

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL

*Sistema de Gestión de Proyectos basado en Principios del Lean
Construction*

PRESENTADO POR

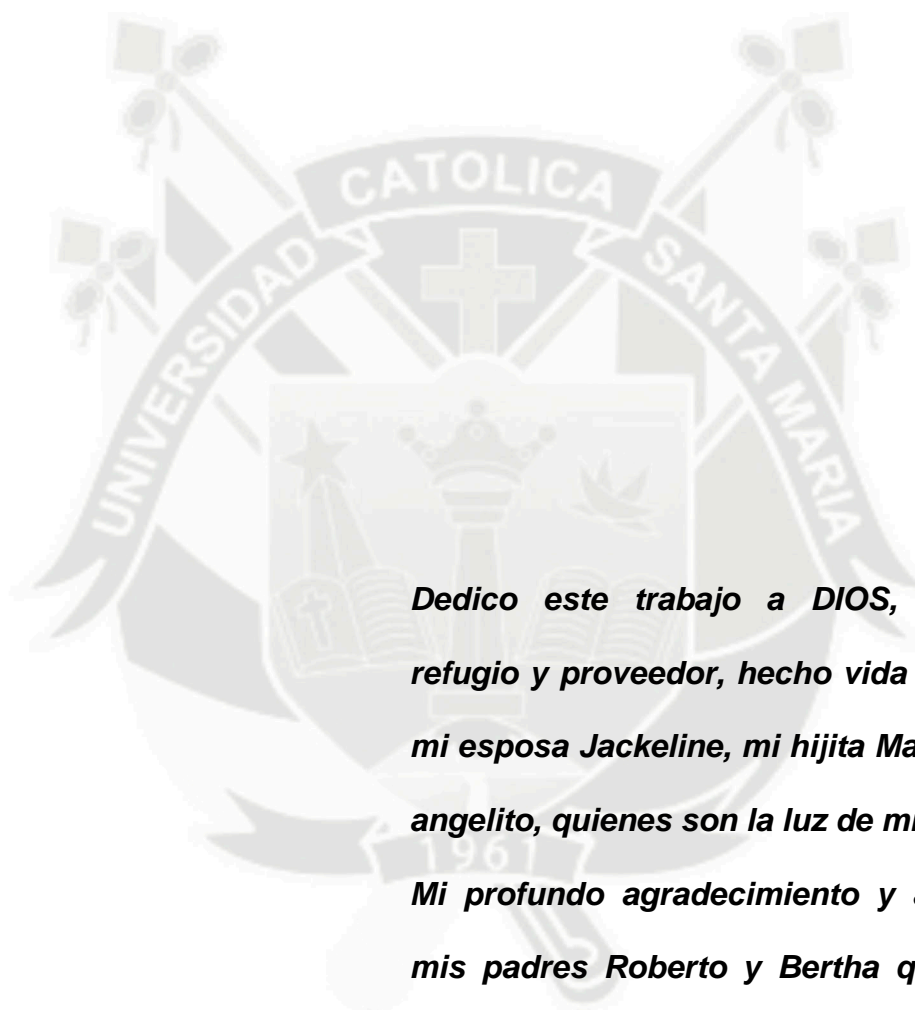
Bachiller Roberto Carlos Acero Condori

Para optar el título profesional de

INGENIERO CIVIL

Arequipa - Perú

Julio - 2013



Dedico este trabajo a DIOS, mi fuerza, refugio y proveedor, hecho vida a través de mi esposa Jackeline, mi hijita Marianita y mi angelito, quienes son la luz de mis días.

Mi profundo agradecimiento y amor hacia mis padres Roberto y Bertha quienes son guía y apoyo permanente en mi vida.

A mi hermana Lizbeth por su ayuda, compañía y ejemplo durante mi formación.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPITULO I. PLAN ESTRATEGICO	3
1.1. OBJETIVO DE DESARROLLO	3
1.2. METODOLOGÍA APLICADA	3
1.3. DESCRIPCIÓN EXPERIENCIA LABORAL	5
2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. METODOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS	7
2.1.1 Definición de Proyecto	9
2.1.2 Gerencia de Proyectos.....	10
2.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS.....	11
2.2.1. Sistemas de Producción	12
2.2.2. Tipos de sistemas de producción	12
2.2.2.1. Producción por trabajos o bajo pedido.....	13
2.2.2.2. Producción por lotes	14
2.2.2.3. Producción continua.....	14
2.2.2.4. Función de Inventarios	15
2.3. DEFINICIÓN, TÉRMINOS Y PRINCIPIOS DE LEAN CONTRUCTION	16
2.3.1. Principios Fundamentales de Lean.....	16
2.3.1.1. Lean Construction	18
2.3.1.2. Pérdidas.....	29
2.3.2. Niveles de Planificación	30
2.3.2.1. ¿Qué es la Planificación?	31
2.3.2.2. Modelo Tradicional y Modelo “Lean”	33
2.3.3. Definición, Términos y Principios del “Last Planner”	37
2.3.3.1. Programa Maestro	40
2.3.3.2. Planificación Intermedia - Lookahead	41
2.3.3.3. Inventario de Trabajos Ejecutables (ITE).	45
2.3.3.4. Planificación Semanal.	46
2.4. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	50
2.4.1. Estudios de Productividad	51
2.4.1.1. Mediciones de Nivel General de Actividad.....	53
2.4.1.2. Cartas de Balance.....	54
2.4.1.3. First Run Studies	55
3. CAPITULO III. SISTEMA DE GESTION DE PROYECTOS GYM S.A.	57
4. CAPITULO IV. OBRA 1673: PLANTA DE MOLIENDA DE CRUDO Y PIRO PROCESO – YURA.....	59
4.1. GESTIÓN DEL ALCANCE: DEFINICIÓN DEL ALCANCE	59
4.1.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES	62

4.2. GESTIÓN DEL COSTO: PRESUPUESTO META DE INTERCAMBIADOR DE CALOR Y SILO DE HOMOGENIZACION	81
4.2.1. Calculo de Venta Meta	84
4.2.2. Análisis disgregado del presupuesto por tipo de recurso	88
4.2.3. Calculo del Costo Meta – “Presupuesto Meta”	90
4.3. GESTIÓN DEL TIEMPO: APLICACIÓN DE “LAST PLANNER”	94
4.3.1. PLAN MAESTRO POR HITOS	96
4.3.2. IMPLEMENTACIÓN DE RUTINA DE PROGRAMACIÓN	100
4.3.2.1. Lookahead Planning:	101
4.3.2.2. Último Planificador:	104
4.3.2.3. Análisis de Restricciones:	104
4.3.2.4. Plan Semanal y Porcentaje de Plan Cumplido	104
4.3.3. ANÁLISIS DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	107
4.4. GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	109
4.4.1. APLICACIÓN DE HERRAMIENTA DE ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD MO ..	109
4.4.2. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS: “CARTAS BALANCE”	113
5. CAPITULO V. OBRA 1676: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PTAP-AREQUIPA	119
5.1. GESTIÓN DEL ALCANCE: DEFINICIÓN DEL ALCANCE	119
5.1.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES	120
5.2. GESTIÓN DEL COSTO: CONTROL DE COSTOS	134
5.2.1. RESULTADO A FIN DE PROYECTO	136
5.2.2. METODOLOGÍA DEL HAMBURGUÉS	137
5.3. GESTIÓN DEL TIEMPO: CONTROL DE PLAZO Y AVANCE	141
5.3.1. CONTROL DE AVANCE: CURVA “S” DE HH	141
5.3.2. CONTROL DEL PLAZO	144
5.3.3. IMPLEMENTACIÓN DE RUTINA DE PROGRAMACIÓN – “LAST PLANNER – ANALISIS DE RESTRICCIONES”	147
5.4. GESTIÓN DE SUBCONTRATOS	150
6. CAPITULO VI. OBRA 1757: CENTRAL HIDROELÉCTRICA CERRO DEL ÁGUILA - 510 MW	163
6.1. GESTIÓN DEL ALCANCE: DEFINICIÓN DEL ALCANCE	163
6.1.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES	164
6.2. GESTIÓN DEL COSTO: CONTROL DE COSTOS	169
6.2.1. ANALISIS DE BRECHAS POR RUBROS DEL COSTO A LA FECHA	169
6.2.2. PANEL DE CONTROL	175
7. CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	179
8. BIBLIOGRAFÍA	183
9. ANEXOS	184

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se ha elaborado con el fin de sustentar la experiencia laboral y trayectoria en el campo de la ingeniería civil, demostrando las competencias profesionales desarrolladas y ejercidas en el período enero del 2010 a mayo del 2013 en las áreas de Producción y Oficina Técnica de importantes proyectos de construcción ejecutados por la empresa GyM S.A.

El informe de experiencia profesional toma como referencia la gestión de los proyectos:

- Obra 1673: Planta de Molienda de Crudo y Piro Proceso – Yura.
- Obra 1676: Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable - Arequipa.
- Obra 1757: Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW.

En la ejecución de estas obras de significativa envergadura, GyM S.A. en concordancia a sus valores y políticas de cumplir con la ejecución de obras “antes del plazo” y con altos niveles de “eficiencia”, a través de sus áreas de Oficina Técnica implementó un conjunto de herramientas de su Sistema de Gestión de Proyectos que buscan asegurar las metas en cuanto al alcance, plazo y costo de los proyectos.

Estas herramientas del sistema de gestión tienen como eje fundamental la metodología del Lean Construction, puesto que esta metodología introduce una doble visión a la producción: que consiste en **conversiones y flujos**, concentrándose en reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al producto final y a optimizar las actividades que sí agregan valor, así mismo

considera 03 niveles de planificación que buscan proteger el plan inicial, brindando confiabilidad a la planificación y mitigando así los altos niveles de **incertidumbre y variabilidad** que se presentan en los proyectos de construcción, dado que estas son la principal causa generadora de pérdidas económicas por mal uso de recursos así como el incumplimiento de plazos contractuales, este panorama aún se presenta debido a que la industria de la construcción en la mayoría de sus proyectos se sigue manejando de forma tradicional y empírica basada ampliamente en la experiencia más que en la aplicación de principios de sistemas de gestión y/o producción que nos permitan ser una industria más rentable¹ y sostenible en el tiempo.

¹ INEI, Rentabilidad sobre ventas, según actividad económica (ANEXO N° 4 – Gráfica 9.1)

SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS BASADO EN

PRINCIPIOS DEL LEAN CONSTRUCTION

1. CAPITULO I. PLAN ESTRATEGICO

1.1. OBJETIVO DE DESARROLLO

El objetivo del presente Informe se orienta a valorar la aplicabilidad de los sistemas de gestión en la ejecución de obras civiles en cuanto a la gestión de la programación, productividad, costos y subcontratos.

