castillo, Nuevo México, 1994

8. What is Lean Construction

Gregory A. Howell

University of California, Berkeley, Ca, USA, 26-28 July 1999.

9. Application of the New Production Philosophy to Construction

Lauri Koskela

Tech. report No. 72, CIFE, Stanford Univ., CA, 1992.

10. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control

Glenn Ballard.

Technical Report No. 97-3, Construction Engineering and Management Program, Civil and Environmental Engineering Department, University of California.

Berkeley, CA, 1997

11. Lean Production, Lean construction, journal of Mangement in engineering

W. J. O'brien

March-April 1996

12. The Machine that Changed the world: the Story Of Lean Production.

J.P. Womack, D.T. Jones, D. Roos.

New York. 1st Harper Perennial Ed., 1991

13. Productivity improvement in Construction

C. H. Oglesby, H.W. Parker, Gregory A. Howell
McGraw- Hill, 1989

14. Tools for the Identification and Reduction of Waste in Construction Projects

L.F. Alarcón.
The Second International Conference on Lean Construction, IGLC,
Santiago de Chile, 1994.

15. Process Improvement and Automation in Construction: opposing of Complementing approaches?

Lauri Koskela.
The 9th International Symposium on Automatization and Robotics in
Construction. 1992

16. Irrigación

César Arturo Rosell Calderón.
Capítulo de Ingeniería Civil del Consejo Departamental de Lima,
Lima – 1998.

17. Diseño y Construcción de Canales

Francisco Coronado del Águila
Lima – 1992.

18. Programación de Obras y Costos en Obras Civiles

Apuntes de clase
Dr. Ing. Juan Ríos Segura
Lima – 2000.

19. Fundamentos de Programación, Reprogramación , Calidad total y Seguridad total de Obras Civiles.

Ing. Walter Rodríguez Castillejo

Lima – 2001.

20. E-mails y Páginas web de consulta

www.leanconstruction.org

www.construction.st : The Construction Education Connection

www.lean.org : Lean Enterprise Institute

www.dbia.org : Design Build Institute of America DBIA

www.vtt.fi : International Group for Lean Construction

www.stanford.edu : Center for Integrated Facility Engineering CIFE

Glenn Ballard: ballard@ce.berkeley.edu

Gregory Howell: ghowell@micron.net

Lauri Koskela : lauri.koskela@vtt.fi

GLOSARIO

1. **Throughput:** La definición de este término en inglés esta dada por Eli Goldratt en sus obras y seminarios y es " Precio de venta menos materia prima". Así el término técnico significa "velocidad a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas". Quizá el término más cercano a este concepto sería "Generación de dinero".
2. **Inventario:** Eli Goldratt lo define como todo el dinero que el sistema ha invertido en comprar cosas que pretende vender. Tenemos que resaltar que estos conceptos son muy diferentes a los definidos tradicionalmente.
3. **Gasto de operación:** Eli Goldratt lo define como todo el dinero que el sistema gasta en transformar el inventario en throughput.
4. **Lean Production:** Filosofía de administración que se basa en la presencia de dos aspectos presentes en todo sistema de producción: conversiones y flujos .Mientras que todas las actividades demandan **costos y consumo en tiempo**, sólo las actividades de conversión añaden valor a los recursos que están siendo transformadas en un producto. Así el mejoramiento de las actividades de flujo que no añaden valor a través de los cuales se ligan las actividades de conversión, debe enfocarse en la reducción o eliminación de las mismas, mientras que las actividades de conversión debe efectuarse más eficientemente en el diseño, control y mejoramiento de las actividades de construcción ambos aspectos deben ser considerados.

5. **Productividad:** Tiene una variedad de significados, pero básicamente todos se refieren a la medida de eficiencia con los que los recursos (personal, materiales, equipos y herramientas y lugar de trabajo) son administrados para completar un producto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

6. **Pérdidas:** Se define dentro de las actividades como aquello que produciendo un costo, directo o indirecto, no añade valor ni ayuda en el avance del proyecto. Las categorías de las pérdidas son medidas como función de sus costos, incluyendo el de oportunidad.

7. **Constructabilidad:** Viene a ser el uso óptimo de los conocimientos y la experiencia de construcción en la planificación, diseño y adquisiciones y el manejo de operaciones de construcción para asegurar los mejores resultados generales del proyecto. Consiste básicamente en incorporar personal con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas preliminares de un proyecto, de modo de mejorar la actitud constructiva de una obra.

8. **Proceso de programación:** La programación en el mejor de los casos es la ejecución mental y anticipada de la obra, en la que se busca cuellos de botella y problemas dominantes a fin de darles a priori la solución más óptima entre las muchas alternativas que pudieran existir, evaluando distintos procesos y equipos, para poder hacer la obra más eficiente en tiempo más corto y a menor costo.

9. **Lookahead Planning (LAP) :** o Programación Mensual, este término en inglés define a una planificación con 3 a 5 semanas de anticipación con respecto al trabajo que se conduce en ese momento en obra. El LAP esta diseñado para prever con una adecuada anticipación los requerimientos de materiales, mano de obra, equipos, financiamiento e información.

10. **Programación lineal:** Es una programación está basada en lograr producciones similares para cada día en cada cuadrilla. En este sentido, se logra eliminar las holguras. La programación lineal está basada en partir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas, más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante un balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad de forma que la cantidad de fierro, encofrado y concreto (por ejemplo) de una porción de obra sean compatibles entre ellas, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos.

11. **Tren de actividades:** Es una herramienta que ayuda a los ingenieros de obra a esquematizar y administrar el detalle de la secuencia constructiva de los elementos o partidas. Su uso es fundamental sobretodo en la etapa inicial de la obra cuando se tienen que diseñar los procesos constructivos a usar.

12. **Porcentaje del Plan completado : (PPC)** Es un índice de nuestra confiabilidad. Se obtiene de dividir el número de tareas completadas durante la semana entre el número de total de tareas asignadas en el programa semanal. Sólo se consideran las tareas 100% completadas, no se toma en cuenta el % parcial de avance de las mismas.

13. **Cadena particular:** Viene a ser la reunión de equipos que se conforman en una brigada encargada de ejecutar en cadena una fase u operación del proceso constructivo.

14. **Cadena especializada:** Es la sumatoria de cadenas particulares organizada para ejecutar una etapa especializada del proceso constructivo de una obra.

15. **Cadena objeto:** es el conjunto de cadenas especializadas que se interrelacionan desde el punto de vista tecnológico y organizativo para la ejecución total de una obra de ingeniería específica.

16. **Cadena compleja:** Es la sumatoria de cadenas objeto, organizada con la finalidad de ejecutar una obra de gran envergadura.
17. **Ciclograma:** es una forma de representar la organización en cadena, muestra los frentes de trabajo y la interrelación de actividades en el tiempo.
18. **Nivelación de ritmos:** es el proceso de uniformizar los ritmos de producción de las cadenas particulares al de uno de ellos. Deberán ser similares.
19. **Normal Tecnológica:** Desmembramiento de la construcción de una obra en procesos y/o operaciones de acuerdo a una tecnología y organización dados, para ser ejecutados por las cadenas respectivas.
20. **Sectorización:** es la división de la obra en áreas geográficas, de modo que cada cadena pueda realizar un trabajo dentro de ellas sin interferencia de otras.

I.1 Programa de obra.

I.1.1 Cronograma Valorizado, Cruce río Nepeña.

I.1.2 Programación semanal y lookahead correspondiente al Proyecto cruce Río Nepeña, fase Conducto cubierto entre el 01/02/01 al 21/03/01.

I.1.3 Tren de actividades adoptado en obra para la construcción del conducto cubierto fase I.

I.1.4 Tren de actividades adoptado en obra para la construcción del conducto cubierto fase II.

I.1.5 Tren de actividades adoptado en obra para la construcción del conducto cubierto fase III.

I.1.6 Programación de obra para conducto Cubierto Progresivas 70+854 al 71+800.

I.1.7 Cronograma de trabajo para los meses de Mayo - Junio 2001.

I.1.8 Normal Tecnológica para Canal trapecial – Cruce río Nepeña

I.1.9 Normal Tecnológica para Diques de Encauzamiento – Cruce río Nepeña.

I.1.10 Normal Tecnológica para Conducto Cubierto – Cruce río Nepeña

II.1 Control de Producción de la Mano de Obra.

II.1.1 Control de Producción de la Mano de Obra entre el 11/01/01 al 04/04/01.

II.1.2 Control de Producción de la Mano de Obra Concreto.

II.1.3 Control de Producción de la Mano de Obra Encofrado.

II.1.4 Control de Producción de la Mano de Obra Acero.

II.1.5 Control de Producción de la Mano de Obra Excavación Caja de Canal.

II.1.6 Control de Producción de la Mano de Obra Relleno compactado para Canal.

II.1.7 Control de Producción de la Mano de Obra entre Enero y Julio del 2001.

II.2 Control de Producción de Equipos.

II.2.1 Control de Producción Excavadora en excavación de caja de canal Mat. Suelto.

II.2.2 Control de Producción Motoniveladora Relleno Compactado para canal.

II.2.3 Control de Producción Rodillo en Relleno Compactado para canal.

II.2.4 Control de Producción Rodillo en Relleno Afirmado Camino Canal.

II.2.5 Control de Producción Motoniveladora en Relleno Afirmado Camino Canal.

II.2.6 Control de Producción Cargador en Excavación de Corte Cerrado.

II.2.7 Control de Producción Tractor D6G en Excavación de Plataforma Mat. Suelto.

II.2.8 Control de Producción de enero a julio del 2001.

II.3 Enrocado de protección y relleno de enrocado.

II.3.1 Variación del costo unitario en partida de relleno de enrocado y enrocado de protección.

II.3.2 Resumen del Costo Unitario Relleno Enrocado.

II.3.3 Resumen del Costo Unitario Enrocado de Protección.

II.4 Análisis del Porcentaje del Plan Cumplido.

II.5 Nivel General de Actividad 2001.

II.6 Cartas de Balance.

II.6.1 Informe de Carta Balance del 30 de enero del 2001.

II.6.2 Informe de Carta Balance del 02 de febrero del 2001.

II.7 Nivel de Actividad.

II.7.1 Muestra del nivel de actividad del 24/01/01.

II.7.2 Muestra del nivel de actividad del 20/02/01.

II.7.3 Muestra del nivel de actividad del 19/03/01.

II.7.4 Muestra del nivel de actividad del 14/05/01.

II.8 Ratios utilizados en obra.

II.8.1 Ratios previstos por la empresa.

II.8.2 Ratios reales de trabajo.

II.9 Fotografías del Proceso Constructivo.

III.1 Planos de obra

III.1.1 Plano CN-01: Aliviadero Y regulador, Planta y secciones.

III.1.2 Plano CN-02: Aliviadero Y regulador, Secciones.

III.1.3 Plano CN-03: Conducto de Descarga, Planta, Perfil y Secciones.

III.1.4 Plano CN-04: Transiciones de Conducto Cubierto a Canal CC1A y de CC1A a Canal CD1A.

III.1.5 Plano CN-05: Cruce de río, Plantas, Secciones y Detalles.

III.1.6 Plano CN-06: Manejo de río Nepeña, Planta y Secciones.

III.2 Ciclograma

III.2.1 Plano CG-01: Ciclograma de Construcción para Conducto Cubierto.

III.2.2 Plano CG-02: Ciclograma de Construcción para Diques de Encauzamiento.

III.2.3 Plano CG-03: Ciclograma de Construcción para Canal Trapecial.

III.2.4 Plano CG-04: Ciclograma de Construcción para Cadena Compleja.

ANEXO I.1
PROGRAMA DE OBRA

CONSORCIO CHINECAS
CANAL CASCAJAL-NEPEÑA-CASMA-SECHIN

CRUCE RIO NEPEÑA
CRONOGRAMA VALORIZADO
FECHA BASE: 30/11/94

Item	PARTIDA	PARCIAL S/.	Avances									
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	
1.00	OBRAS PRELIMINARES											
1.08	Mejoramiento camino acceso a Cruce Río Nepeña	12,761.79	10,209.43		2,552.36							
2.00	MOVIM TIERRA EN SUPERFICIE											
2.01	Limpieza y Desbroca	53,777.56	16,133.27	10,755.51	10,755.51	8,066.63	8,066.63					
2.02	Desmonte	11,473.29			6,883.97		4,589.32					
2.03	Excav Plataf Material Suelto	32,003.91	320.04		6,400.78	4,800.59	8,000.98		9,601.17	2,880.35		
2.06	Excav Corte Cerrado Mat Suelto	228,786.89	57,196.72	41,181.64	32,030.16	27,454.43	34,318.03	36,605.90				
2.09	Excav Caja Canal Mat Suelto	186,963.44	35,523.05	22,435.61	18,696.34	18,696.34	18,696.34		37,392.69	35,523.05		
2.12	Excav Estruct Mat Suelto	34,200.30	8,550.08	6,840.06	5,130.05	5,130.05	5,130.05	3,420.03				
2.15	Compactacion de Superficie	37,469.82		3,746.98	11,240.95	7,493.96	7,493.96				7,493.96	
2.17	Relleno Comp Mat Prestamo Canal (Rc)	535,170.87				133,792.72	133,792.72	160,551.26	107,034.17			
2.18	Relleno Afirm Camino Serv (G)	27,548.34							13,774.17	13,774.17		
2.19	Relleno Comp Estructuras (Rc)	59,593.42				2,979.67			23,837.37	32,776.38		
2.21	Relleno Enrocado Mat Propio (Rp)	60,100.56		12,020.11	6,010.06			24,040.22	18,030.17			
2.22	Enrocado de Proteccion (E)	801,408.92			224,394.50	336,591.75	200,352.23					40,070.45
2.23	Transp Mat de Excav de Caja Canal	13,565.94	1,899.23		2,034.89	3,391.49	3,391.49	2,848.85				
2.24	Transporte de Tierra y Grava	52,787.39		2,111.50	527.87	2,639.37			29,033.06	18,475.59		
2.25	Transporte de Roca	162,643.63			29,275.65	52,045.96	24,396.54	24,396.54	24,396.54			8,132.18
2.26	Bombeo en Superficie	58,590.00	585.90	4,687.20	14,061.60	10,546.20	10,546.20	11,718.00	6,444.90			
2.27	Relleno Con Mat. Suelto No Compactado	39,135.21		782.70	19,567.61	3,913.52			11,740.56	3,130.82		
2.29	Relleno Gravo-Arenoso sin Compactación, en Taludes	44,734.34		13,420.30	17,893.74	13,420.30						
2.30	Relleno Con Mat. de Filtro, d=3/4"	5,686.48			2,843.24	1,705.94	1,137.30					
4.00	CONCRETO EN SUPERFICIE											
4.01	Concreto Simple fc=100 solados	72,418.39		28,967.36	21,725.52	10,862.76	10,862.76					
4.03	Concreto Simple fc=175	1,444.59									1,444.59	
4.04	Revest concreto fc=175, e=0.075	45,913.50							45,913.50			

CONSORCIO CHINECAS
CANAL CASCAJAL-NEPEÑA-CASMA-SECHIN

CRUCE RIO NEPEÑA
CRONOGRAMA VALORIZADO
FECHA BASE: 30/11/94

Item	PARTIDA	PARCIAL S/.	Avances									
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	
4.05	Revest concreto f'c=175 , e=0.065	161,265.20									161,265.20	
4.06	Concreto Reforz f'c=210 Cemento I	818,144.76		122,721.71	122,721.71	122,721.71	122,721.71	122,721.71	122,721.71	122,721.71	81,814.48	
4.07	Encofrado Vertical	390,928.23		58,639.23	58,639.23	58,639.23	58,639.23	58,639.23	58,639.23	58,639.23	39,092.82	
4.08	Encofrado Inferior	112,116.88			19,059.87	12,332.86	11,211.69	13,454.03	33,635.06		22,423.38	
4.09	Encofrado Curvo	773.91			773.91							
4.10	Acero de Refuerzo en Superficie	571,948.71		85,792.31	85,792.31	85,792.31	85,792.31	85,792.31	85,792.31	85,792.31	57,194.87	
8.00	TUBERIAS Y MISCELANEOS											
8.07	Escalera de Fierro Galvanizado	577.33										577.33
8.08	Baranda de Fierro Galvanizado	1,810.78										1,810.78
8.10	Junta Contraccion, Tapajunta de 6"	252.43									252.43	
8.11	Junta Dilatación, Tapajunta de 9"	79,919.38		11,987.91	11,987.91	11,987.91	11,987.91	11,987.91	11,987.91	11,987.91	7,991.94	
8.12	Junta Dilatación, Tapajunta de 6"	6,694.46				3,347.23			3,347.23			
8.13	Sellado de Juntas de Canal	50,580.83			1,517.42				10,116.17		38,947.24	
8.14	Escalin de Fierro	163.20									48.96	114.24
8.15	Atagulas de Madera	6,733.80										6,733.80
8.27	Tubería PVC DN 315 mm A-5 horadada	107,975.69			32,392.71		37,791.49	37,791.49				
8.28	Tubería PVC DN 315 mm A-5	18,864.00							18,864.00			
8.29	Geotextil 200 g/m2	11,498.81			3,449.84		4,024.58	4,024.58				
9.00	EQUIPO ELECTROMECANICO											
9.01	Accesorios Metalicos	3,591.24							3,591.24			
9.04	Compuerta Deslizante de 1.60 x 1.60 m	39,519.84									7,903.97	31,615.87
9.11	Compuerta Deslizante de 1.50 x 1.90 m	42,387.10									8,477.42	33,909.68
	Costo directo		130,417.72	426,090.14	768,359.71	938,352.93	802,943.47	597,992.07	675,893.18	540,911.61	122,964.33	
	G. Generales relacionados con el tiempo	18.31%	21,271.13	69,495.30	125,319.47	153,045.36	130,960.08	97,532.51	110,238.18	88,222.68	20,055.48	
	Utilidades	10.00%	15,168.89	49,558.54	89,367.92	109,139.83	93,390.36	69,552.46	78,613.14	62,913.43	14,301.98	
	Subtotal		166,857.74	545,143.98	983,047.10	1,200,538.12	1,027,293.91	765,077.04	864,744.49	692,047.73	157,321.79	
	IGV	18.00%	30,034.39	98,125.92	176,948.48	216,096.86	184,912.90	137,713.87	155,654.01	124,568.59	28,317.92	
	Presupuesto Oferta		196,892.13	643,269.90	1,159,995.58	1,416,634.98	1,212,206.81	902,790.90	1,020,398.49	816,616.32	185,639.72	
	Presupuesto Oferta acumulado		196,892.13	840,162.03	2,000,157.61	3,416,792.59	4,628,999.39	5,531,790.30	6,552,188.79	7,368,805.11	7,554,444.83	

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascejal, Nepeña, Casma, Sechin

CONDUCTO CUBIERTO - CRUCE DE RIO NEPEÑA

Progresivas : 70+854 al 71+136.37 Longitud por Ejecutar : 282.37 mts.

INICIO CRUCE DE RIO : 70+540.00
 FIN CRUCE DE RIO : 71+136.367
 LONGITUD DE CONDUCTO : 70+854.00 - 71+136.367 = 282.367 mts. (Márgen derecha aguas abajo)
 LONGITUD DE CONDUCTO : 71+436.367 - 71+700 = 263.633 mts. (Márgen izquierda aguas abajo)
 LONGITUD VERTEDERO REGULADOR : 70+800.00 - 70+854.00 = 54.00 mts.
 LONGITUD TRANSICION TRAPEZIAL - RECTANGULAR : 70+790.00 - 70+800.00 = 10.00 mts.
 LONGITUD CANAL TRAPEZIAL : 70+540.00 - 70+790.00 = 250.00 mts.
 LONGITUD CANAL DE EXCEDENTES : 0+6.90 - 0+264.04 = 257.14 mts.
 LONGITUD CRUCE DREN : 71+700 - A DESCARGA RIO NEPEÑA : 308.00 mts. (Márgen izquierda aguas abajo)
LONGITUD TOTAL POR EJECUTAR = 1,426.14 mts.

Act	CODIGO	ACTIVIDADES	METRADO	UND	FEBRERO '2001																												REQUISITOS PARA REALIZAR EL TRABAJO (Trabajos previos, recursos, etc.)	RESP
					SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4								
					J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M		
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
2.00		Vaceado de Concreto del Conducto C.																																
2.01		Bombeo	Global																													Motobomba : 1 und. de 6"		
2.03		Concreto Fc-210 Kg./cm2 a.- Losa de Piso b.- Muros Laterales c.- Losa de Techo	13.07 204.34 326.75	m3 m3 m3																												Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers, Vibradores Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers, Vibradores Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers, Vibradores		

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

CONDUCTO CUBIERTO - CRUCE DE RIO NEPEÑA

Progresivas : 70+854 al 71+136.37 Longitud por Ejecutar : 282.37 mts.

INICIO CRUCE DE RIO : 70+540.00
 FIN CRUCE DE RIO : 71+136.367
 LONGITUD DE CONDUCTO : 70+854.00 - 71+136.367 = 282.367 mts. (Márgen derecha aguas abajo)
 LONGITUD DE CONDUCTO : 71+436.367 - 71+700 = 263.633 mts. (Márgen izquierda aguas abajo)
 LONGITUD VERTEDERO REGULADOR : 70+800.00 - 70+854.00 = 54.00 mts.
 LONGITUD TRANSICION TRAPEZIAL - RECTANGULAR : 70+790.00 - 70+800.00 = 10.00 mts.
 LONGITUD CANAL TRAPEZIAL : 70+540.00 - 70+790.00 = 250.00 mts.
 LONGITUD CANAL DE EXCEDENTES : 0+6.90 - 0+284.04 = 257.14 mts.
 LONGITUD CRUCE DREN : 71+700 - A DESCARGA RIO NEPEÑA : 308.00 mts. (Márgen izquierda aguas abajo)
 LONGITUD TOTAL POR EJECUTAR = 1,425.14 mts.

Act	CODIGO	ACTIVIDADES	METRADO	UND	FEBRERO '2001							ANALISIS DE CUMPLIMIENTO			RESP	
					SEMANA 4							SI	NO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO		
					J	V	S	D	L	M	M					
						22	23	24	25	26	27	28				
2.00		Conducto Cubierto														
2.01		Bombeo	Global													
2.04		Desenclafado, retiro y limpieza para su devolución.	Global													
2.05		Sellado de Juntas, muros exteriores, e inter techos exteriores e interiores.	Global													
2.06		Colocación de tubería PVC horadada de N = 0.315 m Clase A5	40.60	mts.												
2.07		Relleno en Muros Laterales	1,800.00	m3												
3.00		Vaceado de Canal de Excedentes														
3.01		Concreto Fc=210 Kg/cm2 a.- Losa de Piso del Muro Pentafa b.- Muros Laterales	4.65 85.60	m3 m3												
4.00		Aliviadero - Regulador														
4.01		Colocación de tubería PVC horadada de N = 0.315 m Clase A5 con Geotextil. Concreto Fc=100 Kg/cm2	36.00	mt												
4.02		Aliviadero (70+800-70+830.05) Longitud = 30.05 mts.	22.53	m3												
4.03		Zona de compuertas (70+830.05-70+834.05) Longitud = 4.50 mts.	4.05	m3												
4.04		Canal Rectangular (70+834.55-70+848.65) Longitud = 14.10 mts.	6.17	m3												
4.05		Regulador (70+848.65-70+854) Longitud = 5.35 mts.	2.58	m3												
5.00		Canal Trapezial CC-1 (70+540-70+790)														
5.01		Limpieza y desbroce														
					EJECUTADO EN LA SEMANA DEL 15/02/01 AL 21/02/01											

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

CONDUCTO CUBIERTO - CRUCE DE RIO NEPEÑA

Progresivas : 70+854 al 71+136.37 Longitud por Ejecutar : 282.37 mts.

INICIO CRUCE DE RIO : 70+540.00
 FIN CRUCE DE RIO : 71+136.367
 LONGITUD DE CONDUCTO : 70+854.00 - 71+136.367 = 282.367 mts. (Márgen derecha aguas abajo)
 LONGITUD DE CONDUCTO : 71+436.367 - 71+700 = 263.633 mts. (Márgen izquierda aguas abajo)
 LONGITUD VERTEDERO REGULADOR : 70+800.00 - 70+854.00 = 54.00 mts.
 LONGITUD TRANSICION TRAPEZIAL - RECTANGULAR : 70+790.00 - 70+800.00 = 10.00 mts.
 LONGITUD CANAL TRAPEZIAL : 70+540.00 - 70+790.00 = 250.00 mts.
 LONGITUD CANAL DE EXCEDENTES : 0+6.90 - 0+264.04 = 257.14 mts.
 LONGITUD CRUCE DREN : 71+700 - A DESCARGA RIO NEPEÑA : 308.00 mts. (Márgen izquierda aguas abajo)
 LONGITUD TOTAL POR EJECUTAR = 1,428.14 mts.