Debido a la significativa envergadura y mayores exigencias en la ejecución de los proyectos de construcción que se tiene en estos los últimos tiempos, es que se busca modernizar el sector de la construcción, aplicando nuevas tecnologías en los procesos constructivos, así como nuevas filosofías de producción como el **Lean Construction** que nos permiten formular estrategias adecuadas para la ejecución de proyectos asegurando el cumplimiento de sus metas en cuanto al alcance, tiempo y costo de los proyectos.

1.2. METODOLOGÍA APLICADA

Los pasos que se seguirán para poder desarrollar este Informe son los siguientes:

1. Primera fase: Documentación

Consiste en el metanálisis de la información y bibliografía necesaria que será la base conceptual del presente Informe:

En primer lugar se revisara el Manual de Gestión de Proyectos de GyM S.A. y sus referencias en cuanto a los fundamentos de Gerencia de Proyectos (Guía

del PMBOK®), de las áreas del conocimiento de gestión del Alcance, Tiempo y Costo.

Así mismo se cursara la bibliografía correspondiente a la filosofía del *Lean Construction* con la finalidad de obtener una visión global del tema.

2. Segunda Fase: Desarrollo del Sistema de Gestión de GyM S.A.

Consiste en la descripción y valoración de la Experiencia Laboral en las áreas de Control de Productividad, Programación, Costos y Subcontratas alineados a la gestión del Alcance, Tiempo y Costo de los proyectos:

- Planta de Molienda de Crudo y Piro Proceso – Yura.
- Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable – Arequipa.
- Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW.

3. Tercera Fase: Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

Finalmente, se concluirá acerca de la aplicabilidad de los sistemas de gestión basados en principios del *Lean Construction*, recomendando áreas de mejora que se puedan plantear.

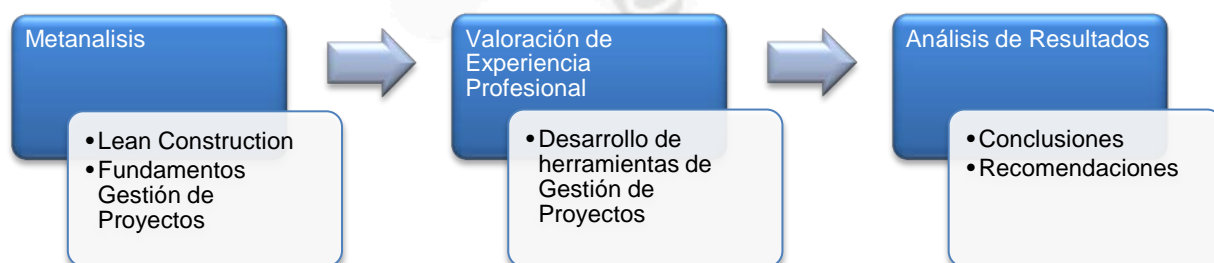


Figura 1.1: Esquema de la Metodología de Estudio

1.3. DESCRIPCIÓN EXPERIENCIA LABORAL

Posterior a la culminación satisfactoria del programa Trainee de GyM S.A., pase a ser parte del personal Staff de la empresa, iniciando de esta manera mi experiencia profesional a partir del 01 de mayo de 2010 como Asistente de la Oficina Técnica y Producción en la construcción de la “Planta de Molienda de Crudo y Piro Procesos de Yura S.A.” a cargo del Consorcio Constructor Cementero, cargo en el que estuve encargado de la implementación y control de herramientas de control de plazo, avance y productividad; durante esta labor pude interactuar entre actividades de control y ejecución de obra, lo que hizo de esta labor una experiencia muy enriquecedora ya que pude traslucir los conocimientos teóricos del Lean Construction realizando estudios de productividad en la ejecución de obras civiles, registrando una mejora continua en la productividad así como una adecuada confiabilidad en la programación, hecho que se reflejó en el cumplimiento del plazo del proyecto, el mismo que se entregó un mes antes de lo previsto incluyendo el levantamiento del 100% observaciones del Punch List.

Posteriormente y conforme al desarrollo de mi perfil profesional fui destacado como Ingeniero de Oficina Técnica al Proyecto: “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable para Arequipa Metropolitana”, ejecutado por el Consorcio Constructor Alto Cayma; asumiendo el cargo de Responsable de Subcontratas, que abarca los procesos de licitación, contratación, seguimiento, ejecución y liquidación de subcontratos de las obras civiles, electromecánicas, ingeniería y servicios varios; así mismo estuve a cargo del planeamiento, control de avance y productividad de las obras civiles del proyecto. Durante la

gestión a mi cargo se logró la regularización de la información contractual de gestiones anteriores y la implementación de un flujo de control de las subcontratas conforme al Sistema de Gestión de Proyectos de GyM S.A., así mismo se realizó la reformulación de cronograma de obra, formulación de sustentos para ampliación de plazo y seguimiento para el levantamiento de observaciones de punch list para el cierre de obra. En este proyecto como reconocimiento a la labor desempeñada fui nominado en el programa de reconocimientos “Talento GyM” año 2012.

Actualmente, me encuentro como Ingeniero de control de costos en uno de los proyectos más ambiciosos dentro de la historia de GyM S.A., el proyecto Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW, ejecutada por el Consorcio Rio Mantaro, este proyecto tiene un monto contractual de USD 701'692,382.00, en este proyecto se me encomendó el Control del Costo del Proyecto en que se refiere al costo a la fecha y proyecciones a cierre de Proyecto, sustentando en las mismas brechas por rubros (mano de obra, materiales, equipos, subcontratas y gastos generales), así como el análisis del valor ganado por centros de costos del proyecto, dicha información es sustentada a fin de tomar acciones de mejora a fin de cuidar la rentabilidad del proyecto, complementariamente a esta actividad está bajo mi cargo la elaboración de cuadros comparativos y evaluación de impacto económico de nuevas alternativas en procesos constructivos, adquisición de equipos y materiales así como nuevas prestaciones de servicios.

2. CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. METODOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROYECTOS

Actualmente, en el mundo existen muchas metodologías de gestión, una de las más difundida y aplicada en nuestro contexto es la propuesta por PMI®. El Instituto de Gerencia de Proyectos PMI (Project Management Institute), que nos dice que un proyecto se puede descomponer en una red de procesos, cuyas entradas, salidas, técnicas y herramientas están plenamente identificadas y conectadas, de tal manera de hacer una gerencia sobre una cadena planificada y controlada de procesos.²

Estos procesos, se ubican dentro de una matriz de 5 grupos: inicio, planificación, ejecución, control y cierre; los cuales para ser gestionados requieren de diversos conocimientos que se agrupan en 9 áreas: integración, alcances, tiempo, costo, calidad, adquisiciones, recursos humanos, riesgos y comunicaciones.



Figura 2.1: Esquema de Proceso bajo enfoque PMI®

Si bien el PMI® nos brinda un sistema de gestión bien estructurado y con áreas de conocimiento que nos permite una buena gestión de proyectos, su aplicabilidad en el sector de la construcción necesita ser complementada en los procesos de planificación, ya que en nuestra industria no aplica una

² PABLO ORIHUELA, Metodologías estándar de gerencia de proyectos.

tecnificación al 100%, por lo que no podemos asumir que luego de una entrada, el proceso es tan directo como una simple transformación que entrega un resultado, sino que existen muchas otras actividades inherentes denominadas **Flujos**, las cuales generan desperdicios como: transporte, esperas y trabajos rehechos que no agregan valor al cliente.

Es por ello que debemos considerar los principios de “El Instituto de la Construcción sin Pérdidas ILC (Institute of Lean Construction)”, cuya filosofía de gestión, se basa en maximizar el valor para el cliente minimizando lo más que se pueda las pérdidas de recursos, para ello recomienda diferentes técnicas y herramientas que se enfocan en la información extraída del último planificador, de manera tal que aquello que realmente se llega a hacer es un resultado optimizado de lo que se debe hacer contra lo que se puede hacer.

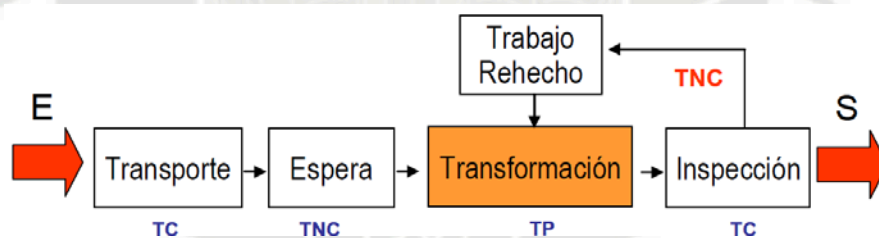


Figura 2.2: Esquema de Proceso bajo enfoque Lean Construction

Así mismo, debemos considerar el enfoque de “El Instituto Goldratt AGI (Abraham Goldratt Institute)”, que propone la **Teoría de Restricciones**, cuya filosofía considera que la gestión de una empresa es un flujo de actividades que corren como por diferentes tuberías ubicadas ya sea en los proveedores, dentro de la empresa o en el mercado; como cada una de estas actividades tiene un “caudal” diferente; entonces, si en algún lugar este caudal se estrecha, entonces todo el flujo de la gestión queda restringido a esta actividad

denominada “Cuello de Botella”, este instituto propone que para realizar una gestión exitosa en una empresa, primero debemos considerar 5 pasos:³

- Identificar la Restricción.
- Mejorar la Restricción.
- Subordinar el sistema a esta Restricción.
- Elevar la restricción.
- Volver al paso 1.

Como hemos podido ver, estas metodologías tienen enfoques diferentes; sin embargo, no debemos considerar que uno u otro es el mejor, sino más bien tratar de entender el enfoque de cada uno, estudiar sus técnicas y herramientas y decidir que se adapta mejor a nuestro proyecto.

2.1.1 Definición de Proyecto

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”.⁴

Temporal implica que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, o cuando la necesidad del proyecto ya no exista y el proyecto sea cancelado.

Un proyecto crea productos entregables únicos. Productos entregables son productos, servicios o resultados. La singularidad es una característica importante de los productos entregables de un proyecto. Por ejemplo, se han

³ ELIYAHU M. GOLDRATT Y JEFF COX, La Meta – Un proceso de Mejora Continua.

⁴ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Guía de la Dirección de Proyectos (PMBOK).

construido muchos miles de edificios de oficinas, pero cada edificio individual es único: diferente propietario, diferente diseño, diferente ubicación, diferente contratista, etc. La presencia de elementos repetitivos no cambia la condición fundamental de único del trabajo de un proyecto.

La elaboración gradual es una característica de los proyectos que acompaña a los conceptos de temporal y único. “Elaboración gradual” significa desarrollar en pasos e ir aumentando mediante incrementos.

2.1.2 Gerencia de Proyectos

La gerencia de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto para satisfacer los requisitos del proyecto. La gerencia de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los procesos de gerencia de proyectos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control, y cierre. El director del proyecto es la persona responsable de alcanzar los objetivos del proyecto.

La gerencia de un proyecto incluye:

- Identificar los requisitos
- Establecer unos objetivos claros y posibles de realizar
- Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costes
- Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de los diferentes interesados.

Los gerentes de proyecto a menudo hablan de una “triple restricción” - alcance, tiempos y costes del proyecto - a la hora de gestionar los requisitos concurrentes de un proyecto. La calidad del proyecto se ve afectada por el equilibrio de estos tres factores ya que del nivel de cumplimiento de estos tres factores depende el nivel de calidad del proyecto. Los proyectos de alta calidad entregan el producto, servicio o resultado requerido con el alcance solicitado, puntualmente y dentro del presupuesto.

2.2. SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS

El sistema de gestión de proyectos es el conjunto de herramientas, técnicas, metodologías, recursos y procedimientos utilizados para gestionar un proyecto. Puede ser formal o informal, y ayuda al director del proyecto a gestionar de forma eficaz un proyecto hasta su conclusión. El sistema es un conjunto de procesos y de las funciones de control correspondientes, que se consolidan y combinan en un todo funcional y unificado.⁵

El contenido del sistema de gestión de proyectos variará dependiendo del área de aplicación, influencia de la organización, complejidad del proyecto y disponibilidad de los sistemas existentes. Las influencias de la organización conforman el sistema para ejecutar los proyectos dentro de esa organización. El sistema se ajustará o adaptará a cualquier exigencia impuesta por la organización.

⁵ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Guía de la Dirección de Proyectos (PMBOK).

2.2.1. Sistemas de Producción

Un sistema de producción es la manera en que se lleva a cabo la entrada de las materias primas (que pueden ser materiales , información ,etc.) así como el proceso para transformar los materiales y así obtener un producto terminado para la entrega de los mismos a los clientes o consumidores, teniendo en cuenta un control adecuado del mismo.⁶

Estos sistemas estructurados a través de un conjunto de actividades y procesos relacionados buscan dar un alto valor añadido al cliente⁷, con el empleo de los medios adecuados y la utilización de los métodos más eficientes.

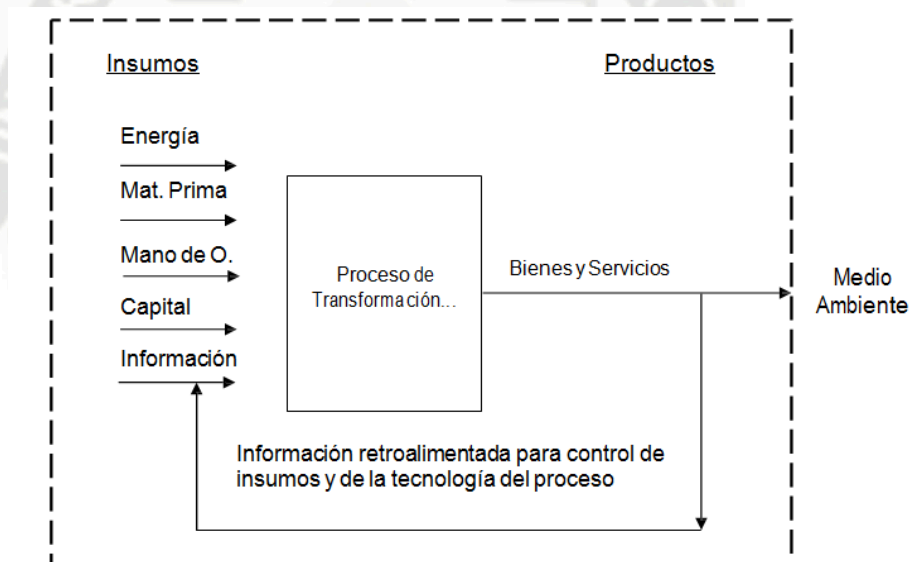


Figura 2.3: Esquema de Sistemas de Producción

2.2.2. Tipos de sistemas de producción

Se acepta que existen tres tipos tradicionales de sistemas de producción, que son la producción por trabajos, proyecto o bajo pedido, la producción por lotes o intermitente y la producción continua o en línea. Estos tipos de sistemas no

⁶ CAME, Esquema de un Sistema de Producción, OP-NT-00089.

⁷ VALUE MANAGEMENT, Comparativos de teorías de producción (ANEXO N° 4 – Tabla 9.1)

están necesariamente asociados con el volumen de producción, aunque si es una característica más.

La selección de los sistemas de producción es de naturaleza estratégica y tiene gran importancia, ya que estas decisiones afectan a los costos, calidad, confiabilidad y flexibilidad de las operaciones. Comprometiendo a la empresa con equipo, instalaciones y un tipo específico de fuerza de trabajo, limitando las opciones estratégicas futuras.

2.2.2.1. Producción por trabajos o bajo pedido

Es el utilizado por la empresa que produce solamente después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos. Sólo después del contrato o encargo de un determinado producto, la empresa lo elabora. En primer lugar, el producto se ofrece al mercado. Cuando se recibe el pedido, el plan ofrecido para la cotización del cliente es utilizado para hacer un análisis más detallado del trabajo que se realizará. Este análisis del trabajo involucra:

- Una lista de todos los materiales necesarios para hacer el trabajo encomendado.
- Una relación completa del trabajo a realizar, dividido en número de horas para cada tipo de trabajo especializado.
- Un plan detallado de secuencia cronológica, que indique cuando deberá trabajar cada tipo de mano de obra y cuándo cada tipo de material deberá estar disponible para poder ser utilizado.

El caso más simple de producción bajo pedido es el del taller o de la producción unitaria. Es el sistema en el cual la producción se hace por

unidades o cantidades pequeña, cada producto a su tiempo lo cual se modifica a medida que se realiza el trabajo. El proceso productivo es poco automatizado y estandarizado.

2.2.2.2. Producción por lotes

Es el sistema de producción que usan las empresas que producen una cantidad limitada de un producto cada vez, al aumentar las cantidades más allá de las pocas que se fabrican al iniciar la compañía, el trabajo puede realizarse de esta manera. Esa cantidad limitada se denomina lote de producción. Estos métodos requieren que el trabajo relacionado con cualquier producto se divida en partes u operaciones, y que cada operación quede terminada para el lote completo antes de emprender la siguiente operación. Esta técnica es tal vez el tipo de producción más común. Su aplicación permite cierto grado de especialización de la mano de obra, y la inversión de capital se mantiene baja, aunque es considerable la organización y la planeación que se requieren para librarse del tiempo de inactividad o pérdida de tiempo.

2.2.2.3. Producción continua

Este sistema es el empleado por las empresas que producen un determinado producto, sin cambios por un largo período. El ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción. Como el producto es el mismo, el proceso de producción no sufre cambios seguidos y puede ser perfeccionado continuamente.

Este tipo de producción es aquel donde el contenido de trabajo del producto aumenta en forma continua. Es aquella donde el procesamiento de material es continuo y progresivo.

Entonces la operación continua significa que al terminar el trabajo determinado en cada operación, la unidad se pasa a la siguiente etapa de trabajo sin esperar todo el trabajo en el lote. Para que el trabajo fluya libremente los tiempos de cada operación deberán de ser de igual longitud y no debe aparecer movimiento hacia fuera de la línea de producción. Por lo tanto la inspección deberá realizarse dentro de la línea de producción de proceso, no debiendo tomar un tiempo mayor que el de operación de la unidad. Además como el sistema esta balanceado cualquier falla afecta no solo a la etapa donde ocurre, sino también a las demás etapas de la línea de producción. Bajo esas circunstancias la línea se debe considerar en conjunto como una entidad aislada y no permitiéndose su descompostura en ningún punto.

2.2.2.4. Función de Inventarios

Un incumplimiento de proveedores o una repentina escasez de materias primas pueden paralizar la empresa y si esta es una fábrica el efecto puede ser cuantioso en dinero, por lo tal las operaciones de abastecimiento y existencias son indispensables para el funcionamiento eficiente de la empresa, teniendo en cuenta una determinación de los niveles óptimos de almacenes, calculando de niveles de stock óptimos en relación coste/beneficio.

2.3. DEFINICIÓN, TÉRMINOS Y PRINCIPIOS DE LEAN CONTRUCTION

2.3.1. Principios Fundamentales de Lean

La filosofía Lean inicia con el desarrollo del Lean Production, que es un sistema de producción que se desarrolló en Japón a causa de la difícil situación que se vivía en ese país luego de la segunda guerra mundial. El Lean Production o Sistema Toyota se desarrolló principalmente para empresas manufactureras y buscó producir a bajos costos pequeñas cantidades de productos variados bajo la teoría del desperdicio cero y mejora continua. Taiichi Ohno (1912-1990), creador del sistema Toyota, afirmaba que “en su empresa estudiaban la línea de tiempo desde que el cliente hacía el pedido hasta que la empresa recibía el dinero e iban reduciendo esa línea por medio de la eliminación de los desperdicios que no agregaban valor”.

En general, las actividades las podemos separar en dos tipos: las que agregan valor al producto y las que no agregan valor al producto. Ambas consumen recursos, tiempo y espacio; pero difieren en que las que agregan valor al producto convierten material o información hacia lo que es requerido por el cliente y las que no agregan valor no lo hacen.



Figura 2.4: Esquema de Tipos de Actividades

En el fondo, la esencia del sistema es eliminar o reducir al máximo cualquier elemento que no utilice lo mínimo absolutamente necesario de recursos, tiempo, espacio y esfuerzos para agregar valor al producto. Pero ¿por qué hablamos de reducir al máximo las actividades que no agregan valor y no de eliminarlas completamente? La explicación a esto la da la teoría de flujos.

La teoría de flujos considera la producción como un flujo de materiales y/o información desde las materias primas hasta el producto final. A su vez, la cadena de producción está compuesta de conversiones y flujos. Las actividades de conversión son los procesos y las de flujos son la inspección, transporte y espera.