Act	CODIGO	ACTIVIDADES	METRADO	UND	FEBRERO '2001				MARZO '2001												REQUISITOS PARA REALIZAR EL TRABAJO (Trabajos previos, recursos, etc.)	RESP						
					SEMANA 4				SEMANA 1				SEMANA 2				SEMANA 3											
					J	V	S	D	J	V	S	D	J	V	S	D	J	V	S	D								
2.00		Conducto Cubierto																										
2.01		Bombeo	Global																								Motobomba : 1 und. de 6"	
2.04		Desenclavado, retiro y limpieza para su devolución.	Global																								Personal Carpinteros y ayudantes.	
2.05		Sellado de Juntas, muros exteriores, e inter techos exteriores e interiores.	Global																								Personal + Dynatred.	
2.06		Colocación de tubería PVC horadada de N = 0.315 m Clase A5	40.60	mts.																						Tubería horadada revestida con Geotextil.		
2.07		Refrero en Muros Laterales	4,500.00	m3																						Excavadora		
3.00		Vaceado de Canal de Excedentes																										
3.01		Concreto Fc=210 Kg./cm2																										
		a.- Losa de Piso del Muro Partalla	4.65	m3																						Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers, Vibradores.		
		b.- Muros Laterales	85.60	m3																						Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers, Vibradores.		
		c.- Losa de Techo	22.32	m3																						Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers, Vibradores.		
4.00		Aliviadero - Regulador																										
4.01		Colocación de tubería PVC horadada de N = 0.315 m Clase A5 con Geotextil.	36.00	mt																						Tubería horadada revestida con Geotextil.		
		Concreto Fc=100 Kg./cm2																										
4.02		Aliviadero (70+800-70+830.05) Longitud = 30.05 mts.	22.53	m3																						Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers		
4.03		Zona de compuertas (70+830.05-70+834.5) Longitud = 4.50 mts.	4.05	m3																						Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers		
4.04		Canal Rectangular (70+834.55-70+848.65) Longitud = 14.10 mts.	8.17	m3																						Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers		
4.05		Regulador (70+848.65-70+854) Longitud = 5.35 mts.	2.58	m3																						Planta de Concreto, Cargador Frontal 950-F, Mixers		
5.00		Canal Trapezial CC-1 (70+540-70+790)																										
5.01		Limpieza y desbroce			EJECUTADO EN LA SEMANA DEL 16/02/01 AL 21/02/01																							

CONSORCIO CHINECAS

CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL CASCAJAL, NEPEÑA Y CASMA-SECHIN

I.1.3 TREN DE ACTIVIDADES PARA EJECUCION CONDUCTO CUBIERTO FASE 1 : PROGRESIVAS 71+136.37 AL 71+436.37

02-Oct-00

Item	Actividad	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S				
		07-Oct	09-Oct	10-Oct	11-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	23-Oct	24-Oct	25-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	30-Oct	31-Oct	01-Nov	02-Nov	03-Nov	04-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	11-Nov				
1	Solado	1	5	9	13	17	21	25	29																											
		2	6	10	14	18	22	26	30																											
		3	7	11	15	19	23	27	31																											
		4	8	12	16	20	24	28	32																											
2	Los piso				1	2	9	10	17	18	25	26	33																							
					3	4	11	12	19	20	27	28																								
					5	6	13	14	21	22	29	30																								
					7	8	15	16	23	24	31	32																								
3	Muros								1	2	7	8	13	14	19	20	25	26	31	32																
									3	4	9	10	15	16	21	22	27	28	33																	
									5	6	11	12	17	18	23	24	29	30																		
4	Los techo												1	5	9	2	6		10	13	17	21			14	18	22	25	29	33		26	30			
													3	7	11	4	8		12	15	19	23			16	20	24	27	31		28	32				

CURVA DE MANO DE OBRA

Item	Actividad	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	
		07-Oct	09-Oct	10-Oct	11-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	23-Oct	24-Oct	25-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	30-Oct	31-Oct	01-Nov	02-Nov	03-Nov	04-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	11-Nov	
1	Solado	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Los piso	0	0	0	0	14	14	14	14	14	14	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Muros	0	0	0	0	0	0	0	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Los techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	14	0	14	14	14	14	0	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
	Ferrero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
	Bombero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Capataz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Electricista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total hombres		17	17	17	31	31	31	31	60	50	50	50	64	50	50	50	50	38	50	50	21	21	0	21	21	21	21	21	21	21	7	21	17

Item	Actividad	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S	L	M	MI	J	V	S
		07-Oct	09-Oct	10-Oct	11-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	20-Oct	21-Oct	23-Oct	24-Oct	25-Oct	26-Oct	27-Oct	28-Oct	30-Oct	31-Oct	01-Nov	02-Nov	03-Nov	04-Nov	06-Nov	07-Nov	08-Nov	09-Nov	10-Nov	11-Nov
	Capataz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Op carp	1	1	1	3	3	3	15	14	14	14	18	16	16	16	12	16	16	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Op albañil	5	5	5	11	11	11	11	14	9	9	13	7	7	7	3	7	7	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Peón	4	4	4	10	10	10	10	24	20	20	20	26	20	20	20	14	20	20	6	6	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Ferrero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Bombero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Electricista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total hombres		17	17	17	31	31	31	60	50	50	50	64	50	50	50	38	50	50	21	21	0	21	21	21	21	21	21	21	21	7	21	21

CONSORCIO CHINECAS

CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL CASCAJAL, NEPEÑA Y CASMA-SECHIN

1.1.4 TREN DE ACTIVIDADES PARA EJECUCION CONDUCTO CUBIERTO FASE 2 : PROGRESIVAS 70+854 AL 71+136.37

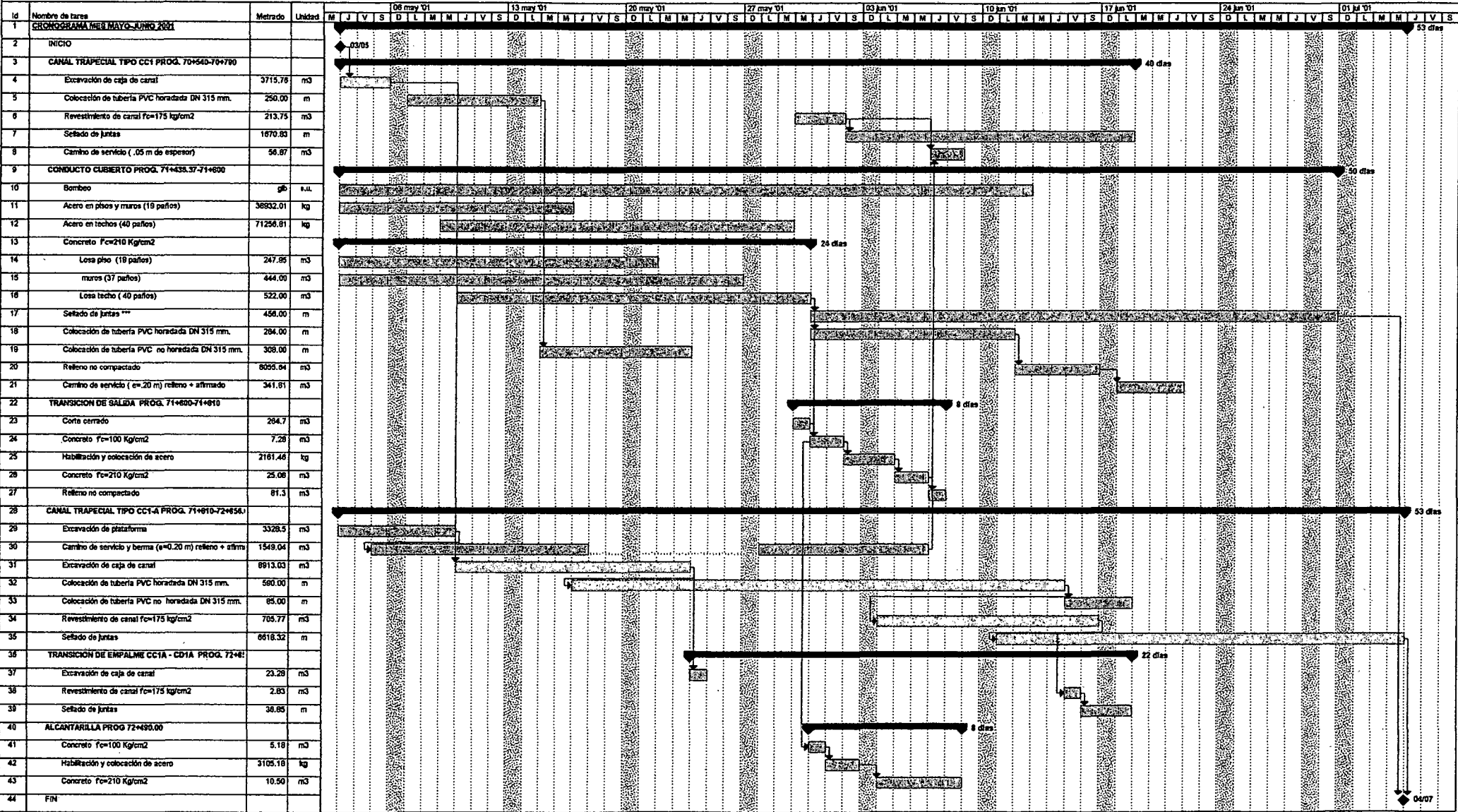
15-Ene-01

Item	Actividad	16-Ene	17-Ene	18-Ene	19-Ene	20-Ene	22-Ene	23-Ene	24-Ene	25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	30-Ene	31-Ene	01-Feb	02-Feb	03-Feb	05-Feb	06-Feb	07-Feb	08-Feb	09-Feb	10-Feb	12-Feb	13-Feb	14-Feb	15-Feb			
1	Solado	1	10	25																											
		2	11	26																											
		3	12	27																											
		4	13	28																											
		5	14	29																											
		6	15	30																											
		7	16	31																											
		8	17																												
		9	18																												
			19																												
			20																												
			21																												
			22																												
			23																												
			24																												
		2	Los piso			1	5	2	10	11	15	18	23	27		20		24	28												
						3	7	4	12	13	17	21	25	29		22		26	30												
							9	6	14	16																					
								8																							
		3	Muros							2		1	9	6	10		14	13	17	21		18	22	26	25		31	30			
								4		3	11	8	12		16	15	19	23		20	24	28	27								
										5		7																			
4	Los techo													1	5	9				2	6	14	13	17		18	21	25	28		
														3	7	11				4	8	16	15	19		20	23	27	30		

CURVA DE MANO DE OBRA

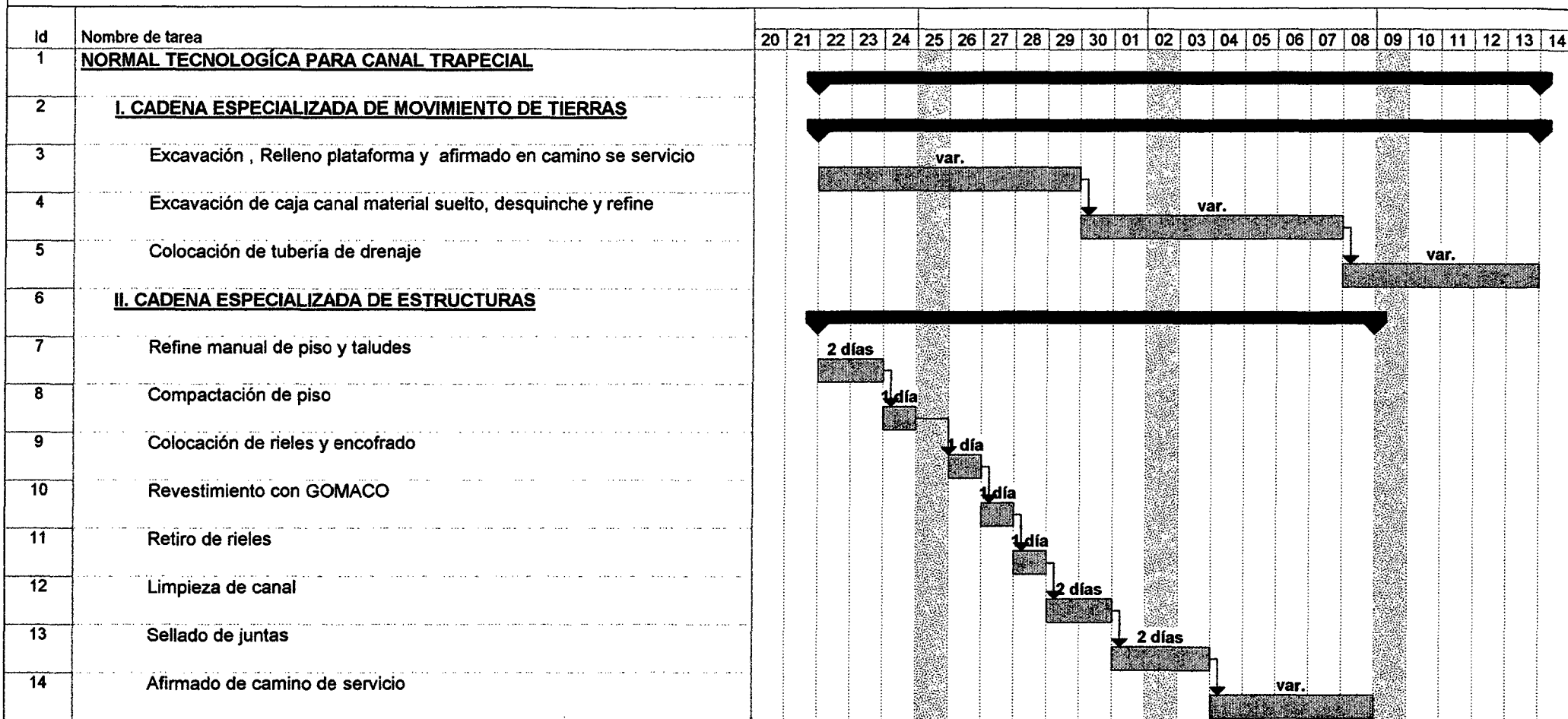
Item	Actividad	16-Ene	17-Ene	18-Ene	19-Ene	20-Ene	22-Ene	23-Ene	24-Ene	25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	30-Ene	31-Ene	01-Feb	02-Feb	03-Feb	05-Feb	06-Feb	07-Feb	08-Feb	09-Feb	10-Feb	12-Feb	13-Feb	14-Feb	15-Feb
1	Solado	14	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Los piso	0	0	7	14	14	14	7	14	14	14	14	0	21	0	21	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Muros	0	0	0	0	0	0	0	0	21	21	21	21	0	21	21	21	21	21	21	21	21	21	0	0	0	0	0
4	Los techo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	0	0	14	14	14	14	14	14	0	21	14	14	14
	Pierrero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Bombero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Capataz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Electricista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total hombres		21	21	21	21	21	21	21	21	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	28	28	21	21	21

Item	Actividad	16-Ene	17-Ene	18-Ene	19-Ene	20-Ene	22-Ene	23-Ene	24-Ene	25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	30-Ene	31-Ene	01-Feb	02-Feb	03-Feb	05-Feb	06-Feb	07-Feb	08-Feb	09-Feb	10-Feb	12-Feb	13-Feb	14-Feb	15-Feb
	Capataz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Op carp	2	2	2	2	2	2	2	2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	8	4	4	4
	Op albañil	6	6	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	3	3	4	4	4
	Peón	6	6	6	6	6	6	6	6	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	10	10	6	6	6
	Pierrero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Bombero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Electricista	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total hombres		21	21	21	21	21	21	21	21	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	28	28	21	21	21

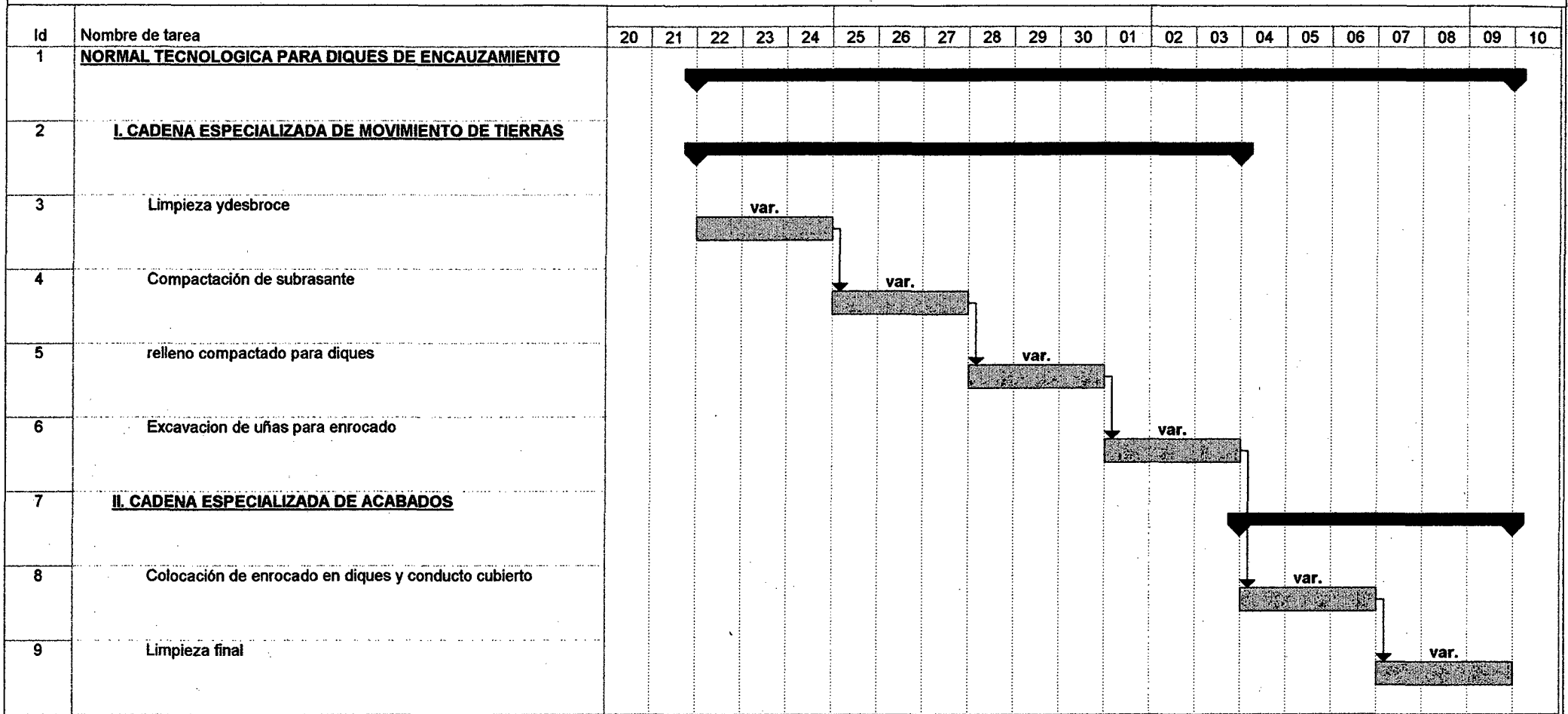


Proyecto: Cruce Río Nepeña
 Fecha: Abril del 2001

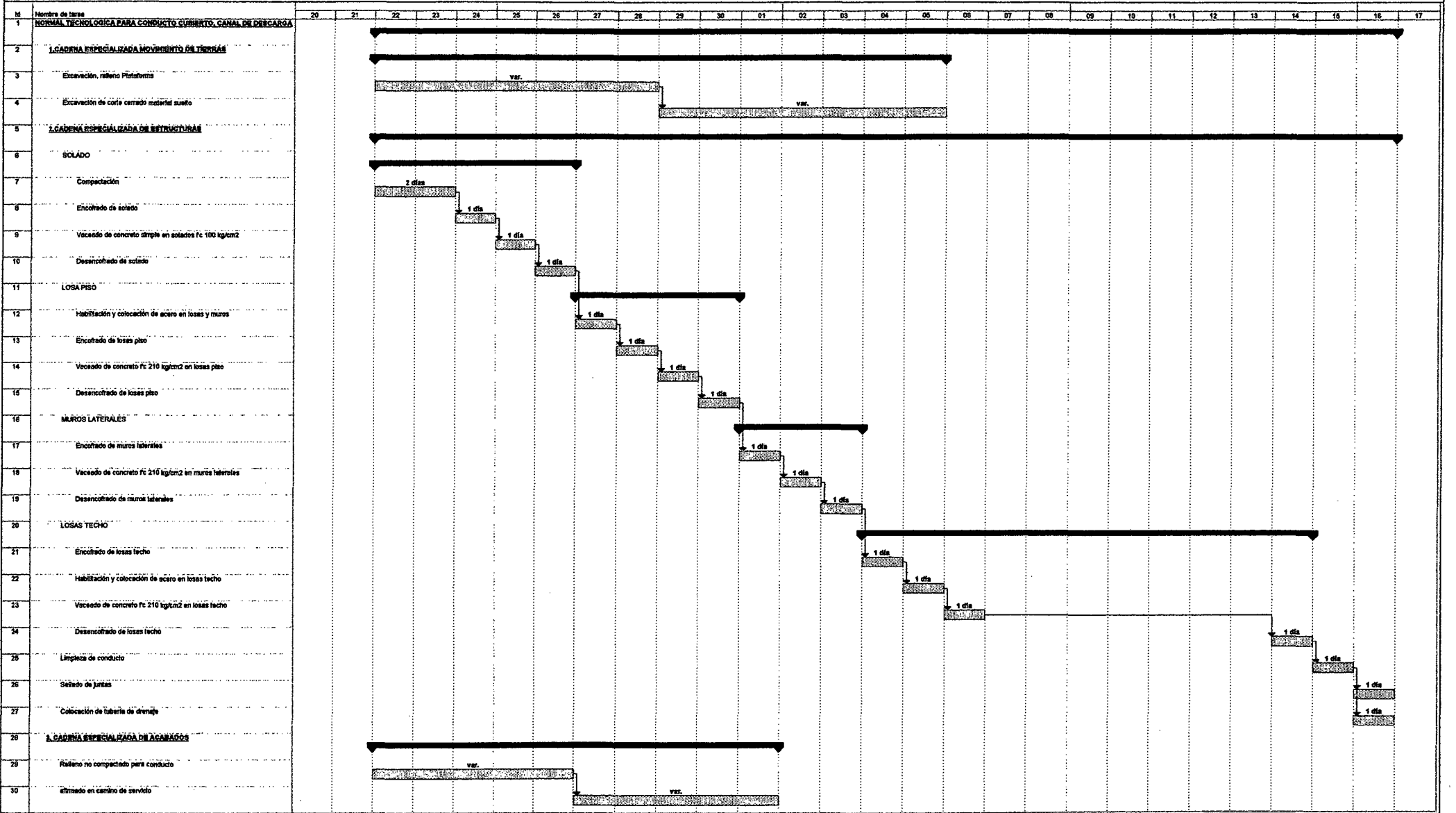
Legenda:
 Tarea: [Barra con patrón diagonal] Progreso: [Barra con patrón horizontal] Resumen: [Barra con patrón vertical] Tarea crítica resumida: [Barra con patrón diagonal invertido] Progreso resumido: [Barra con patrón horizontal invertido] Tareas externas: [Barra con patrón diagonal] Hto externo: [Barra con patrón diagonal invertido]
 Tarea crítica: [Barra con patrón diagonal] Hto: [Barra con patrón horizontal] Tarea resumida: [Barra con patrón vertical] Hto resumido: [Barra con patrón diagonal invertido] División: [Barra con patrón horizontal invertido] Resumen del proyecto: [Barra con patrón diagonal] Fecha límite: [Barra con patrón diagonal invertido]



Proyecto: Cruce río Nepeña	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha llmite	