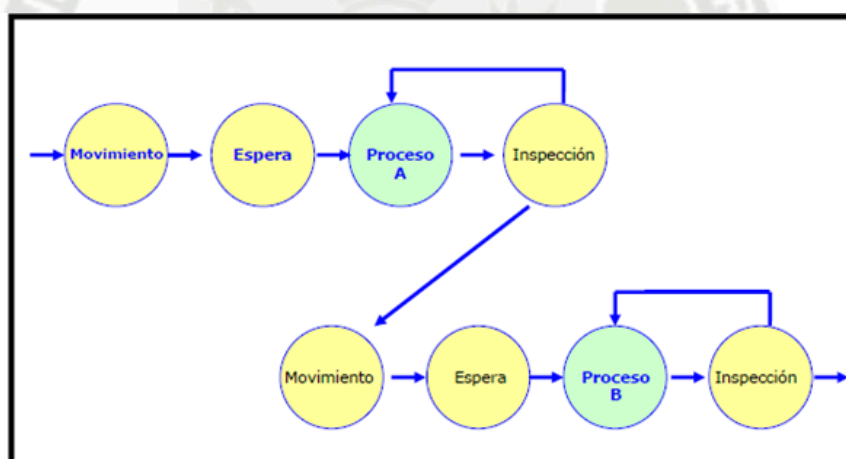


Figura 2.5: Esquema Conceptual de Lean Production

Las esperas son tiempos ociosos que se generan entre o durante las actividades, debido a la falta de algún tipo de requisito necesario para continuar o empezar una actividad, como puede ser espera de personal, materiales, mediciones, información, etc. Las esperas no agregan valor al producto y, aunque son necesarias, hay que tratar de eliminarlas.

Con el transporte ocurre algo similar, ya que es necesario trasladar los

materiales desde el lugar en donde éstos se encuentren, que puede ser desde donde se almacenan o desde un proceso anterior, idealmente hasta el mismo lugar en donde se realizará la actividad de conversión, lo cual no siempre puede ser así y deben ser trasladados hasta un lugar próximo a donde se realice la conversión. Al igual que las esperas, el transporte no agrega valor al producto; pero es una actividad necesaria que hay que tratar de reducir, por lo que se debería buscar que no se transporte el material por distancias mayores a las estrictamente necesarias.

En esencia, la nueva conceptualización implica una doble visión de producción: esto consiste en **conversiones y flujos**. La eficacia total de producción es atribuible a la eficacia de ambas; el nivel de tecnología, las habilidades, la motivación, etc. de las actividades de conversión realizadas, así como la cantidad y la eficacia de las actividades de flujo por las cuales las actividades de conversión se entrelazan entre sí, mientras todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo, sólo las actividades de conversión agregan valor al material o a la información, siendo transformada en un producto final. Así, el mejoramiento de actividades de flujo principalmente debería ser enfocado en su reducción o eliminación, mientras que actividades de conversión deben ser más eficientes.⁸

2.3.1.1. Lean Construction

Es claro que muchos de los principios del Lean Production fueron desarrollados pensando en la empresa manufacturera, por lo que no es fácil imaginar similitudes entre este ámbito y el de la construcción. Además, no hay

⁸ VIRGILIO GHIO CASTILLO, Productividad en obras de construcción. Diagnóstico.

que olvidar que el principio fundamental del Lean Production es la mejora continua (Kaizen) y que fue desarrollado por la cultura japonesa basado en la mentalidad oriental la misma que es más estructurada y continuamente buscan ideas para mejorar.⁹

Por otro lado, debemos recordar, que la mayoría de las actividades que no agregan valor corresponden a actividades de flujo y existe la tendencia a pensar que la construcción es sólo una industria de conversión y no de flujo, descuidándose inmediatamente este aspecto y, por ende, no controlando las actividades que no agregan valor. El lean construction, considera a la producción ya no sólo como una transformación, sino que, como un flujo de materias primas para la obtención de bienes.

La complejidad de la industria de la construcción también juega en contra para aplicar los principios del lean production. Cada proyecto de construcción es diferente y se desarrolla en un ambiente incierto. La incertidumbre es un factor inherente a la construcción ya que, debido a la complejidad que posee, hay muchos agentes que intervienen en las diversas etapas.

Si bien las pérdidas en la construcción y en la industria tienen orígenes distintos, se había tratado de evitarlas en ambos lados usando el mismo principio: mantener una intensa presión en cada actividad, porque la reducción del costo y la duración de cada etapa, es la llave de la mejora.

Ohno sabía que esta no era la mejor forma de diseñar y realizar las cosas.

⁹ PORTAL DE INGENIERIA, Especial Lean Construction – Una nueva forma de ver la ingeniería.

Pero ¿en qué se basaba Ohno para asegurar esto? Bueno, partamos de la base de que la administración de proyectos de construcción deriva del mismo concepto de actividad encontrado en la producción en masa. Así, podemos optimizar el proyecto actividad por actividad, dividiéndolo en partes y, posteriormente, ordenando los componentes de cada parte en una secuencia lógica, estimando el tiempo y recursos requeridos para completar cada actividad y, por ende, el proyecto total; pero se descuida lo que ocurre entre actividades.

Es así que el primer objetivo del Lean Construction es entender "la física" de producción en la Construcción, los efectos de **dependencia y la variabilidad a lo largo de las cadenas de actividades y el suministro de éstas.**¹⁰

La física de la construcción no se refiere al concepto típico usado en la educación de la construcción, asociado al comportamiento de los materiales. Se refiere a la ciencia que describe los movimientos de las unidades de producción a través del proceso de construcción de la obra, por eso el efecto combinado de dependencia y variación, es el primer concepto del lean production que tomaremos, el mismo que nos indica que: **Mientras mayor es la dependencia la variabilidad es mayor.**

Los principios lean tratan de aislar al equipo de la dependencia, proporcionando una reserva adecuada de recursos para que así puedan acelerar o retardarse mientras que las condiciones lo requieren.

¹⁰ DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.

Adicionalmente para controlar la variabilidad debemos tener procesos fiables y usando procedimientos simples y estándares para poder pronosticar fácilmente el desempeño. En circunstancias estables, se puede predecir el contenido de trabajo en cada estación y ajustarlo con el objetivo de obtener los mínimos desequilibrios. El problema es que en la construcción solamente tenemos cierta idea del contenido de trabajo de las actividades basándonos en proyectos anteriores, lo que hace que la variabilidad sea algo inherente al proyecto de construcción. No se podrá eliminar; pero sí se debe tratar de atenuar lo más posible.

Dado que en la actualidad en la industria el desarrollo tecnológico juega un papel fundamental, la importancia de la mano de obra es menos preponderante que en la construcción.

La construcción aún se basa en el trabajo realizado por un grupo de personas, es decir, es un trabajo artesanal. Sin embargo, esto es algo favorable bajo los conceptos de esta nueva filosofía, ya que las actuales tendencias privilegian el trabajo en equipo por sobre el trabajo individual. Lo negativo es que en la construcción este trabajo no es riguroso y sistemático, por lo cual no rinde verdaderos frutos. Por otro lado, el trabajo que realiza el grupo se basa en los resultados de un acto administrativo como es la planificación. Es por esto que en este caso, medir y mejorar el funcionamiento del sistema de planificación es la clave para mejorar la confiabilidad del flujo de trabajo, el cual es nuestro principal objetivo. Este paso es necesario para cambiar la organización y rediseñar el sistema.

La idea de que el trabajo en equipo es un pilar del trabajo en construcción la podemos utilizar a nuestro favor para implementar los principios Lean. Si se logra instruir a los involucrados acerca de estos principios conseguiremos un real convencimiento de que el trabajo que realizan y los esfuerzos de mejora continua rendirán frutos. El grupo debe saber para qué está trabajando y en qué consiste el método, pues es imposible que se sientan involucrados y convencidos de participar en algo que desconocen.

No todo es tan discordante, también hay un punto en que la industria y la construcción coinciden: ambas consideran como un aspecto de mejoramiento de producción la utilización de tecnología; pero no sólo la implementación de nuevas tecnologías es importante para el Lean, pues esto va íntimamente ligado al concepto de producción. Si implementamos nuevas tecnologías sin haber previamente detectado y disminuido las actividades que no agregan valor, no se podrá sacar provecho cabalmente a la tecnología implementada, ya que la inversión hecha será mayor y no se tendrá un buen control de la producción. Es recomendable analizar la línea de producción y posteriormente evaluar adquirir nuevas tecnologías.

Basándose en las características antes mencionadas la teoría Lean Construction ayuda a mejorar el flujo de trabajo, reduciendo la variabilidad y la dependencia entre actividades. Es una nueva forma de administración de producción aplicada a la construcción, cuyas características esenciales son tener un sistema claro de objetivos para maximizar la satisfacción del cliente, usando un sistema de control desde el diseño hasta la entrega del producto.

Teniendo claro los lineamientos de la aplicación de la filosofía del Lean en el sector de la construcción revisaremos los principios heurísticos necesarios para diseñar, controlar y mejorar los procesos y flujo:¹¹

1. Reducir las actividades que no agregan valor:

Reducir la parte de actividades que no agregan valor es una pauta fundamental. ¿Por qué están allí las actividades que no agregan valor en primer lugar? Parecen haber tres causas de origen: el diseño, la ignorancia y la naturaleza inherente de producción en la construcción tocada anteriormente.

La mayor parte de los principios presentados más adelante están dirigidos a eliminar actividades que no agregan valor. Sin embargo, es posible directamente atacar las pérdidas más visibles solamente por diagramas de flujo del proceso, luego señalar y medir actividades que no agregan valor.

Para la aplicación de este principio debemos realizar un diagramas de flujo de lo que se está haciendo actualmente, luego analizar y evaluar para mejorar este diagrama pensando en los flujos, luego realizar entrenamiento del personal para aplicar el sistema mejorado y seguirlo mejorando en busca del óptimo.

2. Incrementar el valor del producto a través de la consideración sistemática de los requerimientos del cliente

Este es otro principio fundamental. El valor se genera por la realización de exigencias del cliente, no como un mérito inherente de conversión. Para

¹¹ JAVIER CANDO, Lean Construction en la Dirección de Proyectos.

cada actividad hay dos tipos de clientes, el cliente interno y el cliente externo o final. Como esto parece evidente, otra vez tenemos que preguntar por qué las exigencias de cliente no han sido consideradas.

El fundamento práctico de este principio es realizar un diseño de flujo sistemático, donde los clientes sean definidos para cada etapa, por ejemplo cuando planificamos nuestras tareas semanales, y analizadas sus exigencias, los planes de corto plazo o intermedios, deben ser mejorados en su diseño. El sistema del Ultimo Planificador propone mejores planes intermedios o Lookahead, en donde los clientes internos o sea las actividades siguientes, son planificados a través de una consideración sistemática de sus requerimientos.

3. Reducir La Variabilidad

Todos los procesos de producción son variables. Hay dos motivos para reducir la variabilidad del proceso. Primero, del punto de vista del cliente un producto uniforme siempre es mejor.

En segundo lugar, la variabilidad, especialmente de la duración de alguna actividad, aumenta el volumen de actividades que no agregan valor. Esto puede ser demostrado por la teoría de colas que la variabilidad aumenta el tiempo del ciclo del proceso.

Recordemos que la desviación de lo planificado representa lo que se ha pasado a denominar "variabilidad" y ausencia de ésta se traduce en una planificación confiable. Demostraremos más adelante, con la aplicación del sistema del Ultimo Planificador, que generando planificaciones más confiables, reduciremos considerablemente la variabilidad.

4. Reducir El Tiempo Del Ciclo

El tiempo es una medida natural para los procesos de flujo. El tiempo entrega una medida más útil y universal que el costo o la calidad ya que puede ser usado de mejor forma para la mejora de los otros dos.

En cada escalón de la pirámide jerárquica de organización agrega generalmente un organismo de control al proceso. Este hecho nos motiva en la búsqueda de disminuir capas de esta organización jerárquica, así autorizando a las personas que trabajan directamente dentro del flujo a tomar decisiones: *“Un obrero mejor capacitado, puede tomar mejores decisiones de control y de calidad”*. Ejemplos prácticos de la reducción de tiempos de ciclo son los siguientes:

- La eliminación de los movimientos entre procesos (original del JIT) con el objetivo de reducir tiempos de espera y así el tiempo del ciclo.
- Cambiar la disposición de planta con el fin de reducir las distancias al mínimo.
- Cuidar el movimiento de los elementos; parcelando y sincronizando los flujos.
- Atención con las actividades que se podrían cambiar de orden secuencial a orden paralelo.

5. Simplificar mediante minimización de los pasos, las partes y la necesidad de conciliar información y uniones

Si no intervienen otros factores, la complejidad misma de un producto o del proceso aumentan los costos más allá de la suma de los costos de sus partes individuales o pasos. Otro problema fundamental de complejidad es la fiabilidad: sistemas complejos son naturalmente menos confiables que sistemas más simples. Simplemente puede entenderse como:

- Reducir la cantidad de componentes de un producto.
- Reducir la cantidad de pasos en el flujo de información o de materiales.

La división vertical y horizontal de trabajo siempre causa actividades que no agregan valor, que pueden ser eliminadas por unidades independientes.

Esfuerzos prácticos hacia la simplificación incluyen:

- Acortamiento de los flujos por la consolidación de actividades repetitivas. Debemos evaluar constantemente la calidad y el grado de aprendizaje de la mano de obra mediante sistemas de calificación del personal a corto plazo. Reducir la cantidad de partes del producto mediante cambios de diseño o partes prefabricadas.
- Reducir al mínimo la cantidad necesaria de información para el control por una cantidad excesiva de índices de productividad medidos.

6. Enfocar El Control Del Proceso Al Proceso Completo

Todo proceso de construcción atraviesa por diferentes unidades de producción en una organización, en donde cada supervisor del proceso entrega su visión

de cómo deben ser hechas las cosas, provocando incertidumbre en los trabajadores. Los compromisos en la planificación solucionan en parte el control del proceso completo. El sistema del Último Planificador es el encargado de generar estos compromisos mediante reuniones de planificación periódicas.

7. Introducir El Mejoramiento Continuo De Los Procesos

El esfuerzo de reducción de pérdidas y aumento del valor en la gestión de los procesos tiene carácter incremental, interno a la organización, que debe ser conducida u por un grupo especial responsable. Este principio está basado la filosofía del Mejoramiento Continuo en general (no sólo de los procesos) sino de toda la cadena de valor.

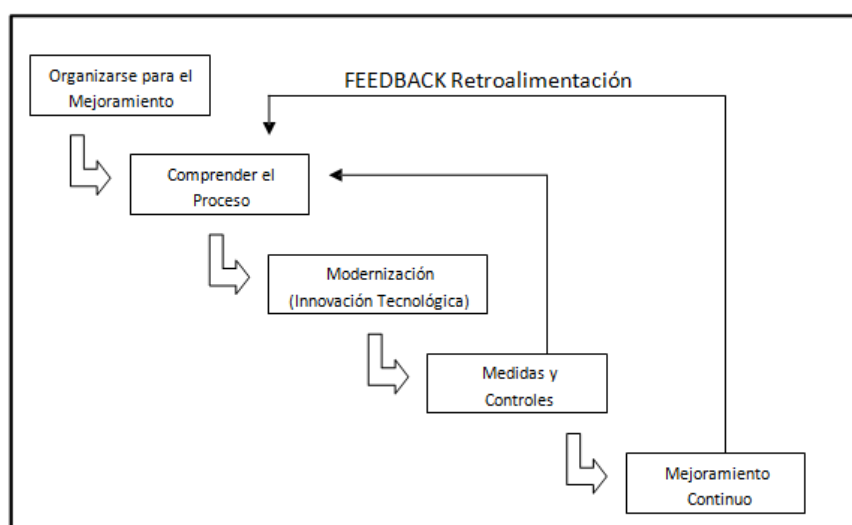


Figura 2.6: Esquema Conceptual de la Mejora Continua

El trabajo en equipo y la gestión participativa se constituye en los requisitos esenciales para la introducción de las mejoras continuas en los procesos. El análisis de las causas de no cumplimiento de la planificación apunta a conseguir el mejoramiento de los procesos.

Como podemos ver, todos estos principios apuntan a una mejora en todo el proceso de producción y principalmente a eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor al producto con el objetivo de lograr una cadena simple, con bajo tiempo de ciclo y uniforme.

Un ejemplo de la aplicación de los principios Lean en la actualidad, es el llamado “Método Pull”. El origen de este método, surgió en la detección de un gran problema que afecta a la producción en masa: la sobreproducción. Entenderemos por sobreproducción a cualquier producto que no se vaya a usar o vender inmediatamente. Es decir, hacer más o antes de lo requerido por el proceso siguiente también se puede considerar como sobreproducción. Como podemos ver, la sobreproducción no agrega valor al producto final y puede ser perfectamente eliminada de la cadena de producción. La metodología utilizada en el mercado es el “Método Push”, el cual se basa en estudios de la demanda cuyos resultados arrojan la cantidad de productos que se incorporarán al mercado. Así, en muchas ocasiones la producción es “empujada” hacia el mercado, creyendo que la oferta igualará a la demanda, lo cual no ocurre, ya que la clientela no siente que sus intereses son tomados en cuenta y, el único resultado, es una gran cantidad de producción que queda almacenada. Esto sólo provoca un mayor stock de productos, mayores costos y menor servicio. Para mejorar esto, surgió el “Método Pull”, que se basa en demandas reales del producto. Así se pueden disminuir los tiempos de entrega, almacenar una menor cantidad de mercancía y reducir costos.

2.3.1.2. Pérdidas

La nueva filosofía de “Construcción sin pérdidas” acepta el concepto adoptado por Ohno como: “Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción” es pérdida.

Tomando como raíz su propio nombre “Construcción sin desperdicios”, obtiene un valor fundamental definir y caracterizar los tipos de desperdicio. Se definen, de acuerdo a Pardo (2010), 08 tipos de desperdicios:¹²

1. Desperdicio de la producción defectuosa: se refiere al re trabajo que se hace en las obras por actividades hechas de manera deficiente.
2. Desperdicio de la sobreproducción: se refiere a la mala asignación de materiales, equipos y/o recursos humanos producto de una mala planificación en la que alguno de estos recursos queda inutilizado.
3. Desperdicio en el procesamiento: se refiere a los estorbos por procesos de fabricación o exceso de materiales.
4. Desperdicio de inventario: se refiere al inventario de materiales que llega a la obra muy anticipadamente el cual implica un estorbo mientras no se usa y trabajo para reubicarlo dentro de la obra en el momento que se vaya a utilizar.
5. Desperdicio del movimiento: se refiere a la mala ubicación inicial de los materiales dentro de la obra y por ende el transporte de los mismos internamente.

¹² DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.

6. Desperdicios de espera: se refiere al hecho de que una actividad no pueda ser realizada porque no han sido levantadas todas sus restricciones.
7. Desperdicios provocados por escombros: se refiere al costo que tiene almacenar, trasladar y desechar los escombros.
8. Desperdicio en dirigir y planear: se refiere a una mala planificación que lleva a planes improvisados en el campo a medida que surgen los imprevistos.

El enfoque en la productividad de la “Construcción sin Pérdidas” propone nuevas herramientas de diagnóstico, medición y mejoramiento para este propósito. Encuestas de detección a los capataces, métodos de muestreo del trabajo, registros de materiales y otras herramientas han sido desarrolladas para permitir la toma de decisiones para el mejoramiento de la productividad en la construcción. El principal objetivo de estas herramientas es reducir las demoras, interrupciones y mejorar el almacenamiento de recursos, la coordinación y la planificación en la construcción.

2.3.2. Niveles de Planificación

La planificación es inherente al ser humano. La mayoría de los actos tienen por lo menos un mínimo de planificación, incluso los más cotidianos, por lo cual sería imposible pensar que un proyecto de construcción se desarrolle sin una planificación previa, ya que es necesario establecer un plan de materialización del proyecto al igual que sus directrices y metas. Entre otras cosas, también se debe determinar cuál es la utilización más eficiente de los recursos asignados al proyecto, enfrentar adecuadamente la incertidumbre presente en el sector de la construcción, asignar en forma adecuada las

responsabilidades y realizar un seguimiento adecuado a las actividades para poder tomar acciones correctivas a tiempo.

Sea cual sea el sistema de planificación escogido, lo importante es planificar para poder enfrentar de mejor manera el proceso de materialización del proyecto. Si bien hay gente que lo considera una pérdida de tiempo, justificando que dada la incertidumbre reinante en la industria de la construcción nunca se cumplirán las planificaciones y habrá que estar actualizando permanentemente el programa, hay que recordar que el diagrama de barras inicial es un conjunto de actividades que se pretenden ejecutar en las fechas allí estipuladas y no corresponde a lo que realizará en el terreno. De la correcta planificación y por supuesto de las acciones correctivas que se tomen a tiempo depende el éxito del proyecto.

2.3.2.1. ¿Qué es la Planificación?

Según la American Management Association la planificación consiste en “determinar lo que se debe hacer, cómo se debe hacer, qué acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué”. Por lo tanto la planificación consta de: **Planeamiento, Programación y Control.**¹³

¹³ DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.



Figura 2.7: Esquema del Concepto de Planificación.

El proceso del **planeamiento** es una primera subdivisión del proyecto y busca determinar los alcances de éste. Acá se busca conocer en la forma más precisa posible las condiciones generales en las cuales se va a desarrollar la construcción de la obra para establecer en forma clara las metas y las directrices que orientarán nuestra planificación (estudio). Luego hay que establecer con la mayor precisión posible una subdivisión de la obra en actividades e hitos para poder establecer un plan de trabajo (análisis). Finalmente, hay que determinar las relaciones existentes entre las actividades para poder establecer relaciones de orden estricto entre ellas (ordenamiento).

La **programación** es una etapa que está dirigida a evaluar los planes de trabajo escogidos determinando el tiempo total que podría demorar la obra, el costo de ella y los recursos que serían necesarios utilizar para cumplir con las metas señaladas.