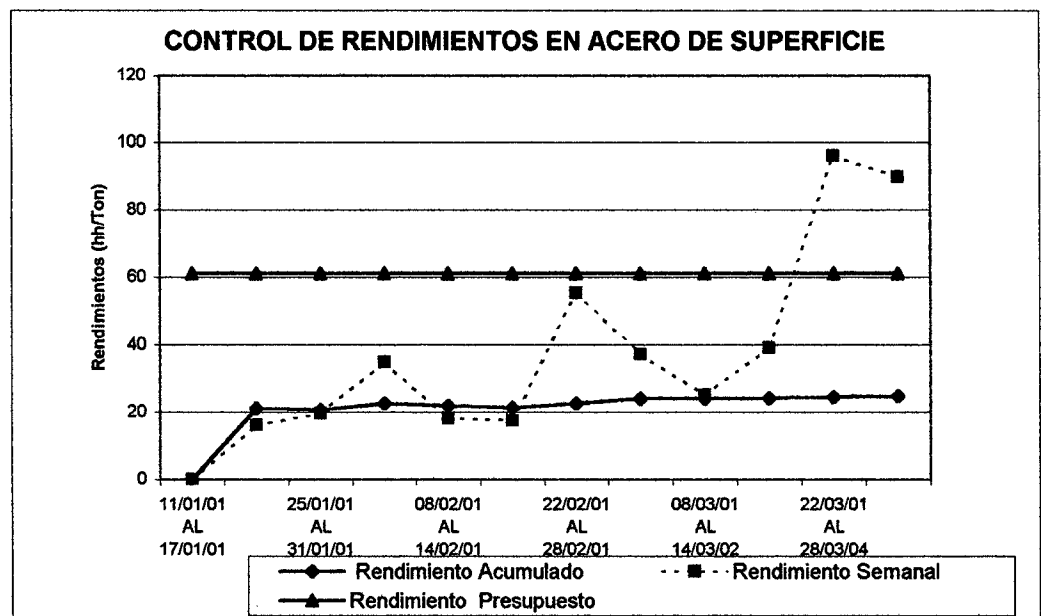
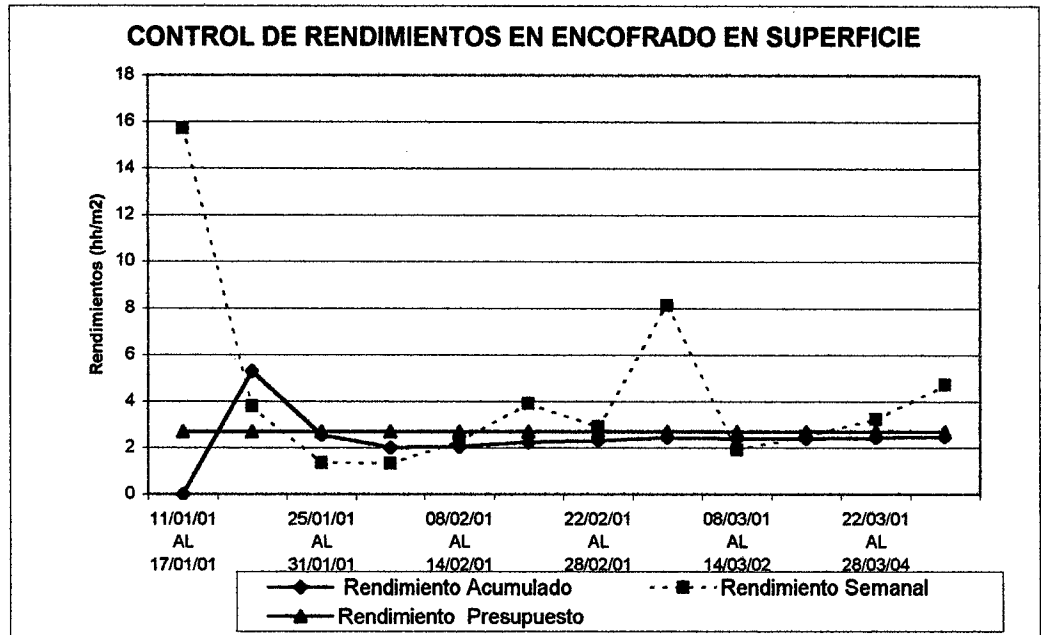
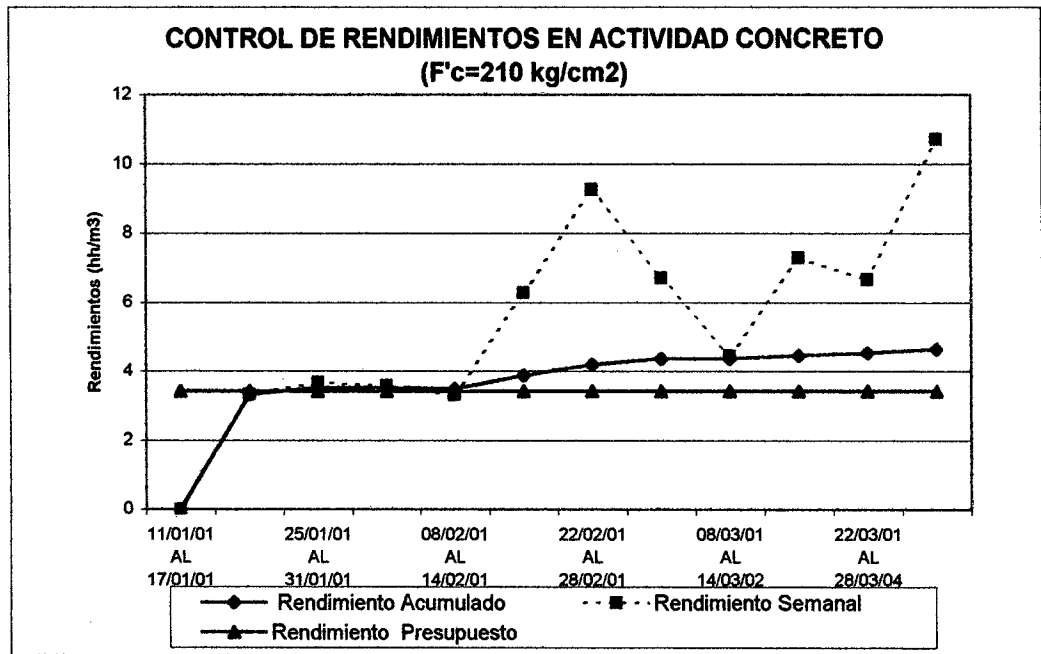
Proyecto: Cruce río Nepeña	Tarea		Hito		Tareas externas	
	División		Resumen		Hito externo	
	Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	

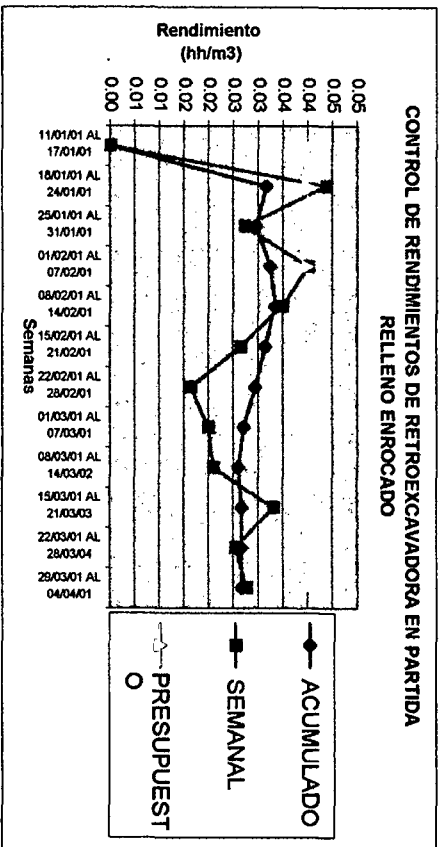
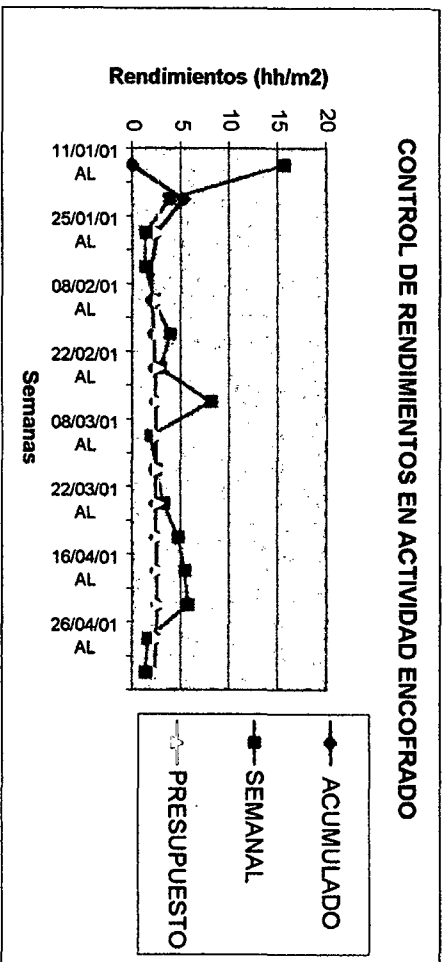
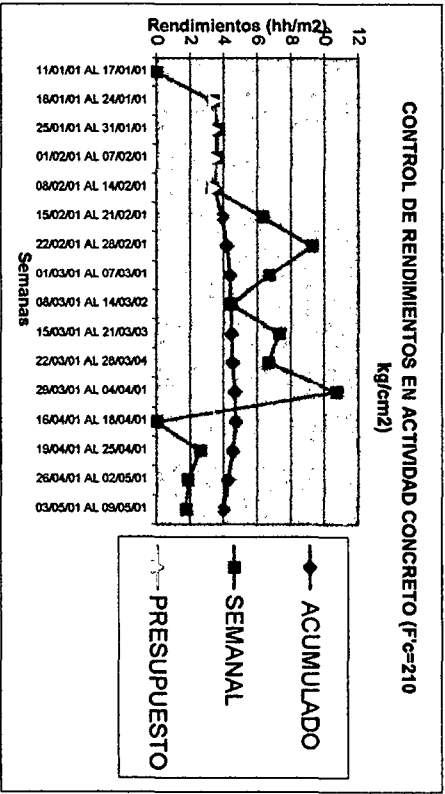
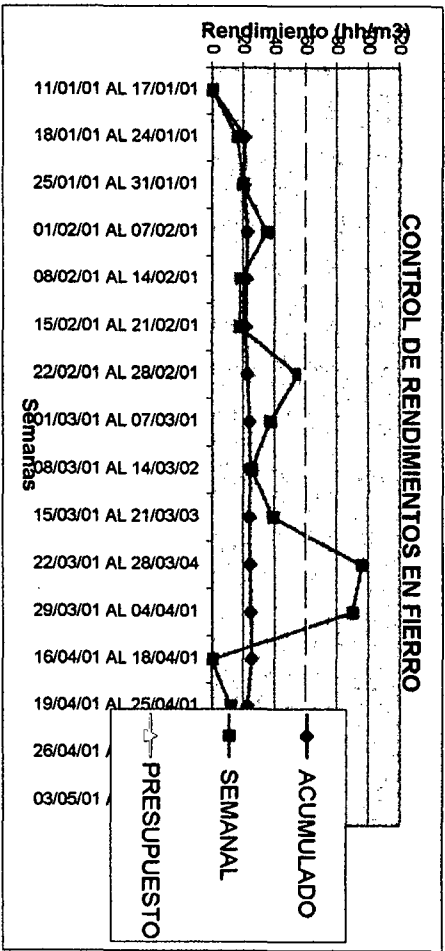


Proyecto: Cruce Río Nepeña | Tarea | División | Progreso | Hitos | Resumen | Resumen del proyecto | Tareas externas | Hitos externos | Fecha límite

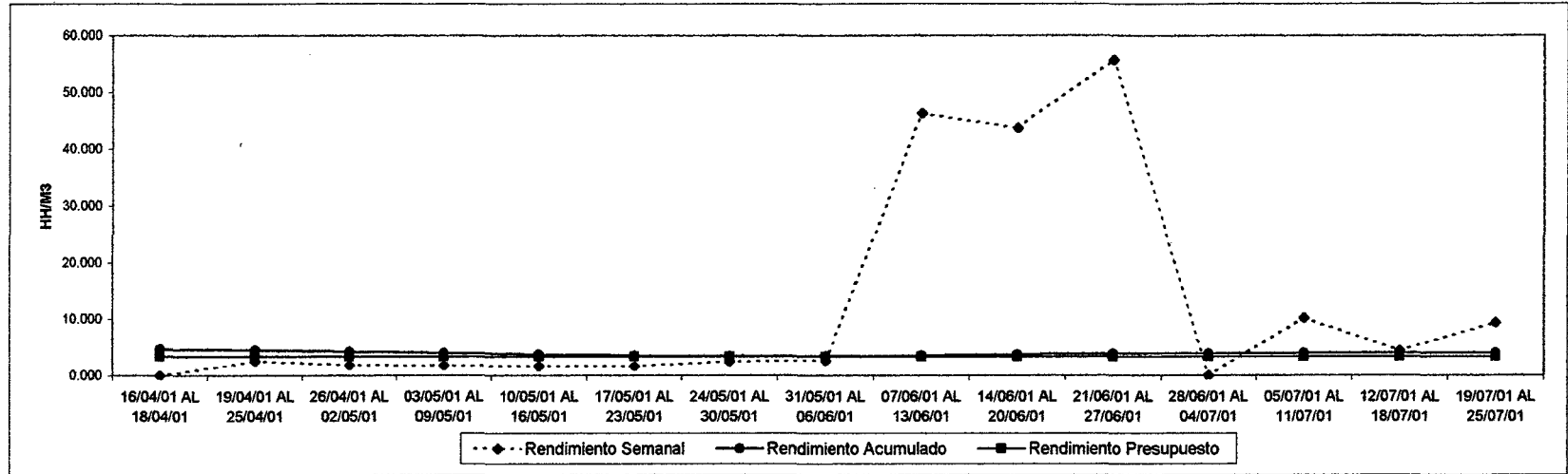
ANEXO II.1
CONTROL DE PRODUCCIÓN
DE MANO DE OBRA

II.1.1 PRODUCCION DE MANO DE OBRA DESDE EL 11/01/01 HASTA EL 04/04/01





II.1.2 CONTROL DE PRODUCCION DE MANO DE OBRA CONCRETO



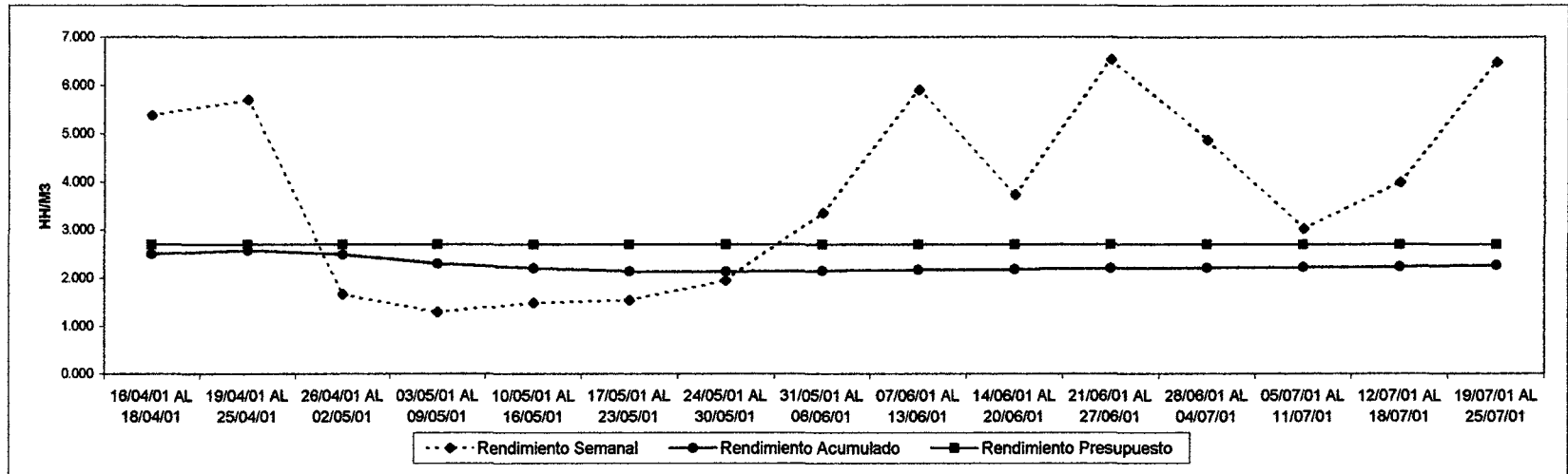
DESCRIPCION	ACUMULADO HASTA EL 16/04/01	REAL ACUMULADO SEMANAL														
		16/04/01 AL 18/04/01	19/04/01 AL 25/04/01	26/04/01 AL 02/05/01	03/05/01 AL 09/05/01	10/05/01 AL 16/05/01	17/05/01 AL 23/05/01	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 25/07/01
Avance Semanal (m3)		0.00	182.70	239.55	261.45	300.60	288.20	214.40	65.27	11.05	13.94	7.73	0.00	26.40	13.03	17.25
HH Semanal		145.00	473.00	443.50	459.00	518.50	497.00	536.00	174.50	511.50	609.50	430.50	211.50	270.00	58.50	162.00
Avance Acumulado (m3)	1849.44	1,849.44	2,032.14	2,271.69	2,533.14	2,833.74	3,121.94	3,336.34	3,401.61	3,412.66	3,426.60	3,434.33	3,434.33	3,460.73	3,473.76	3,491.01
HH Acumulado	8602.3	8,747.30	9,220.30	9,663.80	10,122.80	10,641.30	11,138.30	11,674.30	11,848.80	12,360.30	12,969.80	13,400.30	13,611.80	13,881.80	13,940.30	14,102.30
Rendimiento Semanal (hh/m3)		0.000	2.589	1.851	1.756	1.725	1.724	2.500	2.674	46.290	43.723	55.692	0.000	10.227	4.490	9.391
Rendimiento Acumulado (hh/m3)	4.651	4.730	4.537	4.254	3.996	3.755	3.568	3.499	3.483	3.622	3.785	3.902	3.963	4.011	4.013	4.040
HH ganadas/perdidas a la fecha		-2,416.667	-2,264.285	-1,887.805	-1,451.862	-941.408	-451.899	-254.008	-205.089	-678.765	-1,240.548	-1,644.588	-1,856.088	-2,035.721	-2,049.620	-2,152.573

Datos del Presupuesto

Rendimiento 3.423 hh/m3

Las HH ganadas/perdidas a la fecha se calculan: DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

II.1.3 CONTROL DE PRODUCCION DE MANO DE OBRA ENCOFRADO



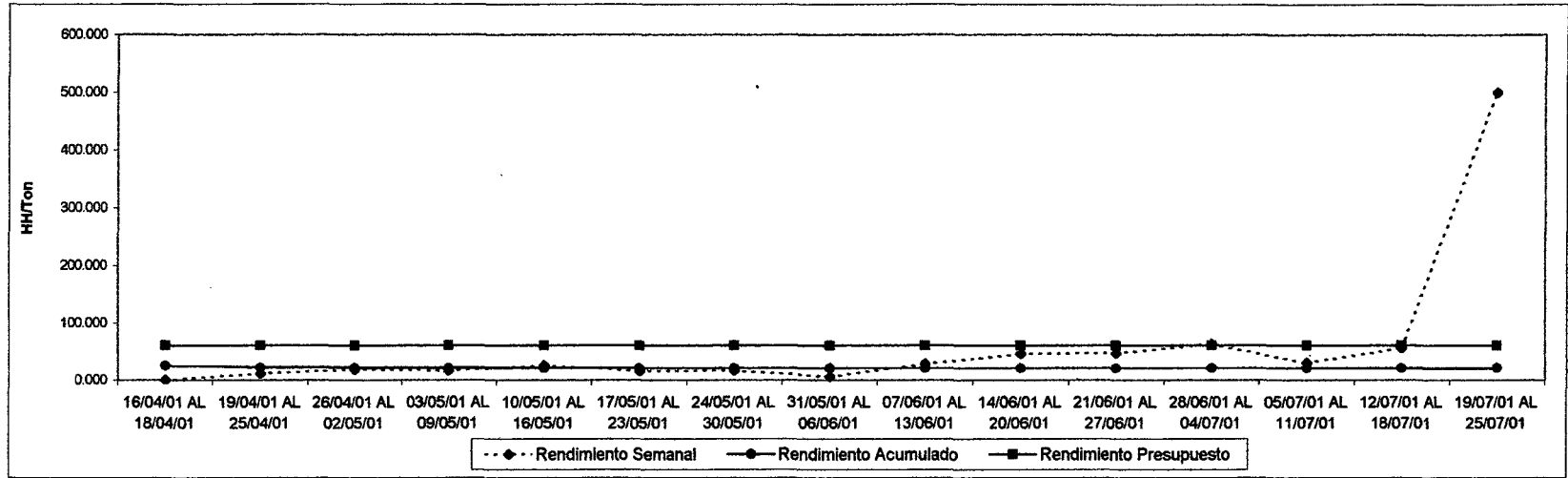
DESCRIPCION	ACUMULADO HASTA EL 16/04/01	REAL ACUMULADO SEMANAL														
		16/04/01 AL 18/04/01	19/04/01 AL 25/04/01	26/04/01 AL 02/05/01	03/05/01 AL 09/05/01	10/05/01 AL 16/05/01	17/05/01 AL 23/05/01	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 25/07/01
Avance Semanal (m2)		16.36	154.76	737.51	1,366.26	1,164.80	1,052.27	630.48	185.43	67.10	101.56	55.72	36.00	169.51	109.45	89.90
HH Semanal		88.00	883.00	1,232.00	1,775.00	1,733.00	1,618.00	1,230.00	622.00	396.00	379.00	364.00	175.00	513.50	436.50	582.50
Avance Acumulado (m2)	6430	6,446.36	6,601.12	7,338.63	8,704.89	9,869.69	10,921.96	11,552.44	11,737.87	11,804.97	11,906.53	11,962.25	11,998.25	12,167.76	12,277.21	12,367.11
HH Acumulado	16016.5	16,104.50	16,987.50	18,219.50	19,994.50	21,727.50	23,345.50	24,575.50	25,197.50	25,593.50	25,972.50	26,336.50	26,511.50	27,025.00	27,461.50	28,044.00
Rendimiento Semanal (hh/m2)		5.379	5.706	1.670	1.299	1.488	1.538	1.951	3.354	5.902	3.732	6.533	4.861	3.029	3.988	6.479
Rendimiento Acumulado (hh/m2)	2.491	2.498	2.573	2.483	2.297	2.201	2.137	2.127	2.147	2.168	2.181	2.202	2.210	2.221	2.237	2.268
HH ganadas/perdidas a la fecha		1,268.440	802.518	1,558.108	3,465.179	4,871.315	6,089.182	6,558.326	6,438.060	6,220.894	6,115.598	5,901.784	5,823.784	5,787.113	5,625.581	5,285.361

Datos del Presupuesto

Rendimiento 2.695 hh/m2

Las HH ganadas/perdidas a la fecha se calculan: DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

II.1.4 CONTROL DE PRODUCCION DE MANO DE OBRA ACERO



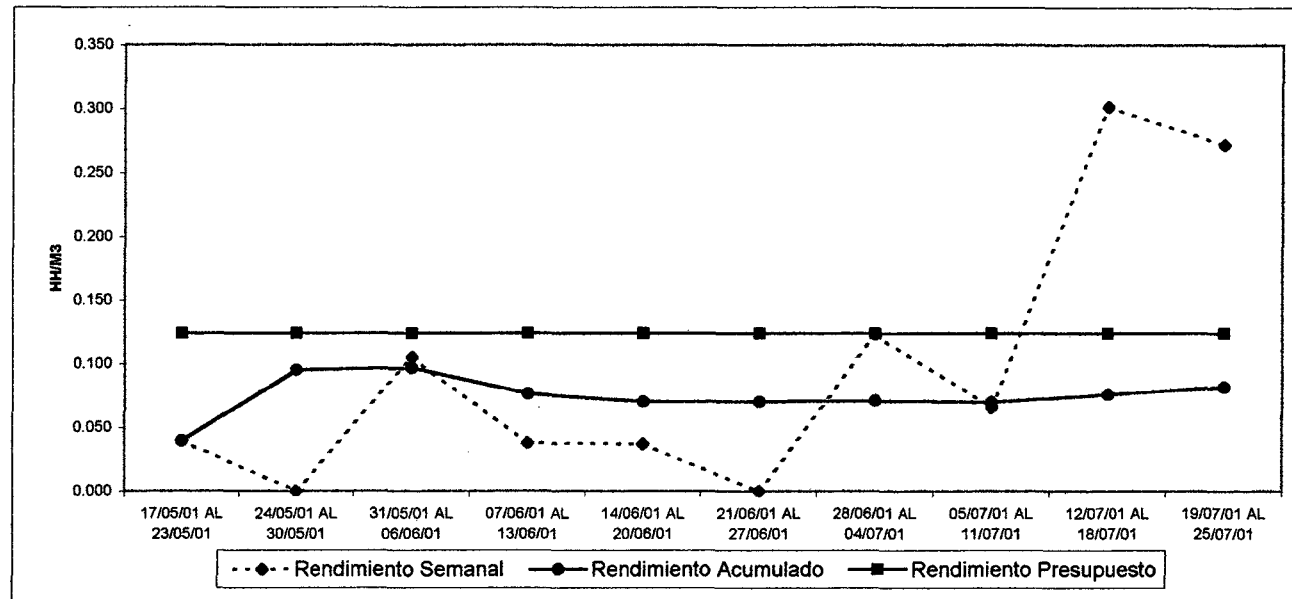
DESCRIPCION	ACUMULADO HASTA EL 16/04/01	REAL ACUMULADO SEMANAL														
		16/04/01 AL 18/04/01	19/04/01 AL 25/04/01	26/04/01 AL 02/05/01	03/05/01 AL 09/05/01	10/05/01 AL 16/05/01	17/05/01 AL 23/05/01	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 25/07/01
Avance Semanal (Ton)		0.00	33.66	19.59	23.70	8.65	16.26	11.13	3.42	1.02	1.18	1.13	0.47	1.78	1.44	0.25
HH Semanal		90.00	394.00	359.00	396.00	227.00	266.00	186.00	22.00	30.00	55.50	54.00	30.00	55.50	81.00	125.00
Avance Acumulado (Ton)	122.59	122.59	156.25	175.84	199.54	208.19	224.45	235.58	239.00	240.02	241.20	242.33	242.80	244.58	246.02	246.27
HH Acumulado	3036	3,126.00	3,520.00	3,879.00	4,275.00	4,502.00	4,768.00	4,954.00	4,976.00	5,006.00	5,061.50	5,115.50	5,145.50	5,201.00	5,282.00	5,407.00
Rendimiento Semanal (hh/Ton)		0.000	11.705	18.326	16.709	26.243	16.359	16.712	6.433	29.412	47.034	47.788	63.830	31.180	56.250	500.000
Rendimiento Acumulado (hh/Ton)	24.766	25.500	22.528	22.060	21.424	21.624	21.243	21.029	20.820	20.857	20.985	21.110	21.192	21.265	21.470	21.956
HH ganadas/perdidas a la fecha		4,354.932	6,015.000	6,851.460	7,901.729	8,202.587	8,928.837	9,422.034	9,608.736	9,640.980	9,657.489	9,672.446	9,671.127	9,724.250	9,731.124	9,621.380