Finalmente, se debe realizar un seguimiento de la ejecución del proyecto de modo de contar en forma oportuna con información sobre lo que realmente está

pasando en el proyecto. Entonces en la etapa de **control** se comparan los datos obtenidos con el programa marco y se toman las acciones para corregir las diferencias que se hayan producido. Esto puede darnos un diagnóstico de lo que puede ser el futuro de nuestro proceso de construcción. Las decisiones correctivas que se tomen modificarán necesariamente el programa, lo que generará un proceso de actualización que dará como resultado el programa vigente.

Todas las etapas antes mencionadas son importantes y del grado de detalle con que se realice cada una dependerá el futuro de nuestro proyecto.

2.3.2.2. Modelo Tradicional y Modelo “Lean”

En general, el modelo de planificación tradicional utilizado se basa en el concepto de transformación, ya que no considera todas las actividades de flujo que existen entre actividades de transformación. La idea se resume en que a lo planificado se le asignan recursos y la actividad se ejecuta según el programa realizado.

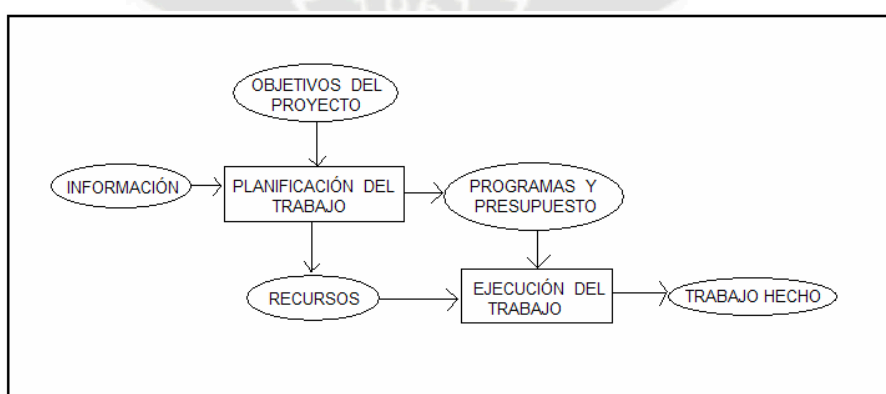


Figura 2.8: Esquema del Proceso de Planificación Tradicional.

Como podemos en el grafico anterior, los recursos se asignan a las actividades programadas; pero no se considera que hay actividades que no

podrán ser realizadas aunque estén programadas. Esto debido a que puede faltar algún requisito previo que impida su ejecución en la fecha de inicio programada. Entonces ahí empieza el problema, ya que al considerar en el programa semanal actividades que no podrán ser ejecutadas se generará un atraso en toda la cadena productiva que sigue a esta actividad, además de tener gente ociosa. El problema de fondo es que no se está diferenciando lo que se puede hacer con lo que se debe hacer. Si asigno recursos a lo que debo hacer, estoy cometiendo este error y lo que hay que hacer es asignar los recursos a lo que puedo hacer.¹⁴

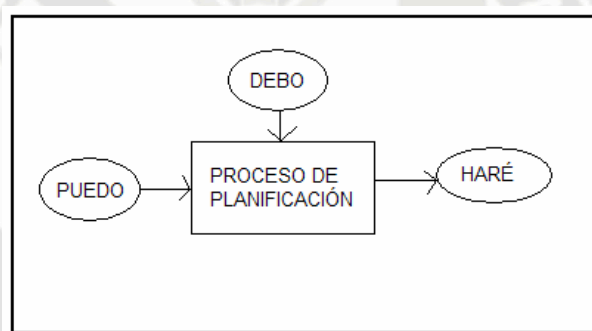


Figura 2.9: Proceso de Planificación propuesto en “Last Planner”

Observamos gráficamente lo que comentamos en el párrafo anterior. Considerar lo que puedo y lo que debo hacer y en función de eso determinar lo que haré, es la base del sistema “Último Planificador”. Esta es una de las diferencias principales entre el método de planificación tradicional y el sistema estudiado.

Como ya vimos, la planificación tiene una etapa muy importante que es el control. Estos sistemas presentan una sutil diferencia entre qué es lo que controlamos, y esto es lo que a continuación analizaremos. Asignando

¹⁴ VIRGILIO GHIO CASTILLO, Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta

recursos a lo que debo hacer estoy privilegiando la producción y por el contrario, si asigno recursos a lo que puedo hacer estoy privilegiando la productividad.

Entonces, tanto la productividad como la producción deben ser controladas en forma adecuada para que podamos obtener un sistema equilibrado. Es importante controlar la producción con respecto a lo programado para poder tomar acciones correctivas a tiempo; pero no hay que descuidar la productividad ya que podríamos estar utilizando los recursos de manera inapropiada, pudiendo alcanzar el mismo progreso, en el mismo tiempo y con menos recursos involucrados. Ese gasto de recursos innecesarios no se debe a la utilización de mala tecnología, sino que ocurre porque no se está prestando atención a aquellas actividades presentes en mi cadena productiva que no están agregando valor. No se debe buscar sólo hacer los subprocesos más eficientes a través de cambios tecnológicos, sino que el proceso en su conjunto debe hacerse más efectivo. Este concepto lo captura la teoría de flujo, que nos indica que en una cadena productiva hay actividades de flujo (transporte, esperas, inspecciones) y actividades de conversión (transformaciones). El concepto de progreso se relaciona con los procesos de conversión y el concepto de productividad se asocia tanto al proceso de conversión y de flujo, y ahí radica la principal diferencia que presenta el método de planificación tradicional con los principios Lean.

El modelo tradicional de producción se focaliza en el control del costo de las actividades con el objetivo de detectar y corregir las ineficiencias del sistema. La manera en que se disminuyen los costos asociados a las

falencias detectadas es mediante la implementación de nueva tecnología. Este método es impuesto por la gerencia de la empresa y es responsabilidad del departamento de calidad. Como ya se dijo en párrafos anteriores, la producción es vista como un conjunto de conversiones y considera que todas las actividades agregan valor al producto. Por otro lado, la producción basada en los principios Lean Production se focaliza no sólo en el control, sino que también en la gestión y asesoramiento dirigido hacia la mejora del costo, tiempo y valor de los flujos con el objetivo de prevenir posibles fallas del sistema. La manera de mejorar es disminuyendo las actividades de flujo y aumentando la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología. Este método no es impuesto por nadie, sino que se aplica por el convencimiento y la participación voluntaria del equipo, por lo que la responsabilidad recae sobre todos los miembros de la empresa. Además, la producción es vista como un conjunto de conversiones y flujos, asumiendo que hay actividades que agregan valor al producto y otras que no.

DIFERENCIAS	MODELO TRADICIONAL	LEAN PRODUCTION
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades.
Alcance	Actividades de control.	Gestión, asesoramiento y control.
Modo de aplicación	Impuestas por la gerencia	Por convencimiento y participación.
Metodología	Detectar y corregir.	Prevenir.
Responsabilidad	Del departamento de calidad.	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
Clientes	Ajenos a la empresa.	Externos e internos.
Conceptualización de la producción	Consiste actividades de conversión y todas las actividades agregan valor al producto.	Consiste en actividades de flujo y hay actividades que agregan valor al producto o que no.
Control	Costo de las actividades.	Dirigido hacia el costo, tiempo y control de los flujos.
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología.	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología.

2.3.3. Definición, Términos y Principios del “Last Planner”

El “Sistema del Último Planificador” (SUP) es posiblemente la técnica más divulgada dentro de la filosofía “Lean Construction”; está centrada en la fase de ejecución, concretamente en la obra (Ballard y Howell, 2003). Este sistema fue desarrollado en Estados Unidos por miembros del Lean Construction Institute (Ballard, 1994 y 2000; Ballard y Howell, 1998) y ha tenido una amplia difusión a nivel mundial. El SUP no es una herramienta que reemplace o compita con los métodos tradicionales de barras y de redes, si no que los complementa y enriquece mejorando la variabilidad y los flujos de trabajo. Este sistema pretende incrementar la confiabilidad de la planificación y, por tanto, incrementar el desempeño en la obra; para ello, el sistema provee herramientas de planificación y control efectivas. El SUP está especialmente diseñado para mejorar el control de la incertidumbre en las obras; esto se consigue aplicando acciones concretas en los diferentes niveles de la planificación.¹⁵

¿Por qué se retrasan las obras?, La planificación de la obra no considera todas las variables específicas del proyecto, ya que se planifica considerando supuestos con un alto grado de incertidumbre. Algunas variables no valoradas habitualmente son: la disponibilidad de existencias por parte de los proveedores, la indefinición de diseños y requerimientos, los problemas de disponibilidad de mano de obra, los problemas administrativos o los rendimientos incorrectamente estimados. Esto impide el desarrollo normal de los trabajos y provoca constantes interrupciones, afectando a la

¹⁵ DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO, Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura.

productividad de las actividades y al cumplimiento de plazos. Si planificar consiste en determinar lo que “debería” hacerse para completar un proyecto y decidir lo que “se hará” en un cierto período de tiempo, debe reconocerse que debido a restricciones no todo “puede” hacerse, produciéndose retrasos de forma reiterada. En la mayoría de las obras lo que “puede” y lo que “se hará” son ambos subconjuntos de lo que “debería” hacerse; si el plan (“se hará”) se desarrolla sin saber lo que “puede” hacerse, el trabajo realmente ejecutado será la intersección de ambos subconjuntos.

¿Cómo puede revertirse esta situación?, Es fundamental que antes de decidir lo que “se hará” se tenga un conocimiento adecuado de lo que “puede” hacerse. En procesos periódicos de planificación, los gestores y los ejecutores de las actividades deben primero identificar lo que “puede” hacerse y posteriormente acordar lo que “se hará” durante la semana. De esta manera se evita que las actividades se detengan por alguna restricción no liberada. Esta situación ayuda notoriamente a la productividad de las tareas ya que soslaya las molestas detenciones por falta de materiales, mano de obra, etc.

El proceso de planificación debe centrarse principalmente en la gestión del “puede”; mientras más podamos agrandar el “puede”, mayor será la posibilidad real de avance. El avance puede verse afectado si la cantidad de actividades que pueden ejecutarse es baja. Para evitar esto, los planificadores deben concentrar sus esfuerzos en liberar las restricciones que impiden que la tarea pueda iniciarse o continuar. De esta forma se agranda el conjunto “puede” aumentando las opciones de avance. Es importante que la gestión se haga sobre el problema raíz ya que no se obtiene nada positivo con solicitar

mayor rapidez a los ejecutores de las actividades si no se les entregan los recursos a tiempo.

La construcción, por lo tanto, requiere planificación por diferentes personas, en diferentes puestos de la organización, y en momentos diferentes del ciclo de vida de la obra. El SUP define criterios explícitos de asignación que se consideran compromisos de producción anticipados con el fin de proteger a las unidades productivas de la incertidumbre y la variabilidad. El proceso de aplicación del sistema se realiza de la siguiente forma:

1. Revisión del plan general de la obra (programa maestro)
2. Elaboración del programa de fase en el caso de proyectos complejos y extensos. Se identifica la fase que se va a desarrollar a continuación y se elabora el programa.
3. Elaboración de la planificación intermedia para un horizonte entre uno y tres meses aproximadamente, realizando análisis de restricciones con el fin de eliminar los cuellos de botella, enmarcada dentro del programa maestro.
4. Elaboración de la planificación semanal, con la participación de los últimos decisores o planificadores: encargados, capataces, subcontratistas, almacenistas, etc. Como parte del inventario de actividades ejecutables obtenido en la planificación intermedia.
5. Reuniones de los últimos planificadores para verificar el cumplimiento del plan semanal, detectando las causas de no cumplimiento de lo planificado y estableciendo el plan de la siguiente semana.

La confiabilidad del plan se mide en términos del Porcentaje del Plan Completado (PPC), al final de cada semana. Las causas de los fallos de cumplimiento también se investigan semanalmente con el fin de evitarlas en el futuro. La confiabilidad de la planificación está directamente relacionada con la productividad.

La metodología aplicada por el SUP se resume visualmente en el siguiente epígrafe:



Figura 2.10: Metodología aplicada por "Last Planner"

2.3.3.1. Programa Maestro

Los proyectos de construcción, tienen una planificación general o también llamado programa maestro, el cual se desarrolla según los objetivos generales que hayan sido planteados en el programa inicial. Este programa le pone fechas a los objetivos planteados, es decir, establece las metas del proyecto. Debemos recordar que las actividades de duración despreciable son consideradas como acontecimientos. Si un acontecimiento es

especialmente importante se denominará hito. Entonces, el programa maestro nos sirve para identificar los hitos de control de nuestro proyecto.

2.3.3.2. Planificación Intermedia - Lookahead

La planificación intermedia ha sido desarrollada para focalizar la atención en las actividades que supuestamente ocurrirán en algún tiempo futuro. Podremos de esta forma tomar acciones en el presente que causen el futuro deseado. En otras palabras, la planificación intermedia es un intervalo de tiempo en el futuro que permite tener una primera idea de qué actividades serán programadas, para lo cual se debe coordinar todo lo necesario para que una actividad se pueda realizar, como lo son el diseño, los proveedores, la mano de obra, la información y los requisitos previos. Algunas funciones de la planificación intermedia son:

- **Equilibrar carga de trabajo y capacidad.** Lo primero es definir los conceptos involucrados. Entenderemos como carga a la cantidad de salidas esperadas para una unidad de producción en un tiempo dado. Por otro lado, capacidad se refiere a la cantidad de trabajo que una unidad de producción puede lograr en un tiempo dado. Lo ideal es que la carga de trabajo que se asigna a una unidad de producción se equilibre con la capacidad que tiene dicha unidad. Este equilibrio se comienza a realizar en la planificación intermedia; pero aquí el planificador sólo tiene una noción de qué tipo de unidad de producción requiere para realizar el trabajo y no qué unidad específica lo hará. Esto lo sabrá el ejecutor recién en la etapa de programación semanal. Así, este punto es necesario evaluarlo en ambas etapas del proyecto.

- **Revisar la secuencia de las actividades.** Pese a que en la realización del programa madre se considera este punto, nunca está de más verificarlo. Esta es una etapa propicia para esta revisión, ya que no debemos olvidar que la planificación intermedia posee mayor grado de detalle que el programa madre.
- **Desarrollar detalladamente los métodos de ejecución.** En la medida que detallemos mayormente la forma en que materializaremos las actividades que hemos programado, podremos ver qué inconvenientes encontraremos en terreno al momento de realizar la actividad. Así lograremos que la actividad no deba ser reprogramada por imposibilidad de ejecución.
- **Mantener un listado de actividades listas para ejecutar.** Como ya se vio anteriormente, el producto de la revisión de restricciones de cada actividad que se realiza en la planificación intermedia, da como resultado un inventario de trabajo ejecutable (ITE). Así en caso de que una actividad programada no pueda ser ejecutada, independientemente del motivo, la unidad de producción no quedará ociosa ya que siempre habrá una actividad no incluida en la programación semanal que puede ser ejecutada, ya que tiene una holgura que permite distribuirla en el tiempo. Así logramos estabilizar el flujo de trabajo.

Como podemos suponer, uno de los principios fundamentales del sistema “Último Planificador” es el control del flujo de trabajo. La idea principal es que el trabajo tenga una mejor secuencia, y podamos evitar así los tiempos

ociosos de las unidades de producción. Así como el control de la unidad de producción controla la unidad productiva en sí, el control del flujo de trabajo controla el traspaso de los trabajos desde una unidad de producción a otra. La responsabilidad de este control recae sobre esta etapa de planificación intermedia.

Lo primero, es determinar el intervalo de tiempo que abarcará la planificación intermedia, el cual en general abarca de 3 a 5 semanas. Para ver cuántas semanas abarca mi intervalo debo evaluar las condiciones del proyecto. Por ejemplo, si estoy ubicada en una zona aislada, en la cual los proveedores tienen un tiempo de respuesta de 5 semanas, mi intervalo de planificación intermedia no debe ser menor a 5 semanas.

Una vez que tengo identificado mi horizonte de trabajo, debo desglosar el programa marco y determinar qué actividades se deben realizar durante este tiempo. En cada una de las actividades, debo identificar qué factores impiden que mi actividad pueda ser realizada. A estos factores le llamaremos restricciones. Las restricciones más comunes en la construcción son:

- **Diseño:** involucra a todas las actividades que no están definidas en el proyecto, ya sea por incongruencia entre las especificaciones técnicas y los planos o simplemente por omisión.
- **Materiales:** se refiere a que los materiales necesarios para ejecutar la actividad deben estar disponibles en obra antes de la fecha de inicio programada para la actividad.
- **Mano de Obra:** se debe contar con una claridad sobre la cantidad de

mano de obra disponible para realizar la actividad.

- Equipos y Herramientas: corresponde a tener disponibilidad de equipos y herramientas necesarias para realizar la actividad.
- Prerrequisitos: se refiere a que las actividades que deban cumplirse antes que se inicie nuestra actividad ya lo hayan hecho. En obra a esta restricción se le llama “cancha”.
- Calidad: se refiere a que si existe un control de calidad por parte de la empresa. En caso de existir este plan de calidad, se debe detallar previamente a la realización de la actividad qué requisitos serán exigidos y evaluados posteriormente a su término.

Para actividades especiales, puede haber otro tipo de restricciones aparte de las recién mencionadas, como por ejemplo, inspecciones, permisos, etc. En estos casos, también habría que incluirlas en el listado de restricciones y realizar su debido seguimiento para liberarlas.

Además a cada actividad se le asigna un responsable de ejecución y un responsable de seguimiento. Ambos deben liberar las restricciones de la actividad para que pueda ser ejecutada según lo programado. También es recomendable poner las fechas tentativas de inicio y término de cada actividad.

En la planificación intermedia un concepto fundamental es el “Seguimiento”, el cual consiste en determinar el estado de las tareas en relación a sus restricciones y a la posibilidad de removerlas antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual se puede elegir adelantarlas o retardarlas con

respecto al programa maestro. Lo importante, es que se pueden detectar los problemas anticipadamente, contándose así con suficiente tiempo para resolverlos y no atrasar el inicio programado de la actividad. Si no existiera la revisión de las restricciones para cada actividad, se asumiría que todos los requisitos para ejecutar la actividad estarán disponibles al momento de querer iniciarla, lo cual casi nunca ocurre en obra. Darse cuenta de esto al momento de iniciar la actividad provoca inevitablemente un retraso en el inicio de ella, con su consecuente reprogramación.¹⁶

2.3.3.3. Inventario de Trabajos Ejecutables (ITE).

Cuando liberamos las restricciones de alguna actividad, esta actividad pasa inmediatamente a una lista de actividades que podemos ejecutar. Esta lista es el llamado inventario de trabajos ejecutables. En esta etapa, estamos pasando desde las actividades que se deben hacer, hacia las actividades que se pueden hacer. En el inventario de trabajo ejecutable no sólo pueden haber tareas de las semanas futuras, sino que también puede haber tareas que se debían o podían haber ejecutado en la semana en curso; pero que no lo hicieron al no ser consideradas en las asignaciones semanales. Esto es muy común ya que la idea es mantener un ITE que asegure un trabajo realizable por unidades con el doble de capacidad que las que se tienen efectivamente en obra, esto con el objetivo de no tener nunca unidades ociosas por el motivo de no tener potenciales trabajos para ejecutar en caso que falle la realización de alguna actividad considerada en el programa semanal. No hay que ser siempre tan negativos y podemos ponernos en el

¹⁶ PABLO ORIHUELA, Aplicación de la Teoría de Restricciones a un proceso constructivo.

caso que las actividades programadas se cumplan antes de lo esperado. Esto también puede ser un foco de tiempo ocioso para la unidad si es que no hubiera trabajo listo para ejecutar. Entonces, teniendo un inventario de tareas potencialmente realizables, puedo elegir qué haré desde un universo de lo que puedo hacer.

2.3.3.4. Planificación Semanal.

El objetivo de este último nivel de planificación es controlar a la unidad de producción, lo cual tiene como objetivo, lograr progresivamente asignaciones de mayor calidad a través del aprendizaje continuo y acciones correctivas. El control de la unidad de producción, depende de la calidad de las asignaciones hechas por el último planificador. Las principales características que hacen que la asignación sea de calidad son:

1. Actividades bien definidas para que pueda ser ejecutado sin ambigüedades, para lo cual las asignaciones deben ser lo suficientemente específicas en su descripción.
2. La secuencia de trabajo de las actividades planteadas debe ser lógica. Las asignaciones se deben hacer a partir de aquellas consideradas legítimas en orden de prioridad y ejecución.
3. La cantidad de trabajo seleccionada debe ser directamente proporcional a la capacidad que tenga la unidad de producción. Además se debe tener claro si los tamaños de las asignaciones se determinan según la capacidad individual o grupal antes de comenzar el periodo de ejecución.
4. Prerrequisitos que tenga la actividad ya deben haber finalizado (lo que en terreno es llamado “cancha”). En el fondo es que la unidad de producción

tenga lo que necesita de otros.

Asignación de calidad es escoger qué trabajo será realizado en la próxima semana desde lo que se sabe puede ser hecho (ITE). Así estamos protegiendo de incertidumbres a nuestro flujo de producción y apuntamos a crear un flujo confiable de trabajo tanto para la unidad que ejecutará el plan de trabajo semanal como para los que trabajarán en actividades posteriores en la misma línea de trabajo.