Datos del Presupuesto

Rendimiento 61.024 hh/Ton

Las HH ganadas/perdidas a la fecha se calculan: DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

II.1.5 CONTROL DE PRODUCCION DE MANO DE OBRA EXCAVACION CAJA DE CANAL Mat. Suelto



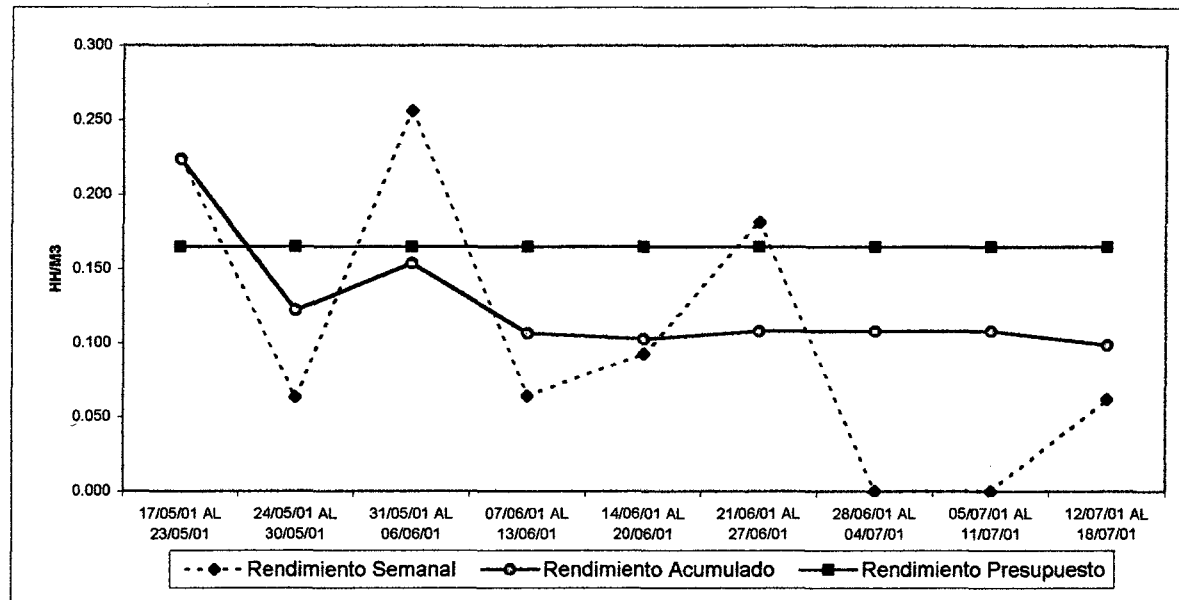
DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL									
	17/05/01 AL 23/05/01	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 25/07/01
Avance Semanal (m3)	3,013.40	0.00	702.38	1,972.20	1,086.78	0.00	97.43	2,517.55	271.98	287.19
HH Semanal	119.00	167.50	74.00	74.00	40.00	0.00	12.00	166.00	82.00	78.00
Avance Acumulado (m3)	3,013.40	3,013.40	3,715.78	5,687.98	6,774.76	6,774.76	6,872.19	9,389.74	9,661.72	9,948.91
HH Acumulado	119.00	286.50	360.50	434.50	474.50	474.50	486.50	652.50	734.50	812.50
Rendimiento Semanal (hh/m3)	0.039	0.000	0.105	0.038	0.037	0.000	0.123	0.066	0.301	0.272
Rendimiento Acumulado (hh/m3)	0.039	0.095	0.097	0.076	0.070	0.070	0.071	0.069	0.076	0.082
HH ganadas/perdidas a la fecha	254.360	86.860	99.885	270.241	364.893	364.893	364.964	510.889	462.587	420.170

Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.1239 hh/m3

Las HH ganadas/perdidas a la fecha se calculan: $\Delta 1 = (\text{Rendimiento Presupuesto} - \text{Rendimiento Real}) \times \text{Avance a la Fecha}$.

II.1.6 CONTROL DE PRODUCCION DE MANO DE OBRA RELLENO COMPACTADO PARA CANAL



DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL								
	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 25/07/01
Avance Semanal (m3)	1,767.79	3,074.20	1,500.00	7,018.53	5,614.82	1,403.71	0.00	0.00	5,219.33
HH Semanal	395.25	195.10	384.00	448.50	521.50	254.50	0.00	0.00	323.50
Avance Acumulado (m3)	1,767.79	4,841.99	6,341.99	13,360.52	18,975.34	20,379.05	20,379.05	20,379.05	25,598.38
HH Acumulado	395.25	590.35	974.35	1,422.85	1,944.35	2,198.85	2,198.85	2,198.85	2,522.35
Rendimiento Semanal (hh/m3)	0.224	0.063	0.256	0.064	0.093	0.181	0.000	0.000	0.062
Rendimiento Acumulado (hh/m3)	0.224	0.122	0.154	0.106	0.102	0.108	0.108	0.108	0.099
HH ganadas/perdidas a la fecha	-104.272	206.642	69.542	776.292	1,178.991	1,155.542	1,155.542	1,155.542	1,691.143

Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.1646 hh/m3

Las HH ganadas/perdidas a la fecha se calculan: DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

CONSORCIO CHINECAS

OBRA : CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL CASCAJAL, NEPEÑA Y CASMA-SECHIN

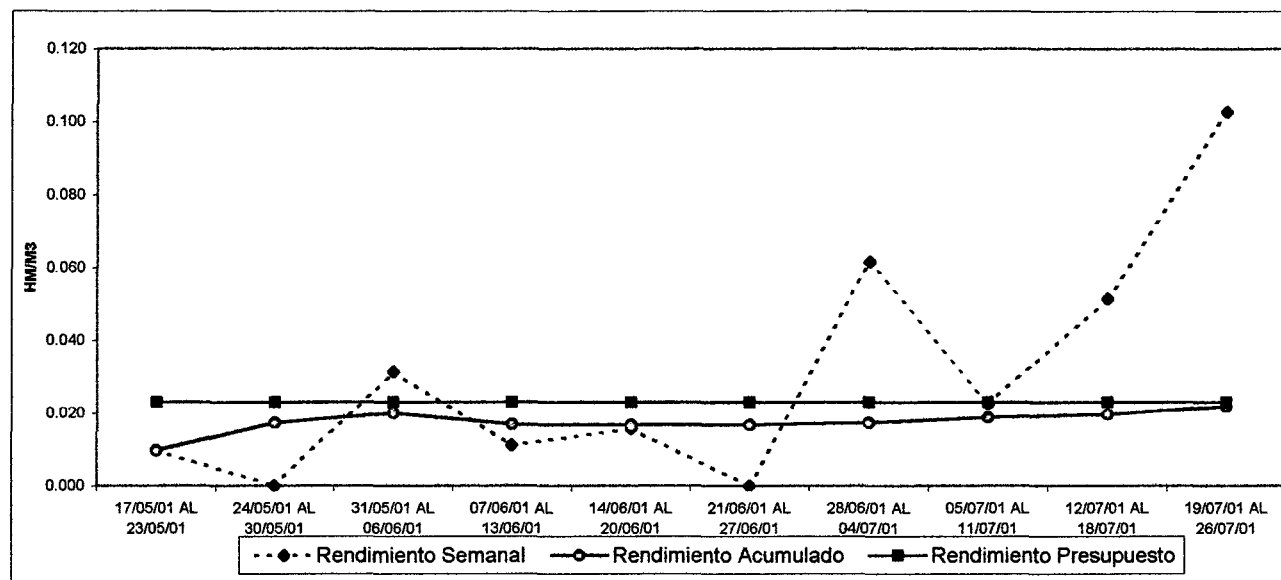
II.1.7 CONTROL DE PRODUCCION A JULIO 2001

DESDE SEMANA DEL 16-04-01/18-04-01 A LA SEMANA DEL 19-07-01/25-07-01

DESCRIPCION	DESCRIPCION	ACUMULADO HASTA EL 16/04/01	REAL ACUMULADO SEMANAL															
			16/04/01 AL 16/04/01	19/04/01 AL 25/04/01	28/04/01 AL 02/05/01	03/05/01 AL 08/05/01	10/05/01 AL 16/05/01	17/05/01 AL 23/05/01	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 25/07/01	
ENCOFRADO Mano de Obra	Avance Semanal (m2)		16.36	154.76	737.51	1,368.28	1,164.80	1,052.27	630.48	185.43	67.10	101.56	55.72	38.00	169.51	109.45	89.90	
	HH Semanal		88.00	883.00	1,232.00	1,775.00	1,733.00	1,618.00	1,230.00	622.00	396.00	378.00	364.00	175.00	513.50	436.50	582.50	
	Avance Acumulado (m2)	6,430.00	6,448.36	6,601.12	7,338.83	8,704.89	9,889.69	10,921.96	11,552.44	11,737.87	11,804.97	11,906.53	11,962.25	11,998.25	12,167.76	12,277.21	12,387.11	
	HH Acumulado	18,016.50	18,104.50	18,987.50	18,219.50	19,994.50	21,727.50	23,345.50	24,575.50	25,197.50	25,583.50	25,972.50	26,338.50	26,511.50	27,025.00	27,461.50	28,044.00	
	Rendimiento Semanal (hh/m2)		5.379	5.708	1.670	1.299	1.488	1.538	1.951	3.354	5.902	3.732	6.533	4.861	3.029	3.988	6.479	
HH ganadas/perdidas a la fecha		2.491	2.498	2.573	2.483	2.297	2.201	2.137	2.127	2.147	2.168	2.181	2.202	2.210	2.237	2.268		
CONCRETO Fc=210 Kg/cm2 Mano de Obra	Avance Semanal (m3)		0.00	182.70	239.55	281.45	300.60	288.20	214.40	65.27	11.05	13.94	7.73	0.00	26.40	13.03	17.25	
	HH Semanal		145.00	473.00	443.50	459.00	518.50	497.00	538.00	174.50	511.50	609.50	430.50	211.50	270.00	58.50	162.00	
	Avance Acumulado (m3)	1,849.44	1,849.44	2,032.14	2,271.69	2,533.14	2,833.74	3,121.94	3,338.34	3,401.61	3,412.66	3,428.60	3,434.33	3,434.33	3,460.73	3,473.76	3,491.01	
	HH Acumulado	8,602.30	8,747.30	9,220.30	9,683.80	10,122.80	10,641.30	11,138.30	11,674.30	11,848.80	12,360.30	12,869.80	13,400.30	13,611.80	13,861.80	13,940.30	14,102.30	
	Rendimiento Semanal (hh/m3)		0.000	2.589	1.851	1.756	1.725	1.724	2.500	2.674	48.290	43.723	55.692	0.000	10.227	4.490	9.391	
HH ganadas/perdidas a la fecha		4.651	4.730	4.537	4.254	3.998	3.755	3.568	3.499	3.483	3.622	3.785	3.902	4.011	4.013	4.040		
ACERO CORRUGADO Mano de Obra	Avance Semanal (Ton)		0.00	33.68	19.59	23.70	8.85	18.26	11.13	3.42	1.02	1.18	1.13	0.47	1.78	1.44	0.25	
	HH Semanal		90.00	394.00	359.00	396.00	227.00	268.00	188.00	22.00	30.00	55.50	54.00	30.00	55.50	61.00	125.00	
	Avance Acumulado (Ton)	122.59	122.59	156.25	175.84	199.54	208.19	224.45	235.58	239.00	240.02	241.20	242.33	242.80	244.58	246.02	248.27	
	HH Acumulado	3,036.00	3,128.00	3,520.00	3,879.00	4,275.00	4,502.00	4,768.00	4,954.00	4,978.00	5,008.00	5,081.50	5,115.50	5,145.50	5,201.00	5,282.00	5,407.00	
	Rendimiento Semanal (hh/m3)		0.000	11.705	18.328	16.709	28.243	16.359	16.712	6.433	29.412	47.034	5,115.50	5,145.50	5,201.00	31.180	56.250	
HH ganadas/perdidas a la fecha		24.768	25.500	22.528	22.060	21.424	21.624	21.243	21.029	20.820	20.857	20.985	21.110	21.192	21.265	21.470		
EXCAVACION CORTE CERRADO Mano de Obra	Avance Semanal (m3)			2,127.29	3,933.29	2,917.80	7,112.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
	HH Semanal			120.00	386.00	147.50	320.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
	Avance Acumulado (m3)			2,127.29	6,060.58	8,978.38	16,090.78	16,090.78	16,090.78	16,090.78	16,090.78	16,090.78	16,090.78					
	HH Acumulado			120.00	506.00	653.50	974.00	974.00	974.00	974.00	974.00	974.00	974.00					
	Rendimiento Semanal (hh/m3)			0.058	0.098	0.051	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
EXCAVACION PLATAFORMA Mano de Obra	Avance Semanal (m3)					1,954.60	1,048.50	1,624.00	0.00	0.00	0.00	0.00						
	HH Semanal					78.50	78.00	131.50	0.00	0.00	0.00	0.00						
	Avance Acumulado (m3)					1,954.60	3,001.10	4,625.10	4,625.10	4,625.10	4,625.10	4,625.10						
	HH Acumulado					78.50	156.50	288.00	288.00	288.00	288.00	288.00						
	Rendimiento Semanal (hh/m3)					0.040	0.075	0.081	0.000	0.000	0.000	0.000						
RELLENO COMPACTADO CANAL Mano de Obra	Avance Semanal (m3)								1,767.79	3,074.20	1,500.00	7,018.53	5,614.82	1,403.71	0.00	0.00	5,219.33	
	HH Semanal								395.25	195.10	384.00	448.50	521.50	254.50	0.00	0.00	323.50	
	Avance Acumulado (m3)								1,767.79	4,841.99	6,341.99	13,360.52	18,975.34	20,379.05	20,379.05	20,379.05	25,598.38	
	HH Acumulado								395.25	590.35	974.35	1,422.85	2,198.85	2,198.85	2,198.85	2,198.85	2,522.35	
	Rendimiento Semanal (hh/m3)								0.224	0.063	0.256	0.064	0.093	0.181	0.000	0.000	0.062	
HH ganadas/perdidas a la fecha								0.224	0.122	0.154	0.108	0.102	0.108	0.108	0.108	0.099		
EXCAVACION CAJA DE CANAL M.S. Mano de Obra	Avance Semanal (m3)							3,013.40	0.00	702.38	1,972.20	1,088.78	0.00	97.43	2,517.55	271.98	287.19	
	HH Semanal							119.00	167.50	74.00	74.00	40.00	0.00	12.00	168.00	62.00	78.00	
	Avance Acumulado (m3)							3,013.40	3,013.40	3,715.78	5,687.98	6,774.76	6,774.76	6,872.19	9,389.74	9,661.72	9,948.91	
	HH Acumulado							119.00	286.50	360.50	434.50	474.50	488.50	582.50	734.50	812.50	812.50	
	Rendimiento Semanal (hh/m3)							0.039	0.000	0.105	0.038	0.037	0.000	0.123	0.066	0.301	0.272	
HH ganadas/perdidas a la fecha							0.039	0.095	0.097	0.078	0.070	0.070	0.071	0.069	0.076	0.082		

ANEXO II.2
CONTROL DE PRODUCCIÓN
DE EQUIPOS

II.2.1 CONTROL DE PRODUCCION DE EQUIPO: EXCAVADORA EXCAVACION CAJA DE CANAL Mat. Suelto



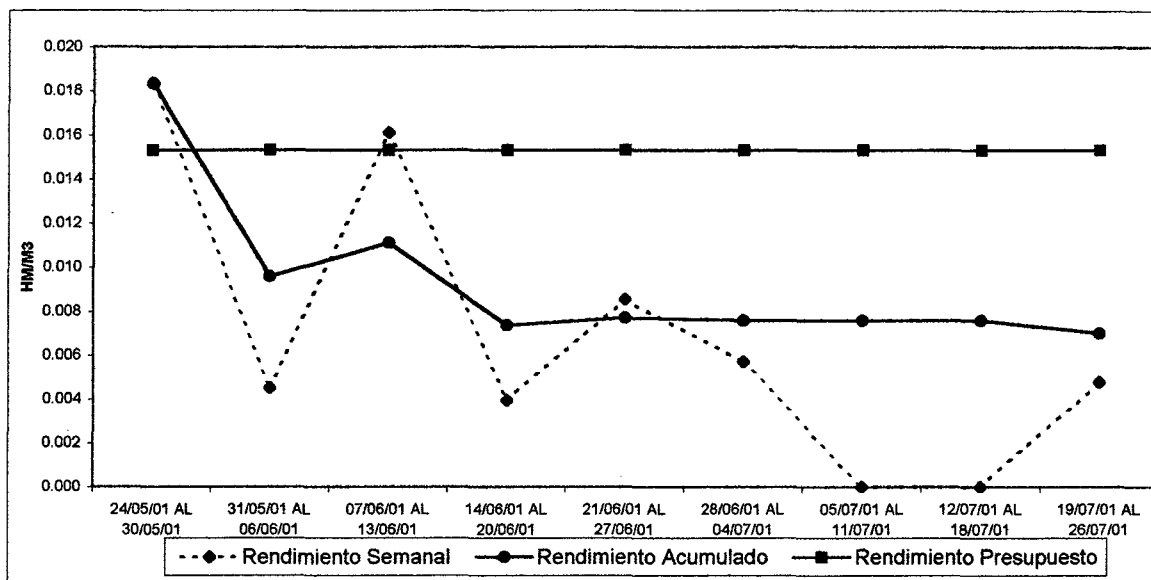
DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL									
	17/05/01 AL 23/05/01	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 26/07/01
Avance Semanal (m3)	3,013.40	0.00	702.38	1,972.20	1,086.78	0.00	97.43	2,517.55	271.98	253.08
HM Semanal	29.00	23.00	22.00	22.00	17.00	0.00	6.00	57.00	14.00	26.00
Avance Acumulado (m3)	3,013.40	3,013.40	3,715.78	5,687.98	6,774.76	6,774.76	6,872.19	9,389.74	9,661.72	9,914.80
HM Acumulado	29.00	52.00	74.00	96.00	113.00	113.00	119.00	176.00	190.00	216.00
Rendimiento Semanal (hm/m3)	0.010	0.000	0.031	0.011	0.016	0.000	0.062	0.023	0.051	0.103
Rendimiento Acumulado (hm/m3)	0.010	0.017	0.020	0.017	0.017	0.017	0.017	0.019	0.020	0.022
HM ganadas/perdidas a la fecha	40.308	17.308	11.463	34.824	42.819	42.819	39.060	39.964	32.220	12.040

Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.023 hm/m3

Las HM ganadas/perdidas a la fecha se calculan: DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

II.2.2 CONTROL DE PRODUCCION DE EQUIPO: MOTONIVELADORA RELLENO COMPACTADO PARA CANAL



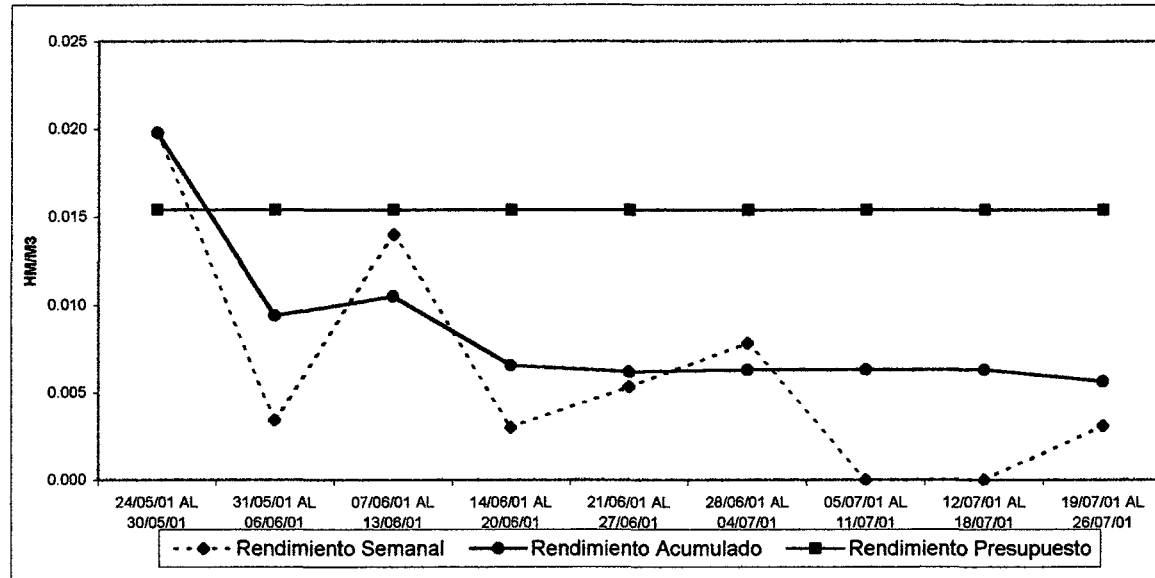
DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL								
	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 26/07/01
Avance Semanal (m3)	1,767.79	3,074.20	1,500.00	7,018.53	5,614.82	1,403.71	0.00	0.00	5,219.33
HM Semanal	32.44	13.88	24.15	27.83	48.00	8.00	0.00	0.00	21.00
Avance Acumulado (m3)	1,767.79	4,841.99	6,341.99	13,360.52	18,975.34	20,379.05	20,379.05	20,379.05	25,598.38
HM Acumulado	32.44	46.32	70.47	98.30	146.30	154.30	154.30	154.30	175.30
Rendimiento Semanal (hm/m3)	0.018	0.005	0.016	0.004	0.009	0.006	0.000	0.000	0.004
Rendimiento Acumulado (hm/m3)	0.018	0.010	0.011	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007
HM ganadas/perdidas a la fecha	-5.393	27.762	26.562	106.116	144.023	157.499	157.499	157.499	216.355

Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.0153 hm/m3

Las HM ganadas/perdidas a la fecha se calculan: $\text{DELTA } 1 = (\text{Rendimiento Presupuesto} - \text{Rendimiento Real}) \times \text{Avance a la Fecha}$.

II.2.3 CONTROL DE PRODUCCION DE EQUIPO: RODILLO RELLENO COMPACTADO PARA CANAL



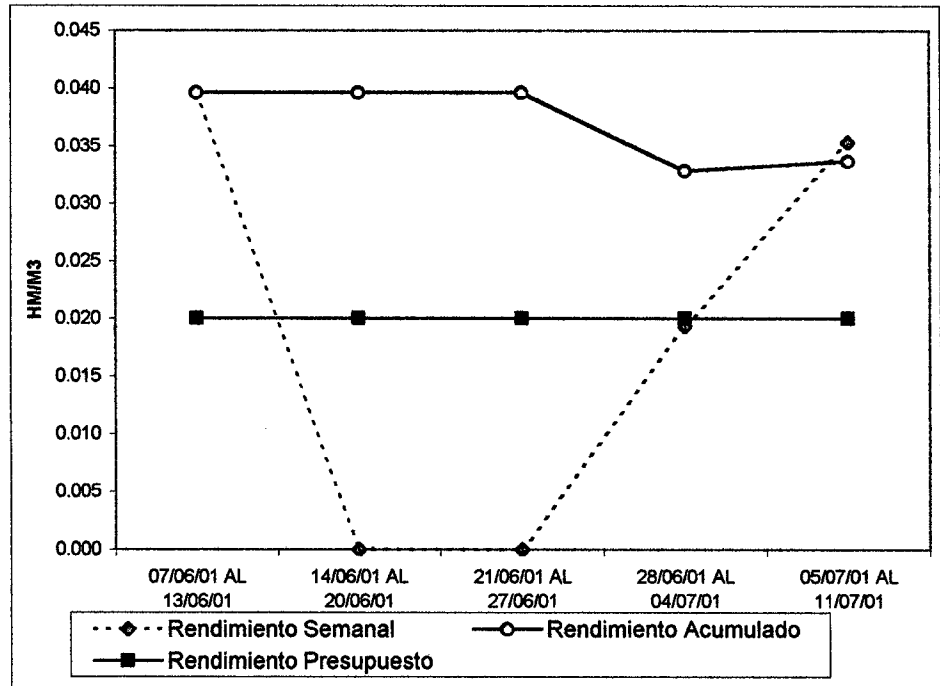
DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL									
	24/05/01 AL 30/05/01	31/05/01 AL 06/06/01	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01	12/07/01 AL 18/07/01	19/07/01 AL 26/07/01	
Avance Semanal (m3)	1,767.79	3,074.20	1,500.00	7,018.53	5,614.82	1,403.71	0.00	0.00	5,219.33	
HM Semanal	34.98	10.50	21.00	21.00	30.00	11.00	0.00	0.00	13.00	
Avance Acumulado (m3)	1,767.79	4,841.99	6,341.99	13,360.52	18,975.34	20,379.05	20,379.05	20,379.05	25,598.38	
HM Acumulado	34.98	45.48	66.48	87.48	117.48	128.48	128.48	128.48	141.48	
Rendimiento Semanal (hm/m3)	0.020	0.003	0.014	0.003	0.005	0.008	0.000	0.000	0.002	
Rendimiento Acumulado (hm/m3)	0.020	0.009	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	
HM ganadas/perdidas a la fecha	237.260	700.186	910.186	1,970.040	2,804.722	3,009.894	3,009.894	3,009.894	3,800.671	

Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.0154 hm/m3

Las HM ganadas/perdidas a la fecha se calculan: DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

II.2.4 CONTROL DE PRODUCCION DE EQUIPO: RODILLO RELLENO AFIRMADO CAMINO DE CANAL



DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL				
	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01
Avance Semanal (m3)	403.73	0.00	0.00	206.32	311.61
HM Semanal	16.00	0.00	0.00	4.00	11.00
Avance Acumulado (m3)	403.73	403.73	403.73	610.05	921.66
HM Acumulado	16.00	16.00	16.00	20.00	31.00
Rendimiento Semanal (hm/m3)	0.040	0.000	0.000	0.019	0.035
Rendimiento Acumulado (hm/m3)	0.040	0.040	0.040	0.033	0.034
HM ganadas/perdidas a la fecha	-7.925	-7.925	-7.925	-7.799	-12.567

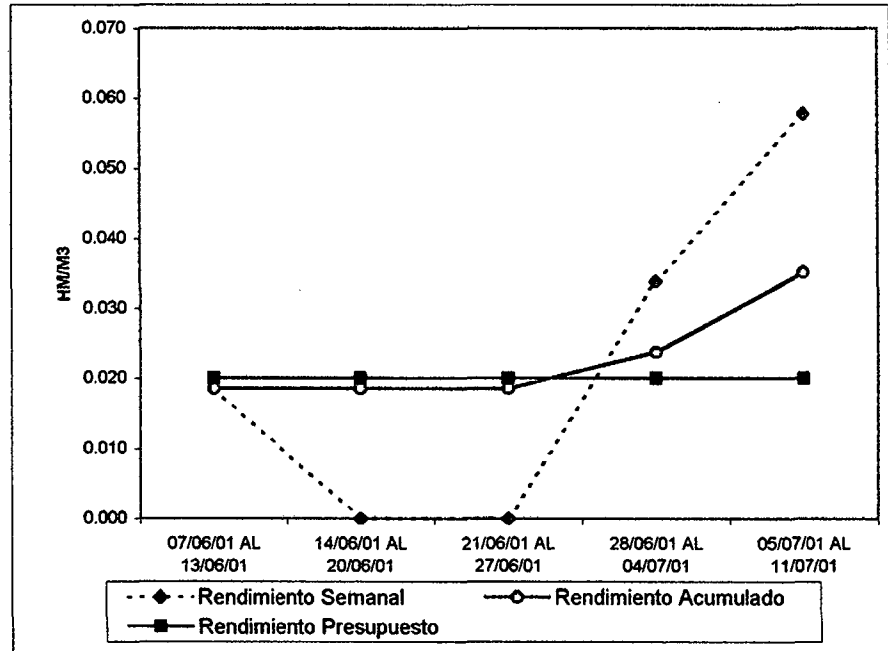
Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.020 hm/m3

Las HM ganadas/perdidas a la fecha se calculan:

DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

II.2.5 CONTROL DE PRODUCCION DE EQUIPO: MOTONIVELADORA RELLENO AFIRMADO CAMINO DE CANAL



DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL				
	07/06/01 AL 13/06/01	14/06/01 AL 20/06/01	21/06/01 AL 27/06/01	28/06/01 AL 04/07/01	05/07/01 AL 11/07/01
Avance Semanal (m3)	403.73	0.00	0.00	206.32	311.61
HM Semanal	7.50	0.00	0.00	7.00	18.00
Avance Acumulado (m3)	403.73	403.73	403.73	610.05	921.66
HM Acumulado	7.50	7.50	7.50	14.50	32.50
Rendimiento Semanal (hm/m3)	0.019	0.000	0.000	0.034	0.058
Rendimiento Acumulado (hm/m3)	0.019	0.019	0.019	0.024	0.035
HM ganadas/perdidas a la fecha	0.575	0.575	0.575	-2.299	-14.067

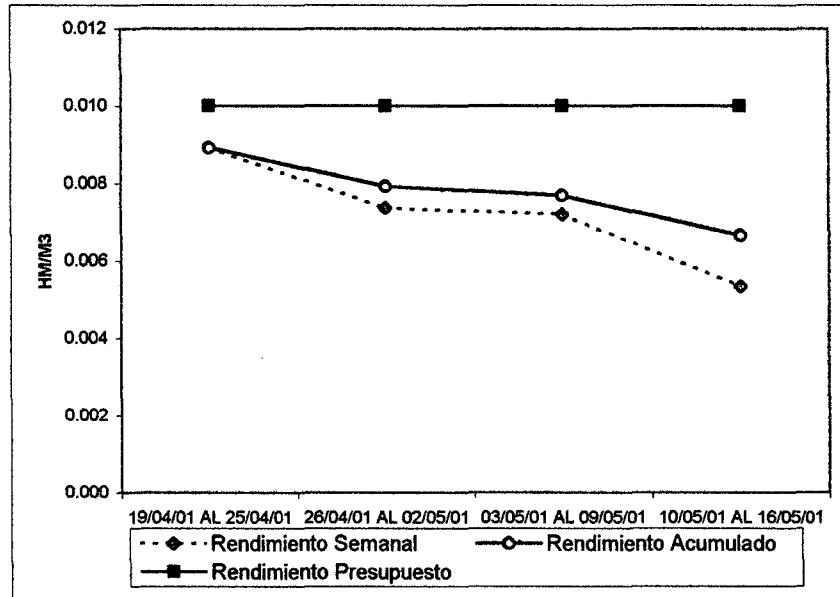
Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.020 hm/m3

Las HM ganadas/perdidas a la fecha se calculan:

DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

**II.2.6 CONTROL DE PRODUCCION DE EQUIPO: CARGADOR
EXCAVACION CORTE CERRADO**



DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL			
	19/04/01 AL 25/04/01	26/04/01 AL 02/05/01	03/05/01 AL 09/05/01	10/05/01 AL 16/05/01
Avance Semanal (m3)	2,127.29	3,933.29	2,917.80	7,112.40
HM Semanal	19.00	29.00	21.00	38.00
Avance Acumulado (m3)	2,127.29	6,060.58	8,978.38	16,090.78
HM Acumulado	19.00	48.00	69.00	107.00
Rendimiento Semanal (hm/m3)	0.009	0.007	0.007	0.005
Rendimiento Acumulado (hm/m3)	0.009	0.008	0.008	0.007
HM ganadas/perdidas a la fecha	2.273	12.606	20.784	53.908

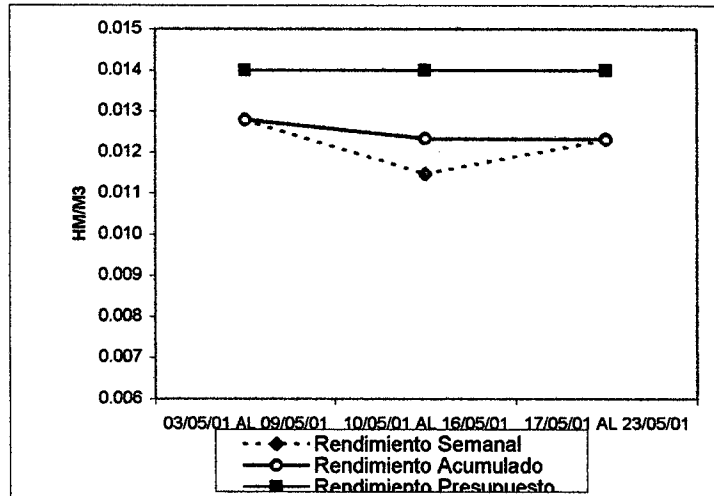
Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.010 hm/m3

Las HM ganadas/perdidas a la fecha se calculan:

$$\text{DELTA 1} = (\text{Rendimiento Presupuesto} - \text{Rendimiento Real}) \times \text{Avance a la Fecha.}$$

**II.2.7 CONTROL DE PRODUCCION DE EQUIPO: TRACTOR D6G
EXCAVACION PLATAFORMA Mat. Suelto**



DESCRIPCION	REAL ACUMULADO SEMANAL		
	03/05/01 AL 09/05/01	10/05/01 AL 16/05/01	17/05/01 AL 23/05/01
Avance Semanal (m3)	1,954.60	1,046.50	1,624.00
HM Semanal	25.00	12.00	20.00
Avance Acumulado (m3)	1,954.60	3,001.10	4,625.10
HM Acumulado	25.00	37.00	57.00
Rendimiento Semanal (hm/m3)	0.013	0.011	0.012
Rendimiento Acumulado (hm/m3)	0.013	0.012	0.012
HM ganadas/perdidas a la fecha	2.364	5.015	7.751

Datos del Presupuesto

Rendimiento 0.014 hm/m3

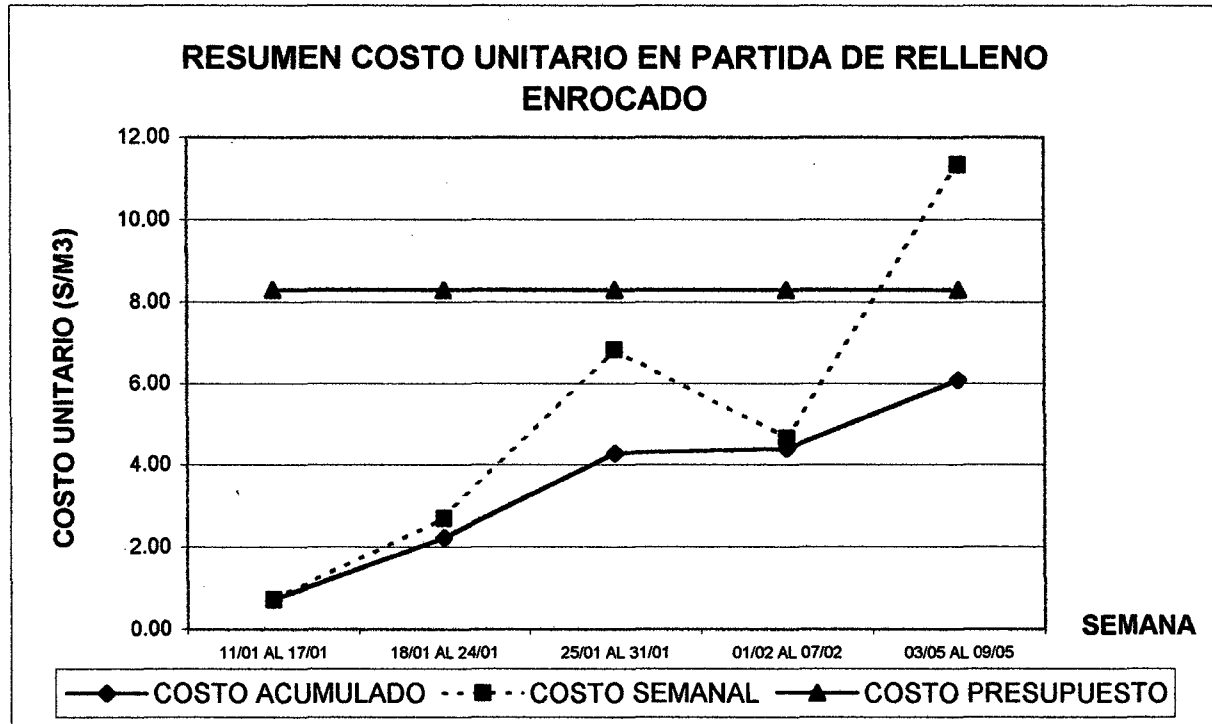
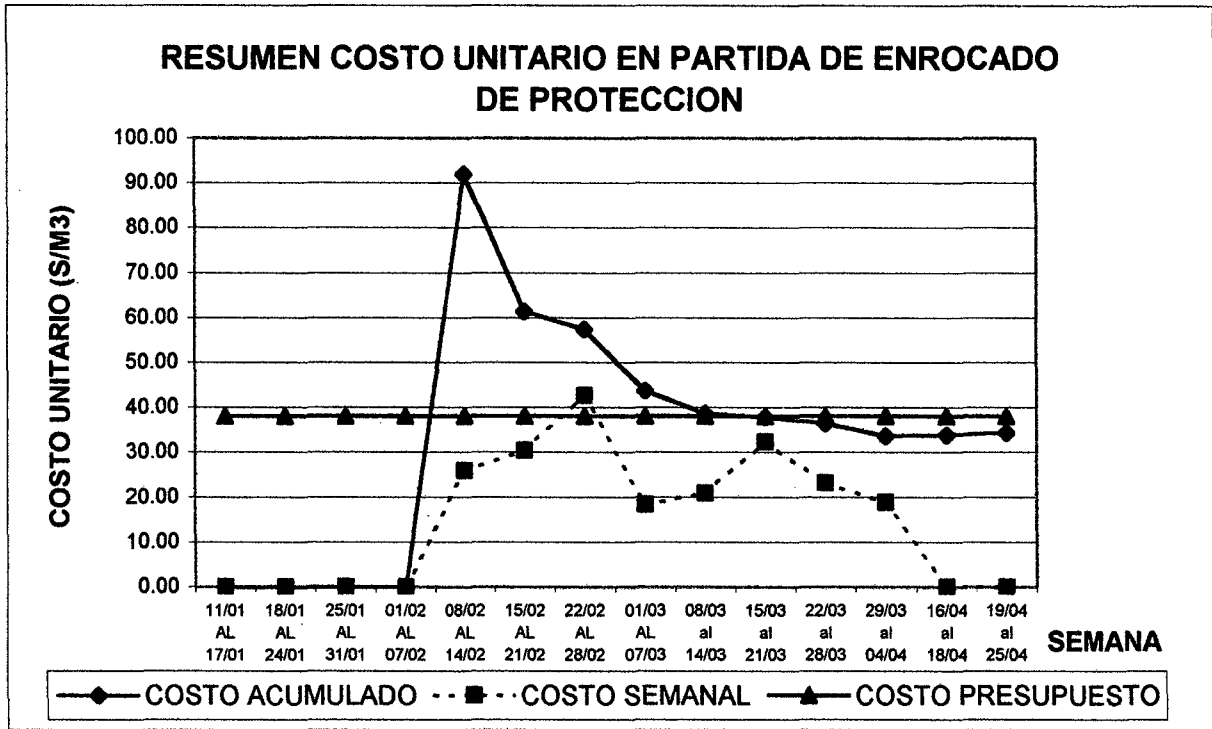
Las HM ganadas/perdidas a la fecha se calculan:

DELTA 1= (Rendimiento Presupuesto - Rendimiento Real) x Avance a la Fecha.

ANEXO IL3

ENROGADO DE PROTECCIÓN Y RELLENO DE ENROGADO

II.3.1 VARIACION DEL COSTO UNITARIO EN PARTIDA DE RELLENO DE ENROCADO Y ENROCADO DE PROTECCION



CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

II.3.2 RESUMEN COSTO UNITARIO

RELLENO ENROCADO DESE EL 11/01 AL 08/02 Y DESDE 03/05 AL 09/05

ACTIVIDAD	11/01 AL 17/01	ACUMULADO (S/.)	18/01 AL 24/01	ACUMULADO (S/.)	25/01 AL 31/01	ACUMULADO (S/.)	01/02 AL 07/02	ACUMULADO (S/.)	03/05 AL 09/05	ACUMULADO (S/.)
MONTO TOTAL (Soles)	357.63	357.63	4,124.74	4,482.37	11,274.17	15,756.54	5,928.37	21,684.91	17,995.75	39,680.66
VOLUMEN DE ROCA COLOCADA (m3)	489.44	489.44	1,526.80	2,016.24	1,649.70	3,665.94	1,272.48	4,938.42	1,588.52	6,526.94
PRECIO UNITARIO REAL (S/.)	0.73	0.73	2.70	2.22	6.83	4.30	4.66	4.39	11.33	6.08
PRECIO UNITARIO (S/.) OFERTA (K=1.551)		8.30		8.30		8.30		8.30		8.30
UTILIDAD (SOLES / M3)	11/01 AL 17/01	7.57	18/01 AL 24/01	6.07	25/01 AL 31/01	4.00	01/02 AL 07/02	3.91	03/05 AL 09/05	2.22

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

**II.3.3 RESUMEN COSTO UNITARIO
ENROCADO DE PROTECCION AL 25/04/01**

ACTIVIDAD	11/01 AL 17/01	ACUMULADO (S/.)	18/01 AL 24/01	ACUMULADO (S/.)	25/01 AL 31/01	ACUMULADO (S/.)	01/02 AL 07/02	ACUMULADO (S/.)	08/02 AL 14/02	ACUMULADO (S/.)	15/02 AL 21/02	ACUMULADO (S/.)	22/02 AL 28/02
MONTO TOTAL (Soles)	44,483.91	44,483.91	54,431.48	98,915.39	43,344.58	142,259.97	66,671.36	208,931.33	82,058.72	290,990.05	94,174.59	385,164.64	72,780.64
VOLUMEN DE ROCA COLOCADA (m³)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,164.20	3,164.20	3,103.00	6,267.20	1,705.90
PRECIO UNITARIO REAL (S/.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.93	91.98	30.35	61.46	42.66
PRECIO UNITARIO (S/.) OFERTA (K=1.551)		38.06		38.06		38.06		38.06		38.06		38.06	
UTILIDAD (SOLES)	11/01 AL 17/01	-38.06	18/01 AL 24/01	-38.06	25/01 AL 31/01	-38.06	01/02 AL 07/02	-38.06	08/02 AL 14/02	-53.90	15/02 AL 21/02	-23.40	22/02 AL 28/02

ACUMULADO (S/.)	01/03 AL 07/03	ACUMULADO (S/.)	08/03 al 14/03	ACUMULADO (S/.)	15/03 al 21/03	ACUMULADO (S/.)	22/03 al 28/03	ACUMULADO (S/.)	29/03 al 04/04	ACUMULADO (S/.)	16/04 al 18/04	ACUMULADO (S/.)	19/04 al 25/04	ACUMULADO (S/.)
457,945.28	79,033.41	536,978.69	73,299.29	610,277.98	81,244.68	691,522.66	46,491.54	738,014.20	72,049.70	810,063.90	5,683.40	815,747.30	14,115.08	829,862.38
7,973.10	4,287.08	12,260.18	3,514.00	15,774.18	2,510.00	18,284.18	2,008.00	20,292.18	3,815.20	24,107.38	0.00	24,107.38	0.00	24,107.38
57.44	18.44	43.80	20.88	38.69	32.37	37.82	23.15	38.37	18.88	33.60	0.00	33.84	0.00	34.42
38.06		38.06		38.06		38.14		38.14		38.14		38.14		38.11
-19.37	01/03 AL 07/03	-5.74	08/03 AL 14/03	-0.63	15/03 AL 21/03	0.31	22/03 AL 28/03	1.77	29/03 AL 04/04	4.53	16/04 AL 18/04	4.30	19/04 AL 25/04	3.69

ANEXO II.4
ANÁLISIS DEL PORCENTAJE DEL
PLAN CUMPLIDO

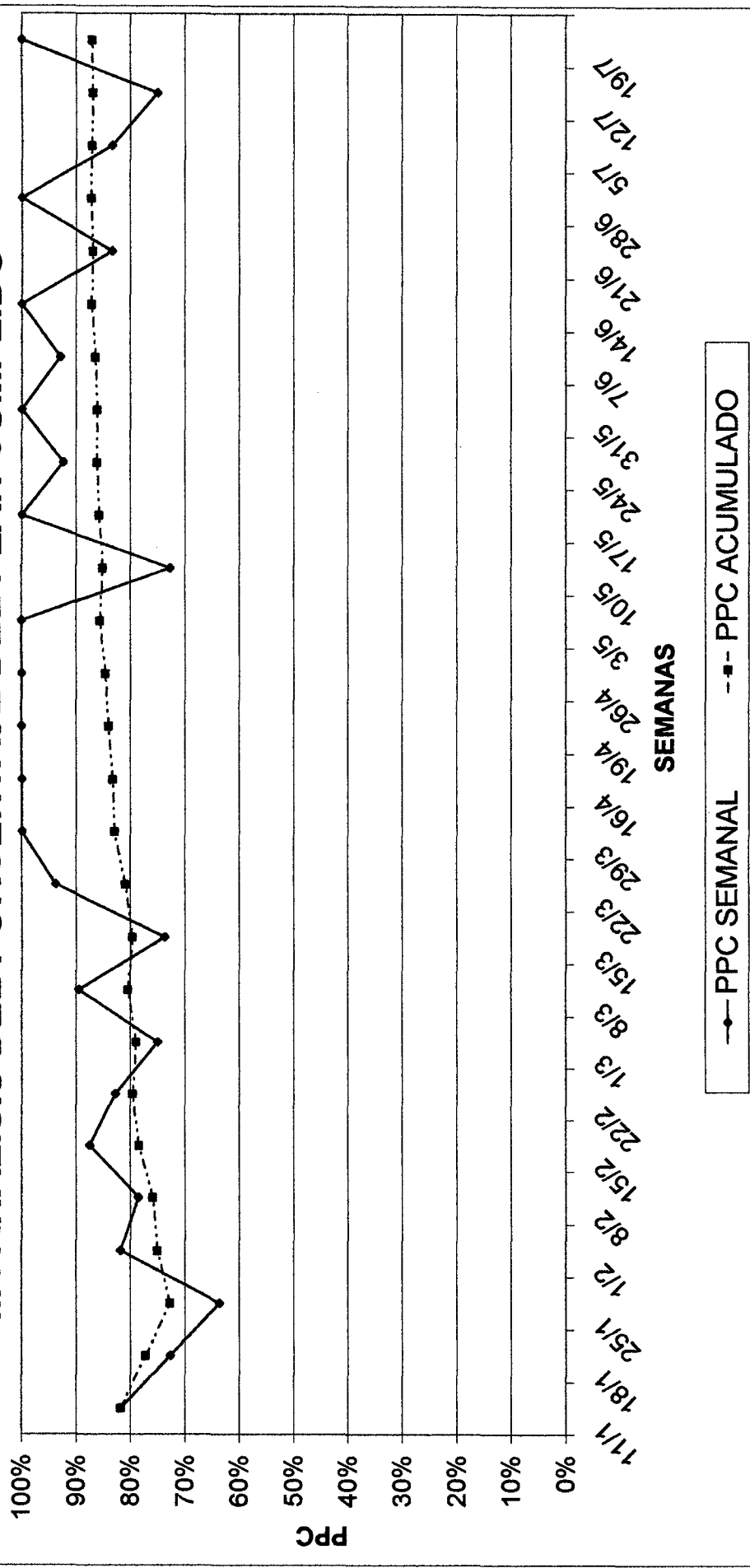
CONSORCIO CHINECAS

OBRA: CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL CASCAJAL, NEPEÑA Y CASMA - SECHIN

II.4 PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO A JULIO DEL 2001.

PROMEDIO DE LA OBRA							
MES	SEMANA	TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS		PPC	
		SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO	SEMANAL	ACUMULADO
Ene-01	11/1	11	11	9	9	82%	82%
	18/1	11	22	8	17	73%	77%
	25/1	11	33	7	24	64%	73%
Feb-01	1/2	11	44	9	33	82%	75%
	8/2	14	58	11	44	79%	76%
	15/2	16	74	14	58	88%	78%
	22/2	29	103	24	82	83%	80%
Mar-01	1/3	16	119	12	94	75%	79%
	8/3	19	138	17	111	89%	80%
	15/3	19	157	14	125	74%	80%
	22/3	16	173	15	140	94%	81%
	29/3	20	193	20	160	100%	83%
Abr-01	16/4	4	197	4	164	100%	83%
	19/4	9	206	9	173	100%	84%
	26/4	9	215	9	182	100%	85%
May-01	3/5	14	229	14	196	100%	86%
	10/5	11	240	8	204	73%	85%
	17/5	13	253	13	217	100%	86%
	24/5	13	266	12	229	92%	86%
	31/5	0	266	0	229	100%	86%
Jun-01	7/6	14	280	13	242	93%	86%
	14/6	14	294	14	256	100%	87%
	21/6	12	306	10	266	83%	87%
	28/6	4	310	4	270	100%	87%
Jul-01	5/7	6	316	5	275	83%	87%
	12/7	4	320	3	278	75%	87%
	19/7	2	322	2	280	100%	87%

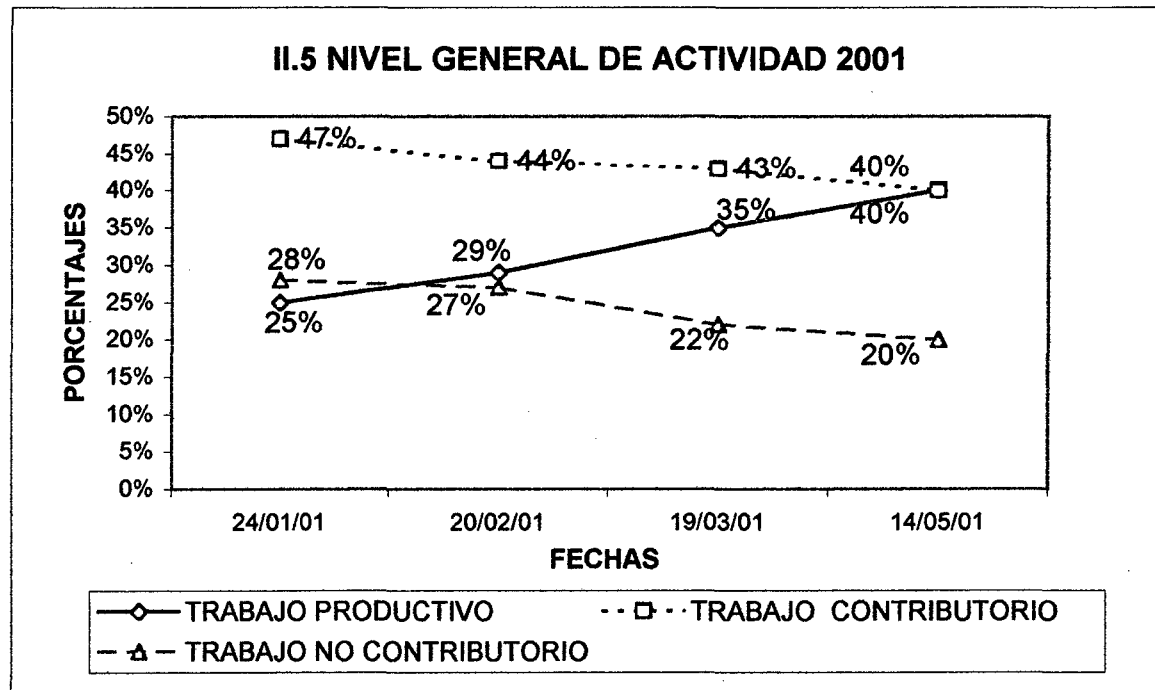
II.4 ANALISIS DEL PORCENTAJE DEL PLAN CUMPLIDO



ANEXO III.5

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD 2001

	TRABAJO	TRABAJO	TRABAJO
FECHA	PRODUCTIVO	CONTRIBUTORIO	NO CONTRIBUTORIO
24/01/01	25%	47%	28%
20/02/01	29%	44%	27%
19/03/01	35%	43%	22%
14/05/01	40%	40%	20%



ANEXO III

CARTAS DE BALANCE 2001

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma-Sechin.

II.6.1 CARTA DE BALANCE

Fecha: 30-01-01

Descripción de la tarea

- 1) Nombre de la Actividad: Vaciado de Muros de Pano Nro. 10.
- 2) Componentes de la cuadrilla
 - Dos operarios.
 - Cinco ayudantes.
- 3) Herramientas y equipos
 - Badilejo
 - Boogies
 - Lampas
 - Vibrador.
- 4) Proveedores
 - Mixer de Concreto
- 5) Insumo
 - Cuadrilla de Vaciado de Concreto
- 6) Producto
 - Muro listo para desencofrar el dia siguiente y ser curado.
- 7) Rendimiento

	TIEMPO (Hora)	RECURSO (HH)	AVANCE (m3)	RENDIMIENTO (HH/M3)	VELOCIDAD (M3/Hora)
Vaciado Muro	1.50	10.5	12.02	0.874	8.013

8) Observaciones

Previo al seguimiento se tuvo la información que el vaciado de los muros del paño 10, se ejecutaría con 7 personas, 2 operarios y 5 ayudantes. Sin embargo, los primeros 40 minutos uno de los ayudantes se trasladó a otro frente de trabajo, para luego volver al vaciado del mencionado muro. Cabe anotar que el muro izquierdo del paño Nro 10 fue el primer muro en comenzar el vaciado, y después de 42 mediciones se comenzó a vaciar el muro derecho del paño mencionado. El vaciado del segundo muro se demoró igual tiempo que el vaciado del primero (45 minutos aproximadamente), a pesar de que en el primer vaciado se tuvo solo a 6 integrantes de la cuadrilla. En ocasiones hubo algunos operarios y ayudantes que estuvieron varios minutos sin hacer nada, tal vez por el exceso de personas para dicho vaciado. Esta actividad solo refleja el vaciado mismo. No se incluye la actividad de curado de la superficie del muro.

En líneas generales, la cuadrilla de vaciado se dispuso de la siguiente manera:

- ✓ 1 Operario encargado de acomodar el Concreto, lo que también implica un acabado adecuado.
- ✓ 1 Operario se encargó de vibrar el Concreto recién vaciado.
- ✓ 2 Ayudantes se encargaban de controlar la bajada del concreto por el chute del mixer.
- ✓ 3 Ayudantes se encargan transportar el concreto que cae por el chute del mixer mediante boogies al muro del paño Nro. 10.

El Capataz estuvo presente solo unos minutos durante el seguimiento, pues estuvo dedicado a otras labores que en ese momento se realizaban.

9) Sugerencias

A opinión del muestreador, esta cuadrilla está sobredimensionada, y por eso se explica los altos porcentajes de trabajo contributivo y no contributivo obtenido del presente análisis.

La presencia de ayudantes transportando el concreto con los boogies se debe limitar a tan solo 2 personas. El muestreador se percató que siempre existía un tercer ayudante haciendo cola para esperar que su boogie se llene de concreto.

La cuadrilla se puede reducir con un ayudante menos si es que se sitúa a tan solo un obrero en el medio del chute para regular el vaciado del concreto que sale del mixer. Si esto es

posible, se eliminará un gran porcentaje de trabajo no contributivo, pues estos dos ayudantes que dispone el capataz se dedican la mayor parte del tiempo a esperar a que puedan dejar pasar el concreto.

Resumiendo, de la cuadrilla de 7 personas, los dos operarios son necesarios, solo dos de los tres ayudantes son importantes para el transporte del concreto con los boogies y si se puede colocar a tan solo un ayudante en el medio del chute para regular el paso del concreto, se tendría una cuadrilla ideal de 5 integrantes (2 operarios y 3 ayudantes).

CONSORCIO CHINECAS





construcción canal principal Cascajal, Nepeña, Casma Sechín




CARTA DE BALANCE

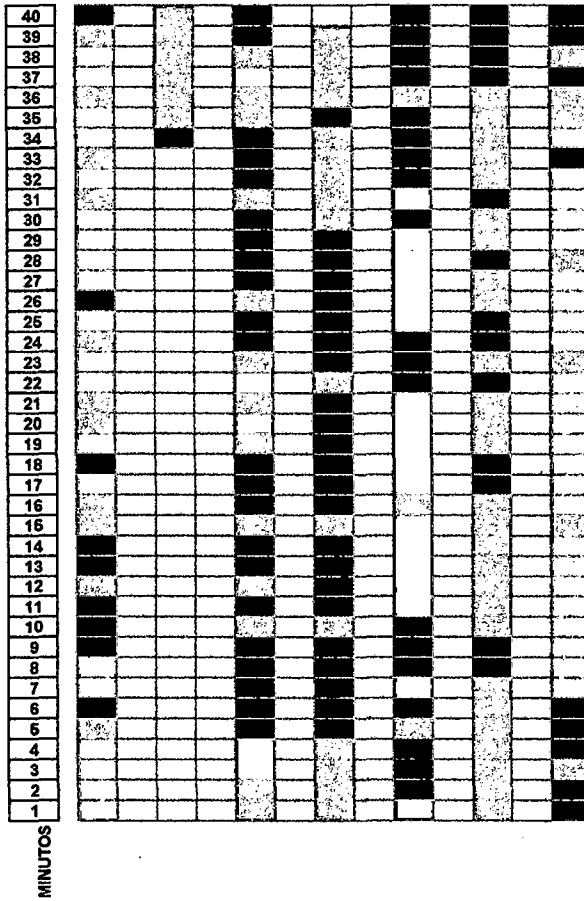
CUADRILLA: VACIADO DE MUROS EN EL PAÑO Nro 10

Inicio : 4:20 pm

Fin : 5:51 pm

-  D = VIBRAR
-  E = ACOMODAR CONCRETO
-  F = LAMPEAR
-  G = VACIAR

-  X = TRABAJOS CONTRIBUTORIOS
-  W = TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS
-  NO ESTUVO PRESENTE EN ESOS MOMENTOS



OPERARIO = CASCO AZUL 1

AYUDANTE = CASCO AZUL 2

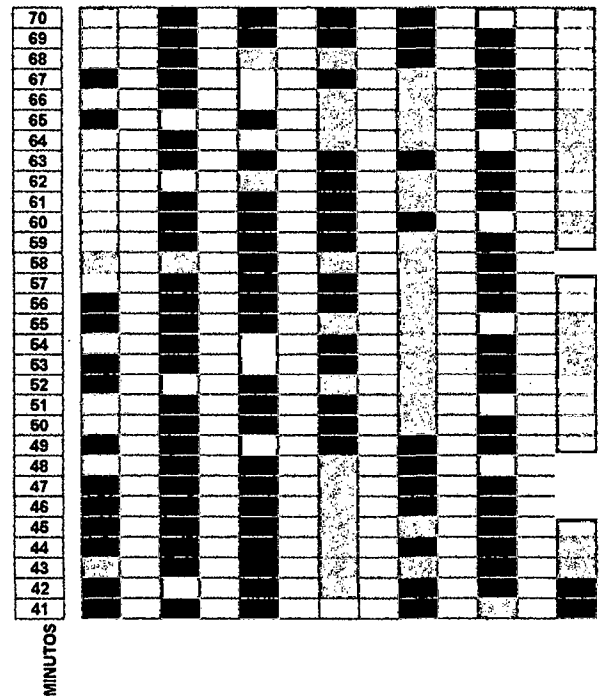
AYUDANTE = CASCO AMARILLO 1

AYUDANTE = CASCO AMARILLO 2

AYUDANTE = CASCO AMARILLO 3

AYUDANTE = CASCO ROJO 1

OPERARIO = CASCO ROJO 2



OPERARIO = CASCO AZUL 1

AYUDANTE = CASCO AZUL 2

AYUDANTE = CASCO AMARILLO 1

AYUDANTE = CASCO AMARILLO 2

AYUDANTE = CASCO AMARILLO 3

AYUDANTE = CASCO ROJO 1

OPERARIO = CASCO ROJO 2

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

DISTRIBUCION DEL TIEMPO

CUADRILLA: VACIADO DE MUROS EN EL PAÑO Nro 10

FECHA: MIERCOLES 30-01-2001

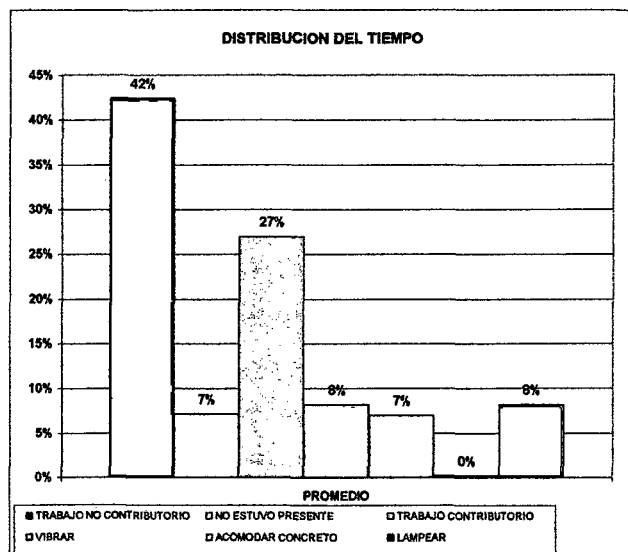
INICIO = 4:20 PM

FIN = 5:51 PM

DESCRIPCION: SEGUIMIENTO A UNA CUADRILLA DE ENCOFRADO DE MURO

	OPERARIO	AYUDANTE		AYUDANTE		AYUDANTE		OPERARIO	SUMA TOTAL	PORCENTAJES
	CASCO AZUL 1	CASCO AZUL 2	CASCO AMARILLO 1	CASCO AMARILLO 2	CASCO AMARILLO 3	CASCO ROJO 1	CASCO ROJO 2			
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	22	26	41	38	31	36	14	208	42%	
NO ESTUVO PRESENTE	0	33	0	2	0	0	0	35	7%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	14	7	17	30	20	28	16	132	27%	
VIBRAR	0	0	0	0	0	0	40	40	8%	
ACOMODAR CONCRETO	34	0	0	0	0	0	0	34	7%	
LAMPEAR	0	0	1	0	0	0	0	1	0%	
VACIAR	0	4	11	0	19	6	0	40	8%	
Total	70	70	70	70	70	70	70	490	100%	

SIGLA	DISTRIBUCION	OPERARIO	AYUDANTE	AYUDANTE	AYUDANTE	AYUDANTE	AYUDANTE	OPERARIO	PROMEDIO	
		CASCO AZUL 1	CASCO AZUL 2	CASCO AMARILLO 1	CASCO AMARILLO 2	CASCO AMARILLO 3	CASCO ROJO 1	CASCO ROJO 2		
A	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	31%	37%	59%	54%	44%	51%	20%	42%	42%
B	NO ESTUVO PRESENTE	0%	47%	0%	3%	0%	0%	0%	7%	7%
C	TRABAJO CONTRIBUTIVO	20%	10%	24%	43%	29%	40%	23%	27%	27%
D	VIBRAR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	57%	8%	8%
E	ACOMODAR CONCRETO	49%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	7%
F	LAMPEAR	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
G	VACIAR	0%	6%	16%	0%	27%	9%	0%	8%	8%
	Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%		



Resumen	Porcentaje
Trabajo productivo	23%
Trabajo contributivo	27%
Trabajo no contributivo	42%
No Estuvo Presente	7%
Total	100%

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma-Sechin.

II.6.2 CARTA DE BALANCE

Fecha: 02-02-01

Descripción de la tarea

1) Nombre de la Actividad: Vaciado de Techo de Paño Nro. 11.

2) Componentes de la cuadrilla

- Cinco operarios.
- Cinco ayudantes.

3) Herramientas y equipos

- Badilejo
- Regla
- Lampas
- Vibrador.

4) Proveedores

- 2 Mixer de Concreto

5) Insumo

- Cuadrilla de Vaciado de Concreto

6) Producto

- Losa lista para acabado final y curado.

7) Rendimiento

	TIEMPO (Hora)	RECURSO (HH)	AVANCE (m3)	RENDIMIENTO (HH/M3)	VELOCIDAD (M3/Hora)
Vaciado Techo	0.70	7	13.07	0.536	18.671

8) Observaciones

La Toma de Datos de la Carta de Balance comenzó 5 minutos después que el mixer haya llegado, lo cual refleja que estaba ya todo preparado para esperar el concreto. Durante el vaciado se necesitaron de dos mixer, donde cada uno tardó un tiempo aproximado de 20 minutos en vaciar el concreto.

La Toma de datos fue solo realizada hasta las 11:50 am, hora en que solo se quedaron en el techo dos operarios(albañiles) realizando el acabado final. Para los 42 minutos que duró el vaciado, se hicieron 33 mediciones donde en las primeras mediciones la cuadrilla era de 8 personas y así esta fue variando según necesidades del capataz con los integrantes de la cuadrilla. Sin embargo, en la mayor parte del tiempo en que se realizó el muestreo, la cuadrilla se compuso de 10 integrantes.

En líneas generales, para la cuadrilla de 10 integrantes, los obreros y los albañiles se dedicaron a las siguientes labores:

- ✓ 1 Operario encargado de controlar el chute, para un adecuado vaciado de concreto desde el mixer.
- ✓ 3 Operarios se encargaron de darle el acabado a la superficie de la losa.
- ✓ 1 Operador se encargó de vibrar el concreto recién vaciado.
- ✓ 4 Ayudantes se encargaron de lampear constantemente el concreto, para que éste se distribuya por toda la losa.
- ✓ 1 Ayudante se encargó de sujetar el vibrador.

El Capataz estuvo presente solo unos minutos durante el seguimiento, pues estuvo dedicado a otras labores que en ese momento se realizaban.

9) Comentarios y Sugerencias

Respecto a los resultados obtenidos de esta Carta de Balance (ver gráficos) se puede observar el alto porcentaje de trabajo no contributorio obtenido (hasta un 10 % mayor que el obtenido en la Carta de Balance realizada a la Cuadrilla de Vaciado de Concreto en el Muro del paño Nro.10). Dentro de este gran porcentaje de tiempo muerto, hubo muchos descansos de los ayudantes que se dedicaron a lampear el concreto, además como las esperas "inevitables" del operario que se encargaba de regular el chute así como del vibrador. Sin embargo, el factor que más influyó en el alto trabajo no contributorio encontrado fue el Ayudante quien se dedicó el 100% del tiempo que estuvo en observación sólo a sujetar el vibrador.

Cuando se tiene una cuadrilla muy numerosa (comparándola con la cuadrilla del vaciado del concreto en los muros) el principal factor que nos puede indicar que una cuadrilla esta mal dimensionada es el porcentaje de trabajo no contributorio. Como ya mencioné anteriormente, ésta es muy alta (más de la mitad del tiempo en observación es tiempo muerto, si consideramos también el tiempo en que algunos trabajadores no estuvieron en el momento de la observación). Trataremos de ver a continuación las principales causas de este alto porcentaje.

- El muestreador considera que dos operarios son siempre necesarios para realizar el acabado y un tercero para que ayude cuando se le necesite y/o de algunas sugerencias o indicaciones a los otros dos albañiles. Este aspecto si fue observado en la medición, sin embargo, el regleador 1 se dedicó a momentos de ocio cuando a éste no se le necesitaba.
- El muestreador también considera que siempre es necesario tener una persona que regule el chute, sin embargo es inexplicable que un albañil u operario se dedique a esto. Este trabajo es inevitable, provoca mucho tiempo no útil, por ello habría que tratar que la persona que se dedique a esta labor sea solo un ayudante y no una persona que nos cueste más sin producir nada. Con esto se demuestra que sólo es necesario una persona que regule el chute del mixer, y no como se dio en caso del vaciado de los muros que se tenían a dos personas encargadas de esta labor.
- El Operario del vibrador es siempre necesario, y sus tiempos de espera son "inevitables" hasta cierto punto, pero un ayudante que solo se dedique a sujetar el vibrador y que por ello sólo tenga trabajo no contributorio es una de las principales causas que los porcentajes de trabajo no útil aumenten en la cuadrilla. De existir la manera de colocar el vibrador en una pequeña plataforma de madera, que puede ser colocada sobre el encofrado inferior se puede evitar tener una persona que no aporta ningún trabajo útil a la actividad.
- Si observamos el desempeño de los ayudantes que trabajaron con la lampa, podemos observar que sólo en dos observaciones de las 33 realizadas, los cuatro obreros estaban lampeando el concreto al mismo tiempo. En las demás observaciones siempre había un ayudante que descansaba por momentos. Si queremos considerar este aspecto, el colocar a 4 ayudantes que se dediquen a esta labor puede ser correcto, sin embargo, desde el punto de vista productivo, sólo sería necesario tener a tres ayudantes.

En Resumen, podemos comentar:

- ✓ Una cuadrilla ideal para esta actividad sería de 8 personas (obviando a dos ayudantes, a una persona que sujete el vibrador y a otra que trabaje con la lampa). Se podría recomendar que si el vaciado es de noche la cuadrilla suba a 9 integrantes, añadiéndole un ayudante más que se dedique a la lampa, por los bajos rendimientos que se obtendría a altas horas de la noche. Los demás integrantes de la cuadrilla, el muestreador considera que son necesarios, con la particularidad de no colocar a un operario que regule el chute, sino a un ayudante.
- ✓ Comparando las cuadrillas de vaciado de concreto en techo y en muros, siempre sería recomendable lograr una programación de tal forma que el vaciado de los techos sea de día y de los muros de noche, pues en esta última actividad se puede disponer de menos personas (5 ó 6 integrantes), y así, si es necesario pagar sobretiempos, éste sólo se pagaría a un grupo reducido de 5 ó 6 personas. Asimismo, el excedente de personas que se de en el momento de vaciado de los muros puede apoyar el curado con las "arroceras" de agua sobre los techos, actividad que observé que avanzaba en forma muy lenta, mucho después de haber observado muchas fisuras en varias losas expuestas al sol uno o más días después de haber sido vaciadas, a pesar de haber sido ya tratadas con el curador químico
- ✓ Finalmente, como un comentario aparte, sería bueno exigirles condiciones de trabajo más seguras a los albañiles que realizan el acabado final. En la Carta de Balance realizada, se pudo observar a un albañil que caminaba siempre por el borde del techo sin ningún elemento de seguridad además del casco, para tratar de cumplir su labor.

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

DISTRIBUCION DEL TIEMPO

CUADRILLA: VACIADO DE TECHO EN EL PAÑO Nro 11

FECHA: VIERNES 02-02-2001

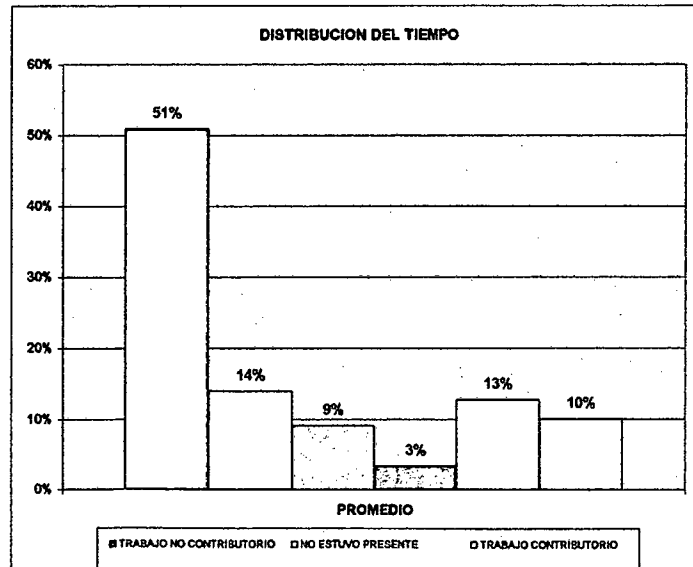
INICIO = 11:08 AM

FIN = 11:50 AM

DESCRIPCION: SEGUIMIENTO A UNA CUADRILLA DE ENCOFRADO DE TECHO

	OPERARIO CHUTE	AYUDANTE LAMPA 1	AYUDANTE LAMPA 2	AYUDANTE LAMPA 3	AYUDANTE LAMPA 4	OPERARIO REGLEADO 1	OPERARIO REGLEADO 2	OPERARIO REGLEADO 3	AYUDANTE VIBRADOR	AYUDANTE SUJETA VIBRADOR	SUMA TOTAL
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	15	16	15	21	18	8	21	11	19	24	168
NO ESTUVO PRESENTE	5	0	4	0	4	14	0	8	2	9	46
TRABAJO CONTRIBUTORIO	13	4	8	0	0	1	2	1	1	0	30
VIBAR	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	11
LAMPEAR	0	13	8	12	11	0	0	0	0	0	42
REGLEAR, PAÑETEAR	0	0	0	0	0	10	10	13	0	0	33
Total	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	264

SIGLA	DISTRIBUCION	OPERARIO	AYUDANTE	AYUDANTE	AYUDANTE	AYUDANTE	OPERARIO	OPERARIO	OPERARIO	AYUDANTE	AYUDANTE	PROMEDIO
		CHUTE	LAMPA 1	LAMPA 2	LAMPA 3	LAMPA 4	REGLEADO 1	REGLEADO 2	REGLEADO 3	VIBRADOR	SUJETA VIBRADOR	
A	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	45%	48%	45%	64%	55%	24%	64%	33%	58%	73%	81%
X	NO ESTUVO PRESENTE	15%	0%	12%	0%	12%	42%	0%	24%	6%	27%	14%
B	TRABAJO CONTRIBUTORIO	39%	12%	24%	0%	0%	3%	6%	3%	3%	0%	9%
V	VIBRAR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	33%
D	LAMPEAR	0%	39%	18%	36%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	13%
E	REGLEAR, PAÑETEAR	0%	0%	0%	0%	0%	30%	30%	39%	0%	0%	10%
Total		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	



Resumen	Porcentaje
T. Productivo	26%
T. Contributorio	9%
T. No contributorio	51%
No Estuvo Presente	14%
Total	100%

ANEXO 117

NIVEL DE ACTIVIDAD

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma-Sechin.

Fecha: Jueves 25 de Enero de 2001

II.7.1 MUESTREO DE NIVEL DE ACTIVIDAD

- **Descripción de la muestra:**

La obtención de datos se realizó entre las 7:30 a.m. hasta las 12:30 p.m., con un universo de 90 obreros aproximadamente.

- **Actividades Muestreadas:**

Durante la medición se notaron las siguientes actividades:

- Explotación Roca Cantera Cerro Blanco
- Colocación de Enrocado
- Acero de refuerzo y Encofrado en superficie.
- Concreto Reforzado 210.

- **OBSERVACIONES**

De los resultados obtenidos del presente Nivel General de Actividad, podemos observar los altos porcentajes de Trabajo Contributorio y los bajos niveles de trabajo Productivos. El Transporte y los Viajes fueron aspectos muy observados durante la mañana del Miércoles 24/01. Estos por lo general se debían por la falta de un aprovisionamiento adecuado de los materiales en los frentes de trabajo, lo que ocasionaba que los obreros tengan que desplazarse constantemente desde sus lugares de trabajo en búsqueda de los materiales que requerían. Se recomienda que este aprovisionamiento debe ser realizado apenas empieza la jornada de trabajo para evitar estos tiempos muertos.

Asimismo, durante el Muestreo del Nivel de Actividad se observó el vaciado de la losa del paño 20 (contando desde la progresiva 70+854.00) del conducto cubierto. En particular, esta actividad presentó mucho tiempo no contributorio (Tiempo ocioso y esperas) debido a que según la opinión del muestreador existía una cuadrilla sobredimensionada. Además se demoraron en llegar los mixer de concreto debido a que la planta tuvo problemas en operar normalmente ese día. La actividad de Colocación de Acero fue la más productiva y la del Encofrado presentó muchos casos de Trabajo Contributorio debido a esperas de los materiales y el transporte de la madera. En lo referente a la actividad de Colocación del Enrocado, solo se pudieron realizar mediciones por una hora aproximadamente, debido a que se tuvo que disponer al personal y al equipo a las labores de emergencia.

Finalmente, para la Explotación de la roca, se encontraron siempre porcentajes uniformes de trabajo productivo y contributorio, debido al condicionamiento de la presencia de solo 6 perforadoras.

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín
NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FRENTES: TALLERES DE FIERRO, CARPINTERIA Y SOLDADURA

VACEADO DE CONCRETO DEL CONDUCTO CERRADO (Incluye Colocación de Encofrado y Acero)

EXPLOTACION DE CANTERA ROCA

COLOCACION DE ENROCADO

NUMERO DE OBREROS: 90 (aprox.)

FECHA: MIERCOLES 24-01-2001

HORA: DESDE 7:30 a.m. HASTA 12:30 p.m.

TP	TC	TNC	TOT
95	180	109	384

TP	TC	TNC	TOT
25%	47%	28%	100%

TP : TRABAJO PRODUCTIVO

TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO

T: TRANSPORTE

L: LIMPIEZA

I: INSTRUCCIONES

M: MANTENIMIENTO EQUIPO

X: OTROS TRABAJOS CONTRIB.

TNC: TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

V: VIAJES

O: TIEMPO OCIOSO

E: ESPERA

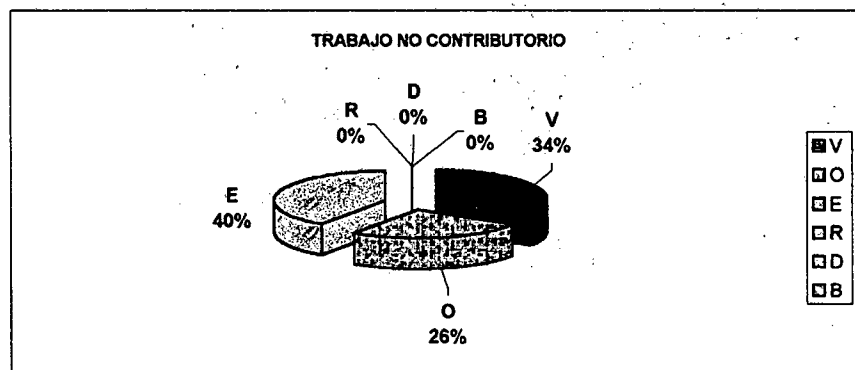
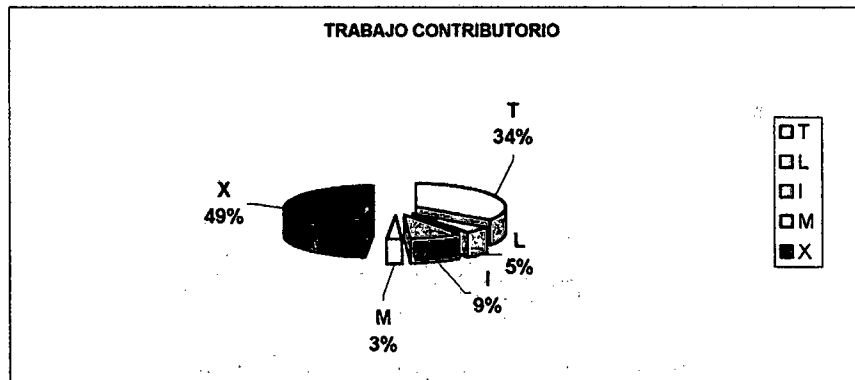
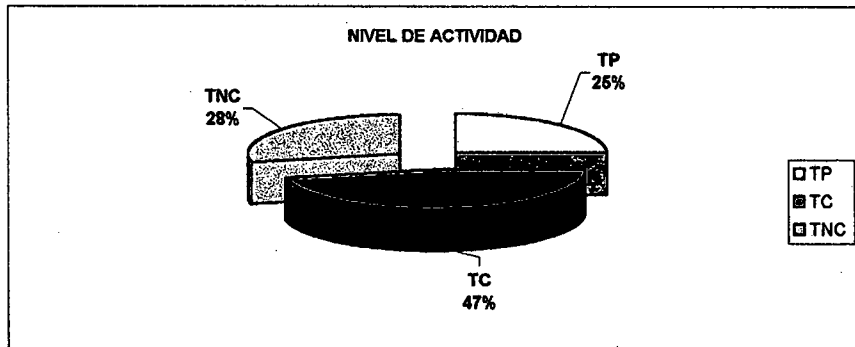
R: TRABAJO REHECHO

D: DESCANSO

B: NECESIDADES FISIOLÓGICAS

TC					TNC					
T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	B
62	9	17	5	87	37	28	44	0	0	0

TC					TNC					
T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	B
34%	5%	9%	3%	48%	34%	26%	40%	0%	0%	0%



CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma-Sechin.

Fecha: Martes 20 de Febrero de 2001

II.7.2 MUESTREO DE NIVEL DE ACTIVIDAD

• DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

La obtención de datos se realizó entre las 8:30 a.m. hasta las 12:10 p.m., con un universo de 80 obreros aproximadamente. De este total de 80 obreros se tienen:

- ✓ 4 Ferreros,
- ✓ 16 Carpinteros,
- ✓ 7 Albañiles,
- ✓ 44 Ayudantes,
- ✓ Otros.

La toma de datos sólo llegó a realizarse con un total de 300 observaciones realizadas, sin llegar al mínimo de 384 recomendado para este tipo de medición, sin embargo, de este muestreo realizado se pueden obtener importantes conclusiones.

• ACTIVIDADES MUESTREADAS:

Durante la medición se notaron las siguientes actividades:

- Explotación Roca Cantera Cerro Blanco
- Colocación de Enrocado en la uña y talud del Dique Margen Izquierdo Aguas Arriba.
- Acero de refuerzo y Encofrado en superficie.
- Concreto Reforzado 210.

Estas dos últimas actividades abarcan más del 90% de las observaciones realizadas, debido a que la mayoría de trabajadores se concentran en estas labores.

• OBSERVACIONES

El presente Nivel General de Actividad demuestra que en general, no se han mejorado los índices de trabajo productivo respecto al último Nivel General de Actividad realizado (Martes 20/01/2001), donde el trabajo Productivo alcanzó un 25%, es decir, tan solo un 4% menos que el registrado en la presente medición. El alto porcentaje de Trabajo Contributorio se mantiene vigente (44%), mientras que el Trabajo No Contributorio se mantiene en un índice casi constante (27%).

De la medición realizada, los altos porcentajes de Trabajo Contributorio se explican a juicio del muestreador, debido a la excesiva cantidad de personas que se encuentran en el campo solo para transportar materiales como madera o acero, para la construcción del Canal de Descarga. El transporte se podría organizar de manera tal que sea realizada por un vehículo y sólo una vez a una determinada hora. Se pierden muchas horas-hombre en trabajos que se podría realizar en menor tiempo si es que se contaría con una mejor organización en el abastecimiento de materiales en los frentes de trabajo.

Los bajos porcentajes de trabajo productivo han coincidido con rendimientos que sobrepasan los previstos en la actividad del Concreto (ver I.P. de la semana del 15/02 al 21/02). Es muy probable que se esté contando con cuadrillas sobredimensionadas, donde no existen frentes de trabajo disponibles permanentemente, originando por ello que este "exceso de personal" se dedique a trabajos contributorios como transporte de material, limpieza, etc. Al tenerse más horas hombre, evidentemente, la producción disminuirá.

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín
 NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FRENTES: TALLERES DE FIERRO, CARPINTERIA Y SOLDADURA

VACEADO DE CONCRETO DEL CANAL DE DESCARGA, (Incluye Colocación de Encofrado y Acero)

EXPLOTACION DE CANTERA ROCA

COLOCACION DE ENROCADO

NUMERO DE OBREROS: 80 (aprox.)

FECHA: MARTES 20-02-2001

HORA: DESDE 8:30 a.m. HASTA 12:10 p.m.

TP	TC	TNC	TOT
86	133	81	300

TP	TC	TNC	TOT
29%	44%	27%	100%

TP : TRABAJO PRODUCTIVO

TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO

T: TRANSPORTE

L: LIMPIEZA

I: INSTRUCCIONES

M: MANTENIMIENTO EQUIPO

X: OTROS TRABAJOS CONTRIB.

TNC: TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

V: VIAJES

O: TIEMPO OCIOSO

E: ESPERA

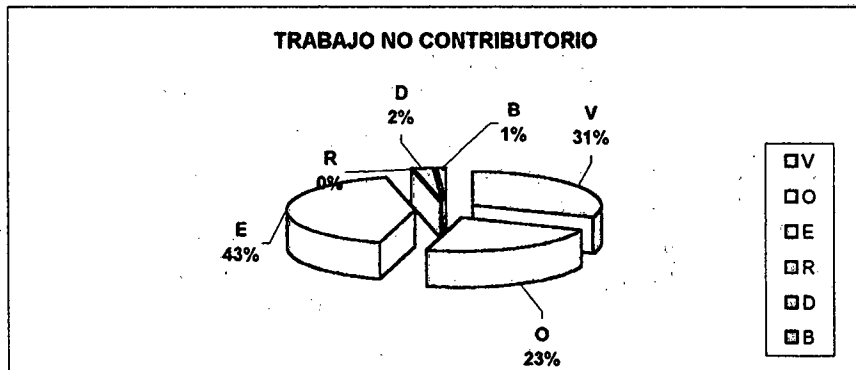
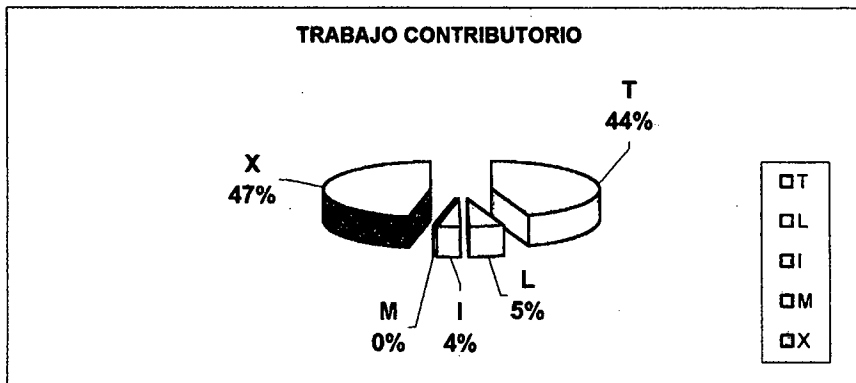
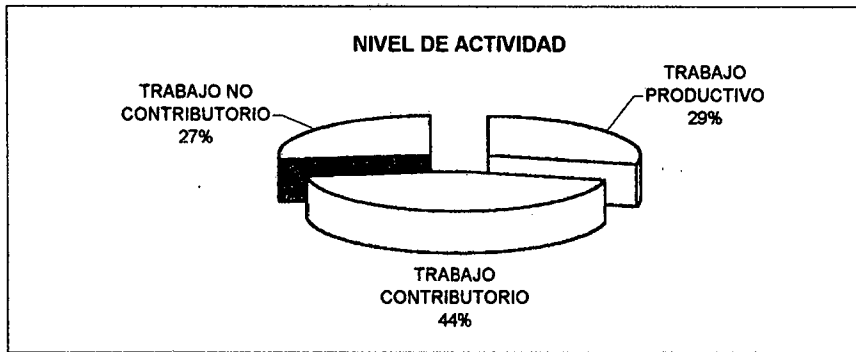
R: TRABAJO REHECHO

D: DESCANSO

B: NECESIDADES FISIOLÓGICAS

TC					TNC					
T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	B
59	7	5	0	62	25	19	34	0	2	1

TC					TNC					
T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	B
44%	5%	4%	0%	47%	31%	23%	42%	0%	2%	1%



CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma-Sechin.

FECHA: Lunes 19 de Marzo del 2001

II.7.3 INFORME DE NIVEL DE ACTIVIDAD

- **DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:**

La obtención de datos se realizó entre las 8:30 a.m. hasta las 11:30 a.m., y entre las 4:00 hasta las 5:30 p.m. con un universo de 45 obreros aproximadamente. De este total de 45 obreros se tuvo:

- ✓ 8 Carpinteros,
- ✓ 4 Albañiles,
- ✓ Aproximadamente 35 trabajadores, entre operarios y ayudantes distribuidos en las actividades de Concreto, Encofrado, Sellado de Juntas, Colocación de roca en los Diques, Topografía, Excavación, Relleno y Colocación de tubería, incluyéndose también a 3 operarios de la Planta de Concreto que durante el mencionado día apoyaron en diferentes labores en el Conducto Cubierto.

La toma de datos sólo llegó a realizarse con un total de 250 observaciones realizadas, sin llegar al mínimo de 384 recomendado para este tipo de medición, sin embargo, de este muestreo realizado se pueden obtener importantes conclusiones.

- **ACTIVIDADES MUESTREADAS:**

Del total de actividades que han sido mencionadas anteriormente, el Frente del Conducto Cubierto constituye un aproximado del 95 % de las observaciones muestreadas en el presente Nivel General de Actividad.

- **OBSERVACIONES**

El presente Nivel General de Actividad nos muestra un aumento del Trabajo Productivo con respecto al último Nivel General de Actividad, realizado el mes anterior (de un 29% a un 35%), trayendo consigo una disminución del Trabajo No Contributorio (desde un 27% hasta un 22%). Sin embargo, los niveles de Trabajo Contributorio se mantuvieron casi constantes con respecto al muestreo realizado el mes pasado (antes resultó ser 44%, ahora fue 43%).

Respecto a la semana pasada, los altos porcentajes de Trabajo Contributorio que en esta oportunidad se obtuvieron se deben principalmente a lo que denominamos "Otros Trabajos Contributorios", que enmarcan trabajos de picado de "rebabas" de concreto, trabajos de "resane" de concreto, mediciones, entre otros. El Transporte como trabajo Contributorio mostró una disminución considerable, debido al apoyo constante de un vehículo para su realización.

Se está considerando la actividad de Desencofrado como un trabajo Productivo, por encontrarse dentro de la partida de Encofrado. En horas de la mañana, donde no se realiza ningún vaciado, la cuadrilla de Concreto (4 albañiles y 2 peones) se dedica a trabajos de Desencofrado o a diferentes Trabajos Contributorios como transporte o como los mencionados anteriormente.

El aumento del trabajo productivo ha coincidido con la mejora en los ratios de productividad de Encofrado con respecto a semanas pasadas, actividad que mostró un buen índice de trabajo productivo durante el muestreo realizado (ver I.P. de la semana del 15/03 al 21/03). Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, la cuadrilla de Concreto es la principal razón por la que se tienen altos índices de trabajo Contributorio, debido a que como no se tienen suficientes frentes de trabajo, este "exceso de personal" se dedica en su mayoría a trabajos contributorios como transporte de material, limpieza, etc. Al tenerse más horas hombre, evidentemente, la producción disminuirá, por ello, el ratio de productividad de Concreto aún sigue sobrepasando el límite del presupuesto. Como un dato referencial, si en Febrero se vaciaba un aproximado de 50 m³ diarios, ahora solo se vacía un aproximado de 15 m³ diarios.

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FRENTES: CONDUCTO CUBIERTO
DIQUE MARGEN DERECHA

NUMERO DE OBREROS: 45 (aprox.)

FECHA: MARTES 19-03-2001

HORA: DESDE 8:30 a.m. HASTA 11:30 a.m.
DESDE 4:00 p.m. HASTA 5:30 p.m.

TP	TC	TNC	TOT
88	106	56	250

TP : TRABAJO PRODUCTIVO

TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO

T: TRANSPORTE

L: LIMPIEZA

I: INSTRUCCIONES

X: OTROS TRABAJOS CONTRIB.

TNC: TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

V: VIAJES

O: TIEMPO OCIOSO / DESCANSO

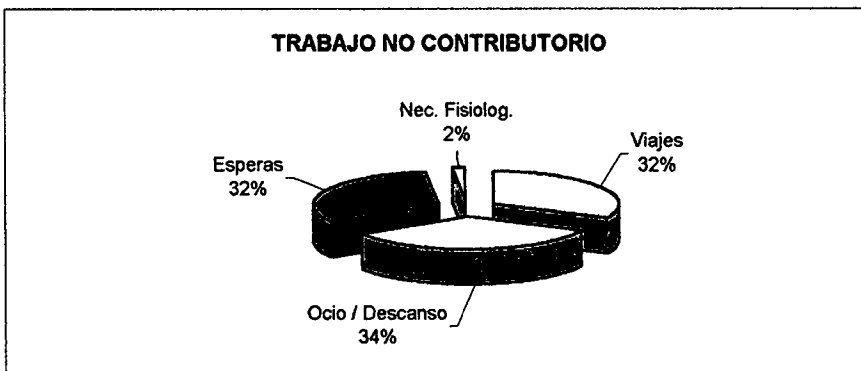
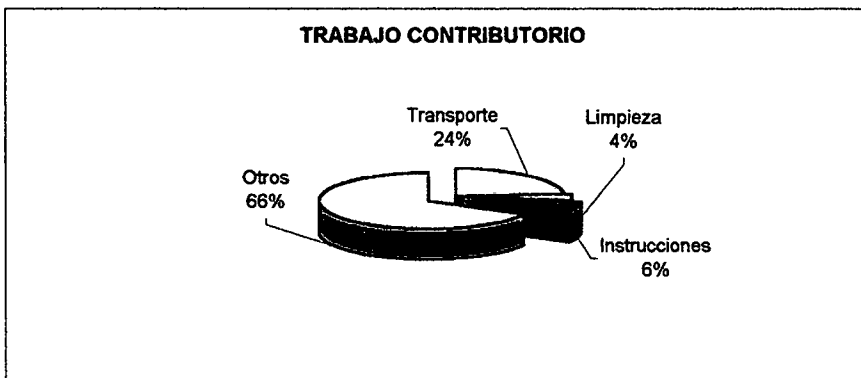
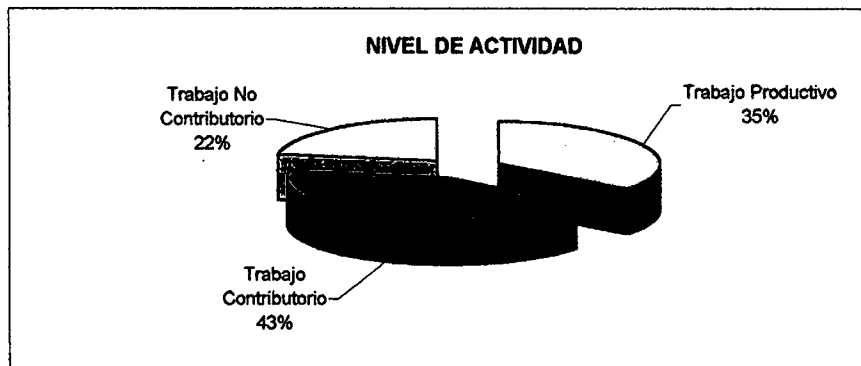
E: ESPERA

B: NECESIDADES FISIOLÓGICAS

TP	TC	TNC	TOT
35%	42%	22%	100%

TC				TNC			
T	L	I	X	V	O	E	B
25	4	6	71	18	19	18	1

TC				TNC			
T	L	I	X	V	O	E	B
24%	4%	6%	67%	32%	34%	32%	2%



CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma-Sechin.

II.7.4 MUESTREO DE NIVEL DE ACTIVIDAD

Fecha: Lunes 14 de Mayo del 2001

- **DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:**

La obtención de datos se realizó entre las 8:30 a.m. hasta las 11:30 a.m., con un universo de 40 obreros aproximadamente. De este total de 40 obreros se tienen 14 Carpinteros, con sus respectivos ayudantes y 12 obreros aproximadamente que se dedicaron a diferentes labores en el Conducto Cubierto. La toma de datos sólo llegó a realizarse con un total de 130 observaciones realizadas, sin llegar al mínimo de 384 recomendado para este tipo de medición, sin embargo, de este muestreo realizado se pueden obtener importantes conclusiones.

- **ACTIVIDADES MUESTREADAS:**

Entre las diferentes actividades que se incluyó en el presente muestreo, la Actividad de Habilitación de la Madera, Encofrado y Desencofrado fueron las más importantes, debido a que las actividades de Concreto y Fierro son actualmente actividades de subcontratistas.

- **OBSERVACIONES**

- ✓ Respecto al último Nivel General de Actividad (19/03/01), **los niveles de trabajo productivo aumentaron desde un 35% hasta un 40%**, mientras que el Trabajo Contributorio disminuyó desde un 43% hasta un 40%. Lo mismo sucedió con el Trabajo No contributorio, que disminuyó desde un 22% hasta un 20%.
- ✓ Del total del Trabajo Contributorio, el Transporte de materiales constituyó un 33%, y otras actividades como el picado de los muros (previo al vaciado de concreto en los techos) resultó en un 44% aproximadamente. En lo referente al transporte de materiales, se ha seguido observando a personal que se dedique a transportar los paneles para el encofrado de techo desde el taller hasta el mismo conducto cubierto, aunque en menor medida que el pasado muestreo. Estos trabajos se podrían evitar con una adecuada planificación donde las movildades de la obra puedan apoyar. En cuanto al picado de los muros, se sugiere que este sea realizado antes de encofrar el techo y colocar el fierro, para poder obtener un mejor rendimiento. Para ello, se podría optar un día por vaciar solo muros, con el objetivo de que la cuadrilla de picado trate de nivelarse y que siempre esté por delante de los carpinteros. Se puede optar también por la posibilidad de que esta cuadrilla trabaje el día domingo.

- ✓ Finalmente, como un comentario adicional, el objetivo de un Nivel General de Actividad es el de poder compararnos con estándares nacionales e internacionales de productividad. En el siguiente cuadro podemos observar en que contexto nos ubicamos:

NIVELES DE TRABAJO PRODUCTIVO		
PROMEDIO DE OBRAS EN LIMA	C. CHINECAS 14/05/01	PROMEDIO DE OBRAS EN CHILE
28%	40%	47%

Fuente: "Productividad en Obras de Construcción". V. Ghio.

CONSORCIO CHINECAS

Construcción Canal Principal Cascajal, Nepeña, Casma, Sechín

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD

FECHA: LUNES 14-05-2001

FRENTE: CONDUCTO CUBIERTO. FASE III

NUMERO DE OBREROS: 45 (aprox).

HORA: DESDE 8:30 a.m. HASTA 11:30 a.m.

TP	TC	TNC	TOT
52	52	26	130

TP : TRABAJO PRODUCTIVO

TC: TRABAJO CONTRIBUTORIO

TNC: TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

T: TRANSPORTE

V: VIAJES

L: LIMPIEZA

O: TIEMPO OCIOSO

M: MEDICIONES

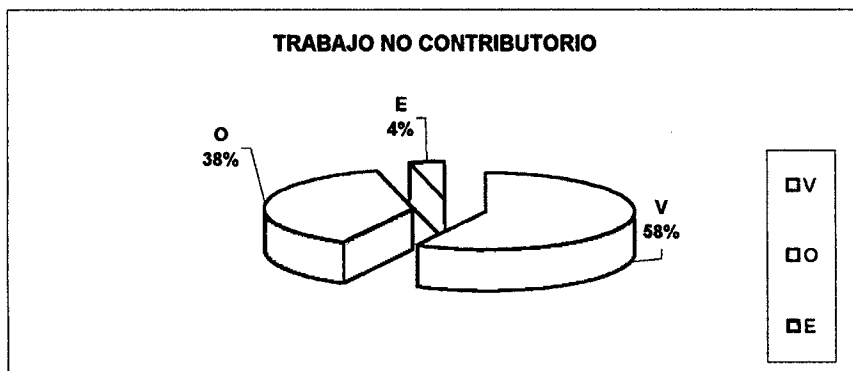
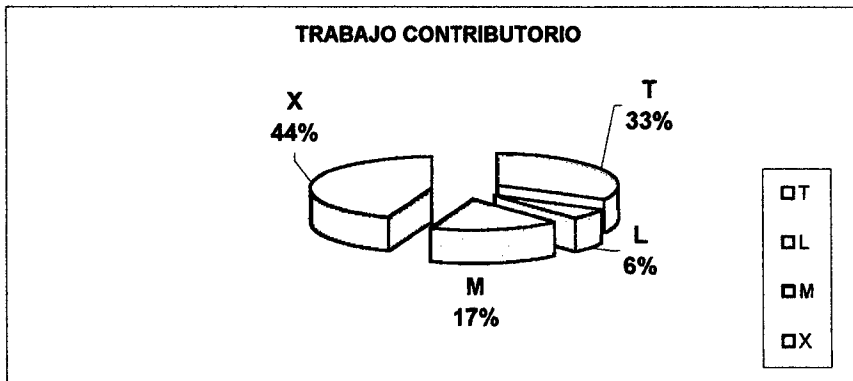
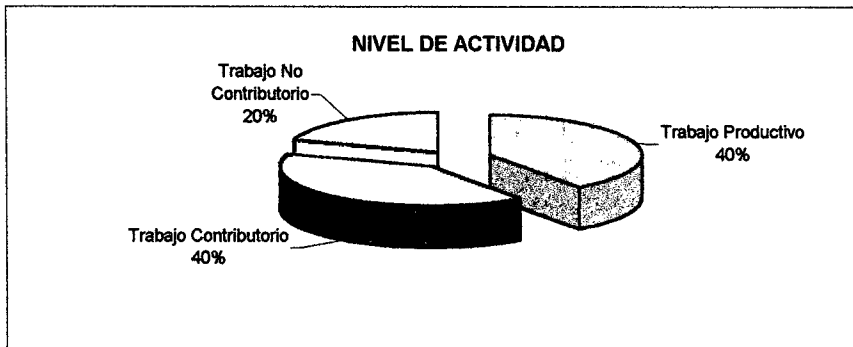
E: ESPERA

X: OTROS TRABAJOS CONTRIBUTORIOS

TP	TC	TNC	TOT
40%	40%	20%	100%

TC				TNC		
T	L	M	X	V	O	E
17	3	9	23	15	10	1

TC				TNC		
T	L	M	X	V	O	E
33%	6%	17%	44%	58%	38%	4%



ANEXO III

RATIOS UTILIZADOS EN OBRA

II.8.1 RATIOS PREVISTOS POR LA EMPRESA

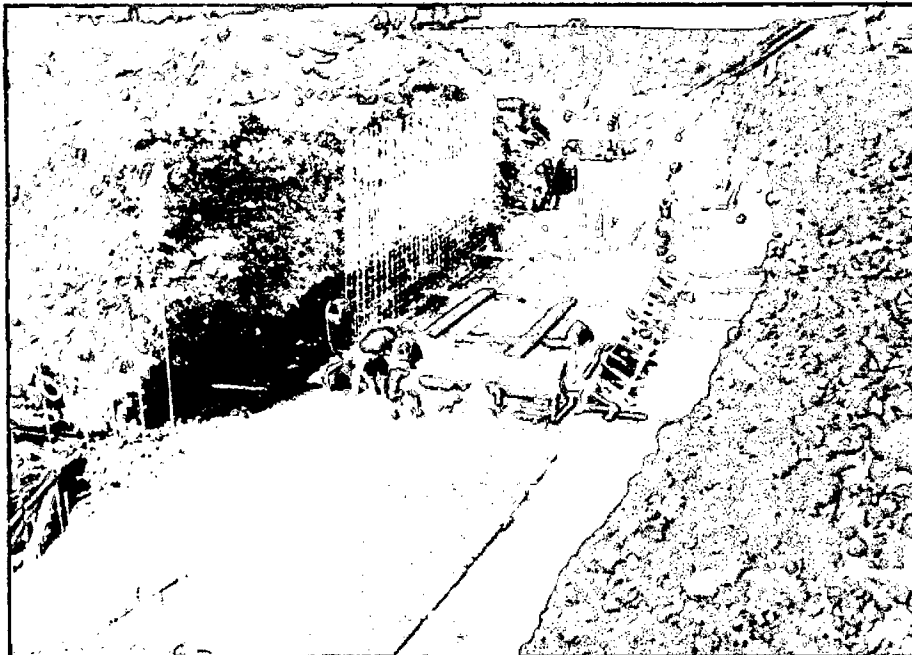
Código	Descripción	Unidad	Previsto
2.03	Excav. Plataforma Material Suelto	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.0433
2.06	Excavación Corte Cerrado Material Suelto	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.0767
	Equipo		
	Tractor D6G	hm/m3	0.012
	Cargador 950F	hm/m3	0.010
	Retroexcavadora 330	hm/m3	0.009
	Volquete	hm/m3	0.011
2.12	Excav. Estructuras MS	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.1067
2.17	Relleno Compactado c/mat.prest. para canal	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.165
2.27	Relleno No Compactado para estructuras	m3	
	Equipo		
	Tractor D6	hm/m3	0.0163
8.27	Tubería no horadada DN 315mm	m	
		hh/m	0.700
**00	Producción de Concreto	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.303
4.01	Concreto f'c=100		
	Mano de Obra	hh/m3	3.128
4.06	Concreto reforzam. f'c=210	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	3.423
4.07,4.08,4.09	Encofrado de Superficie	m2	
	Mano de Obra	hh/m2	2.695
4.10	Acero de Refuerzo en Superficie	Ton	
	Mano de Obra	hh/Ton	61.024
2.22	Relleno Enrocado	m3	
	Retroexcavadora	hm/m3	0.040
	Cargador Frontal	hm/m3	0.040
2.25	Transporte Roca	m3	
	Volquetes	hm/m3	0.080

II.8.2 RATIOS REALES DE TRABAJO

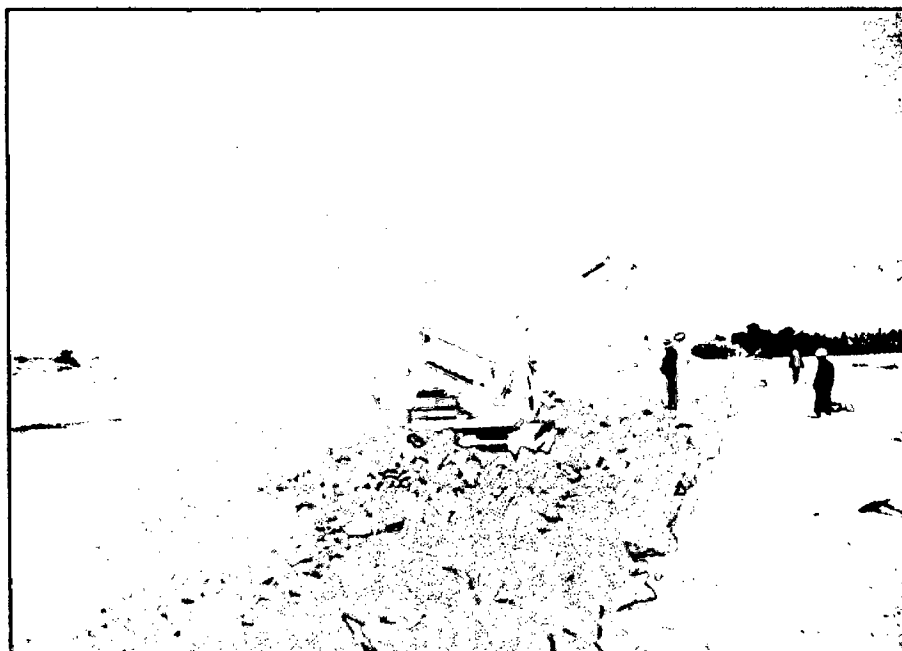
Código	Descripción	Unidad	Real
2.03	Excav. Plataforma Material Suelto	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.174
2.06	Excavación Corte Cerrado Material Suelto	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.083
	Equipo		
	Tractor D6G	hm/m3	0.009
	Cargador 950F	hm/m3	0.008
	Retroexcavadora 330	hm/m3	0.008
	Volquete	hm/m3	0.011
2.12	Excav. Estructuras MS	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.045
2.17	Relleno Compactado c/mat.prest. para canal	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	0.167
2.27	Relleno No Compactado para estructuras	m3	
	Equipo		
	Tractor D6	hm/m3	0.025
8.27	Tubería no horadada DN 315mm	m	
		hh/m	1.572
**.00	Producción de Concreto	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	1.394
4.01	Concreto f'c=100	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	2.357
4.06	Concreto reforzam. f'c=210	m3	
	Mano de Obra	hh/m3	4.254
4.07,4.08,4.09	Encofrado de Superficie	m2	
	Mano de Obra	hh/m2	2.483
4.10	Acero de Refuerzo en Superficie	Ton	
	Mano de Obra	hh/Ton	22.061
2.22	Enrocado de Protección	m3	
	Retroexcavadora	hm/m3	0.027
	Cargador Frontal	hm/m3	0.021
2.25	Transporte Roca	m3	
	Volquetes	hm/m3	0.072

ANEXO II.9
FOTOGRAFÍAS DEL
PROCESO CONSTRUCTIVO

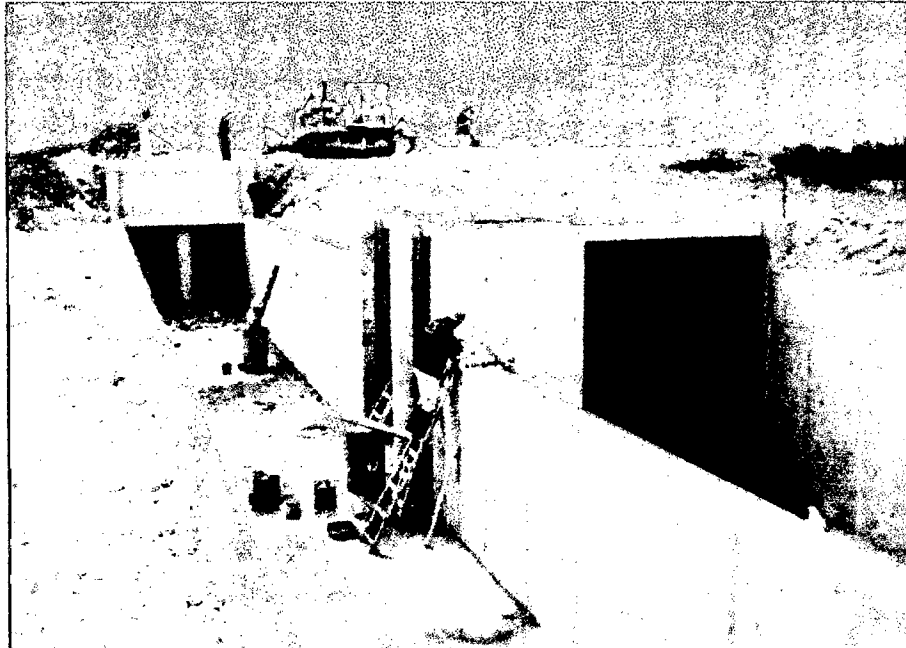
II.9 PROCESO CONSTRUCTIVO- CRUCE RÍO NEPEÑA



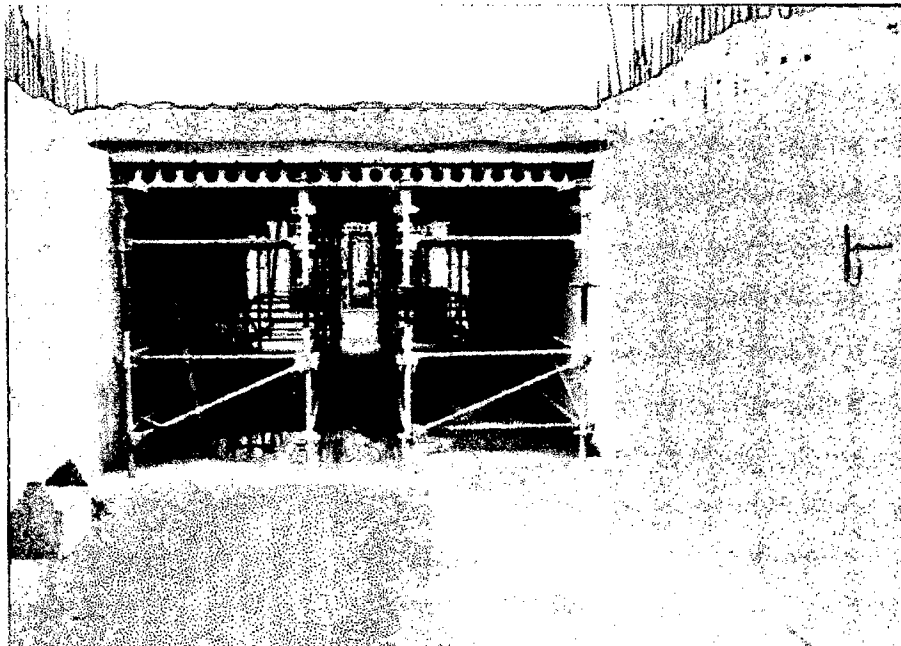
II.9.1: Se aprecia las losas piso en pleno acabado, para tener frente disponible es necesario que estos paños sean alternados durante su ejecución. Se puede ver la simultaneidad del trabajo de la cuadrilla de encofradores, colocación de armadura y vaciado de losa piso.



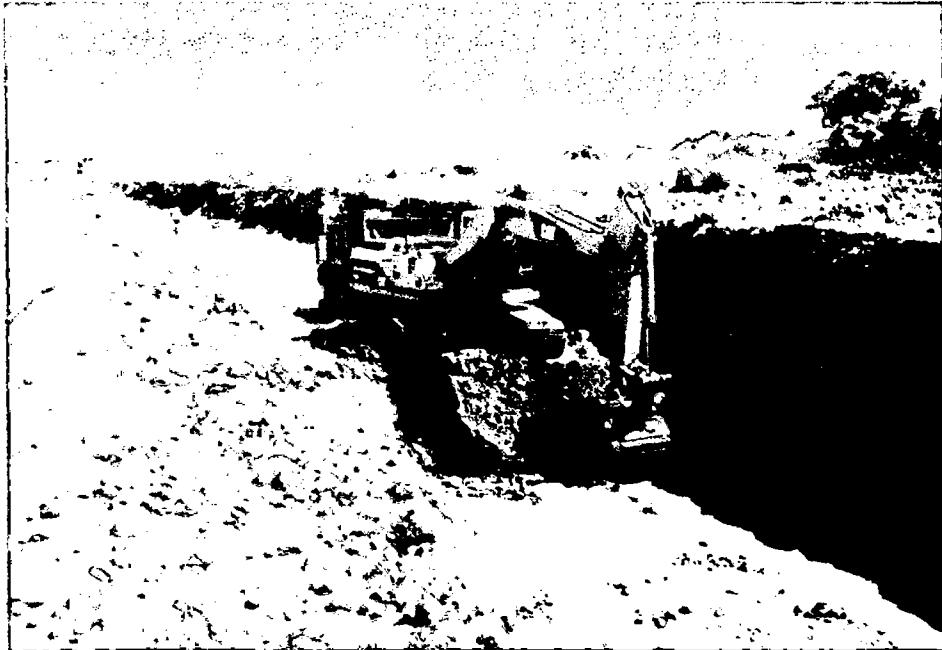
II.9.2: Trabajo de enrocado de los diques de encauzamiento del Proyecto Cruce del río Nepeña. Para evitar colisiones entre las dos cuadrillas encargadas de la labor era necesario que los frentes estén a una distancia aprox. 150 m.



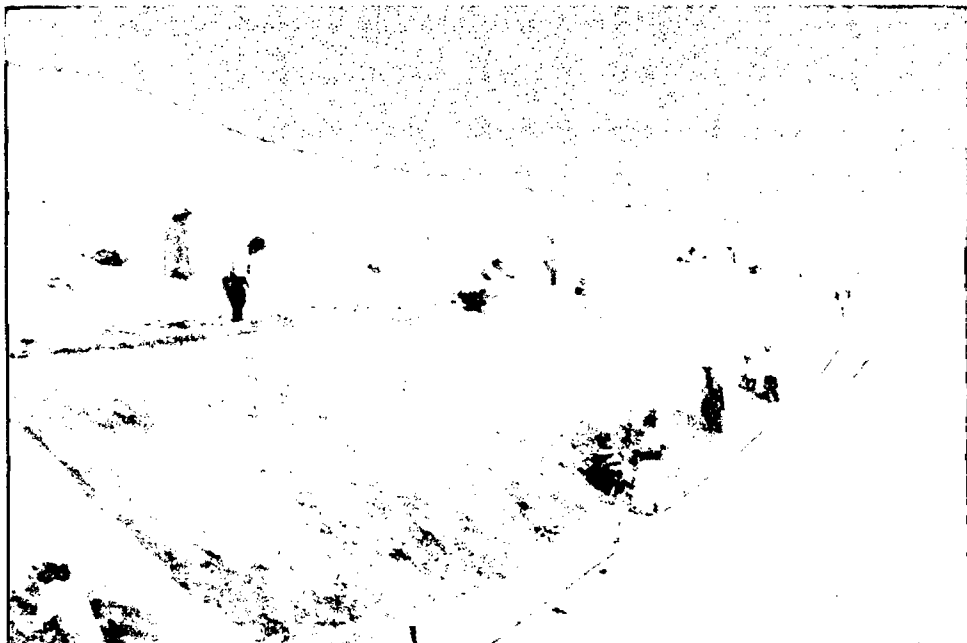
II.9.3: Resanes y limpieza del regulador y aliviadero. Se aprecia al fondo el ingreso al conducto cubierto y el trabajo de relleno de muros laterales con un tractor D6G a todo lo largo del conducto.



II.9.4: Losas de techo a los cinco días de ser vaciadas. Para facilitar el trabajo de la misma se aprecia que se uso los encofrados tipos EFCO, lo cuales mejoraron los rendimientos de la cuadrilla, así como la calidad del acabado.

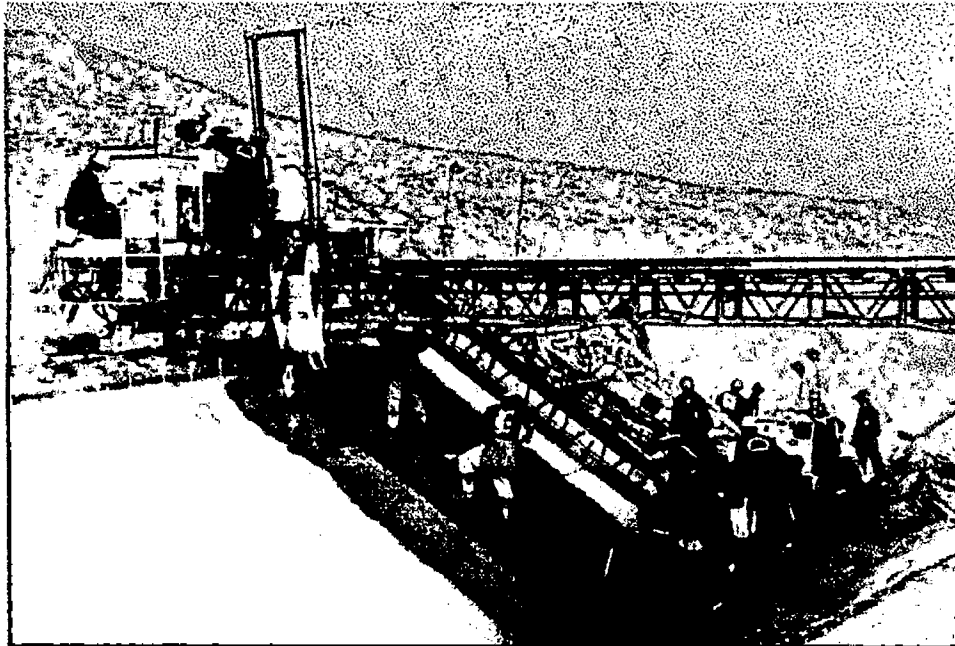


II.9.5: Excavación de corte cerrado para estructuras del conducto Cubierto. La labor fue realizada por una sola excavadora 322B. Como se aprecia, el nivel freático del terreno se encuentra a poca profundidad, por lo que era necesario el uso de motobombas y además fue necesario la construcción de zanjas de drenaje para ayudar a evacuar el agua freática.

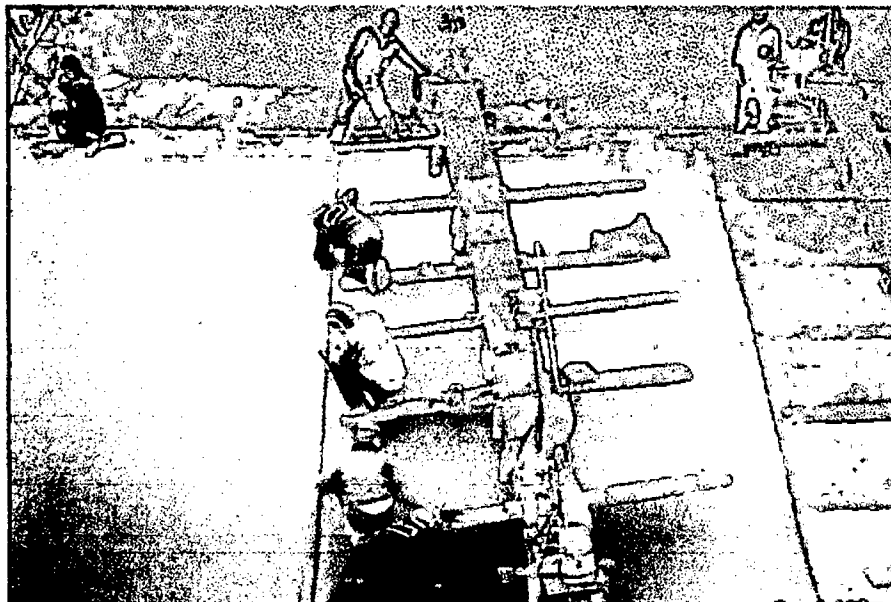


II.9.6: Refine y compactación manual del terreno con reglas de aluminio, previo al revestimiento de canal. Como se aprecia la labor es totalmente artesanal y requiere de 2 cuadrillas de 8 peones cada una. Se necesita un frente mínimo de 150 m. Para poder afrontar sin problemas su labor.

**CONSTRUCCION CANAL PRINCIPAL CASCAJAL NEPEÑA, CASMA SECHÍN
CRUCE DEL RÍO NEPEÑA**



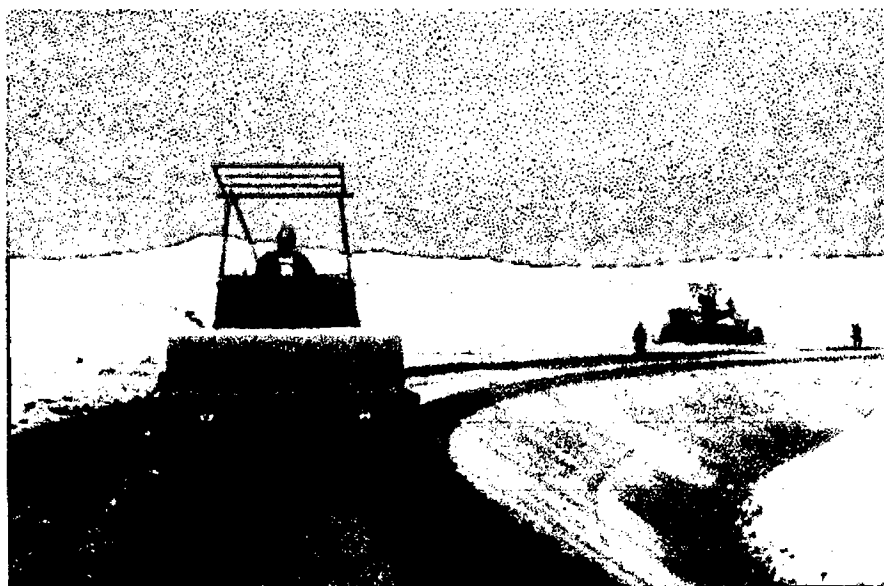
II.9.7: Revestimiento de canal trapezoidal por medio de la máquina GOMACO y la faja revestidora respectiva. Esta labor es la más acelerada ya que la sección del canal permitía revestir caras de 200 m. diarios, con una sola cuadrilla.



II.9.8: Acabado de paño revestido de canal trapezoidal. Para facilitar la labor de los albañiles se utiliza un andamio móvil el cual se desplaza por las rieles que son colocadas para el movimiento de la GOMACO.



II.9.9: Sellado de las juntas longitudinales y transversales del canal trapecial con DYNATRED.



II.9.10: Afirmado de camino de servicio del canal trapecial como tarea final, para la entrega de obra.

ANEXO III.1

PLANOS DE OBRA