La retroalimentación es una parte fundamental en todo esto. En la medida en que sepamos los motivos por los cuales no completamos la programación de cada semana podremos mejorar. Para ello, la medición del porcentaje de plan cumplido (PPC) es un buen indicador de la calidad de nuestras asignaciones. El PPC es el número de actividades completadas que fueron programadas divididos por el total de actividades programadas para la misma semana, todo esto expresado como porcentaje. La actividad se considera como completada sólo si se ha finalizado. Es decir, si tengo hecho menos de un 100% de lo que había programado hacer de la actividad durante la semana, la actividad se considera como no realizada. Si la actividad se encuentra realizada completamente se le asigna un 1 y si la actividad no se encuentra terminada según lo programado se le asigna un 0.

Una vez que sé qué actividades programadas no fueron ejecutadas, debo proceder a identificar las causas de no cumplimiento. Podemos ver que el PPC es una poderosa herramienta para identificar los focos que pueden servir como mejoras al sistema e implementar soluciones, ya que los orígenes de los no

cumplimientos no sólo pueden ser fallas en la mano de obra, materiales o causas externas, sino que también, el origen de las fallas en la ejecución del trabajo programado, pueden provenir de deficiencias a nivel organizacional, procesos o funciones. Sólo así podré generar un flujo de trabajo continuo.

Entre las causas de no cumplimiento de la programación semanal podemos encontrar las siguientes razones:

- Falla en sistemas de información. Por ejemplo, considerar actividades prerequisite como finalizadas, siendo que no es así.
- Falla en aplicar los criterios de calidad mencionados. Por ejemplo, tal vez la actividad no cumplió el avance programado para la semana porque se superó la capacidad de la cuadrilla.
- Cambio en las prioridades de la obra, destinando recursos a actividades urgentes.

Cualquiera sea el motivo de no cumplimiento, lo importante es aprender de él para no volver a repetirlo en el futuro.

Hay un punto muy importante que se puede observar en este nivel de planificación y que es el nivel de compromiso que tiene el grupo de trabajo con la implementación del sistema “Último Planificador”. En la medida que no haya un compromiso real de parte del equipo, no tiene sentido intentar implementar este sistema, ya que él se basa en este fundamento. En general nunca se verifica si es que el encargado de realizar la actividad tiene las capacidades para realizar el trabajo. A él se le impone la actividad sin saber si él la puede realizar o no. Esto no le hace bien al grupo ya que no se sienten

parte del equipo y, al no sentirse tomados en cuenta, su predisposición al trabajo será diferente. La idea de este sistema es que la persona que efectivamente será el responsable de ejecutar el trabajo se comprometa a realizarlo y, si considera que no podrá hacerlo por cualquier motivo, lo diga. El compromiso que él asume cuando afirma que es capaz de realizar una actividad, no es con el fin de reprocharlo en caso que no cumpla la actividad al final de la semana, sino que es con el objetivo de generar un mayor compromiso grupal, ya que él sabrá que sus acciones no sólo le afectan a él, sino que a toda la línea de trabajo que viene posterior a él y que requiere como prerequisite la actividad que él se está comprometiendo a hacer. Si sabemos de antemano que ese trabajo no será realizado, debemos decir claramente que no podemos realizarlo y así no lo pondremos como que puede ser ejecutado y estaremos protegiendo nuestro flujo de trabajo. Con esto logramos que el compromiso adquirido se vea reflejado en el PPC.

Finalmente, en la figura 2.11 se muestra un esquema en donde se resumen todos los conceptos y etapas del sistema de planificación “Último Planificador”.

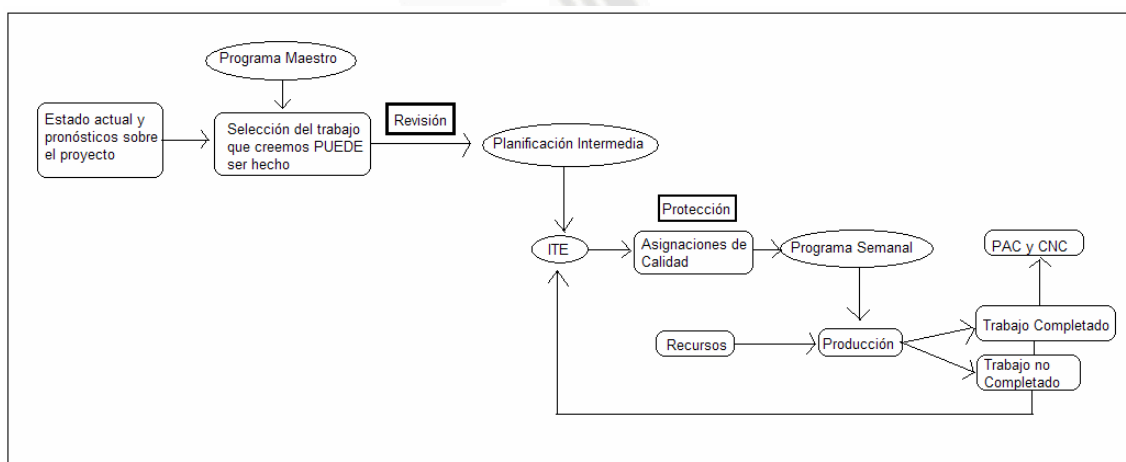


Figura 2.11: Resumen Sistema “Último Planificador”

2.4. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

La Productividad se define como la eficiencia en el uso de los recursos. Es el resultado de un flujo productivo continuo, una buena programación, una alta confiabilidad y la optimización de los recursos utilizados en los procesos constructivos.

El Control de Productividad es el proceso a través del cual se mide la eficiencia de la ejecución lograda, se analiza la información y se identifican las acciones posibles para mejorarla, dentro de un proceso de Mejora Continua.

Se definen las herramientas que permiten llevar a cabo la medición de la eficiencia de la ejecución en función a los consumos reales de recursos.¹⁷

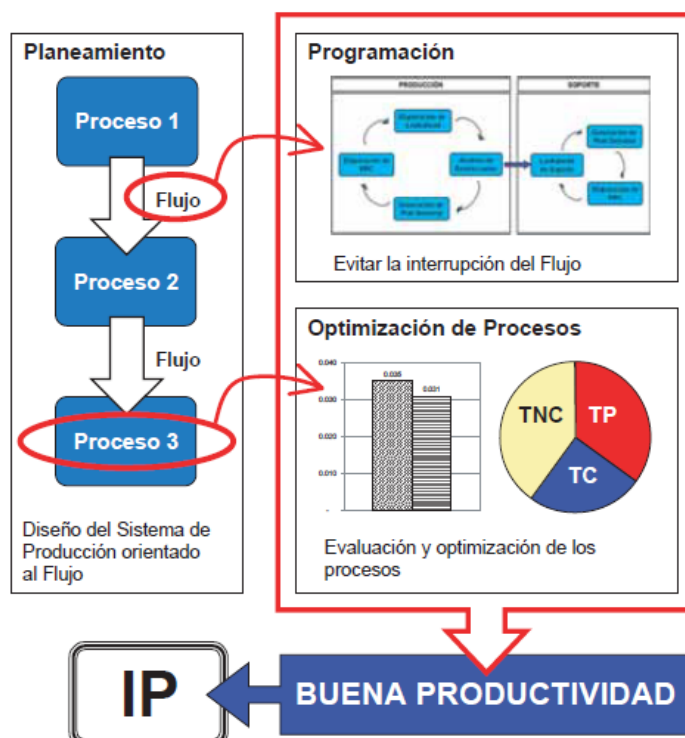


Figura 2.12: El Control de Productividad como herramienta de Optimización de Procesos.

¹⁷ GyM S.A., Manual de Gestión de Proyectos.

El proceso de control de productividad se inicia junto con el proceso de programación, con la evaluación de las primeras actividades de construcción ejecutadas, y se extiende a lo largo de todo el proyecto. Los resultados del control de productividad deben ser presentados y analizados por el proyecto a través de las reuniones de producción, ya que representan la medición de la eficiencia obtenida en la ejecución del plan a través del proceso de programación. Los resultados del control de productividad son fuente de información para la identificación de oportunidades de mejora en la ejecución y para la toma de acciones orientadas a su implementación.

2.4.1. Estudios de Productividad

Toda operación de construcción es susceptible de ser mejorada ya sea al inicio de la misma o durante su ejecución. Dentro de un proceso de mejora continua, se debe buscar la optimización de los procesos constructivos a lo largo de todo el tiempo que dure el proyecto.

Con el fin de optimizar un proceso constructivo, el estudio de productividad se enfoca en reducir los tiempos improductivos (esperas, viajes con las manos vacías, tiempos ociosos, etc.), las interferencias con otras actividades, el uso inadecuado de equipos, etc.

El estudio de tiempos o estudio del trabajo es una técnica proveniente de la industria manufacturera para el análisis de operaciones, con el objeto de mejorar la productividad. La construcción tiene varias preocupaciones comunes con las de la industria manufacturera, como son:

- Uso correcto del recurso humano.

- Mejor utilización y mantenimiento posible de los equipos.
- Transporte y distribución eficiente de los materiales.

A través de un estudio de tiempos se puede lograr:

- Aumentar la eficiencia de los métodos de trabajo.
- Obtener la máxima utilización de equipos.

A continuación se exponen los pasos a seguir para elaborar un estudio de productividad:

- a. Realizar un seguimiento en campo del proceso constructivo, recogiendo algunos datos como:
 - La secuencia real que sigue el proceso constructivo en análisis (no aquella que se cree que se está aplicando).
 - Tiempos muertos del personal obrero.
 - Recoger opiniones y sugerencias del personal obrero respecto de las causas que producen tiempos muertos, y que han sido identificadas por ellos mismos.
 - Grado de utilización de los equipos.
 - Principales problemas observados que paralizaron los trabajos.
 - Layout de distribución del personal y los equipos.
- b. Luego de haber examinado la operación en campo, se debe proponer hacer un análisis más formal de los problemas detectados mediante un Estudio de Tiempos o Estudio del Trabajo. Con este análisis se podrá cuantificar la magnitud de las pérdidas y de las oportunidades.

c. Proponer alternativas de mejora y probarlas. Para realizar un estudio de tiempos se pueden usar varias técnicas, entre ellas se proponen las siguientes, que destacan por su simplicidad e impacto:

- Mediciones de nivel general de actividad.
- Cartas de balance.
- First Run Studies.

2.4.1.1. Mediciones de Nivel General de Actividad

Es una herramienta estadística que se usa para determinar el nivel general de la actividad en un sector, frente o en todo el proyecto, en términos de la división de trabajo. Muestra cómo se ocupa el tiempo durante el desarrollo de los procesos de construcción, separando el trabajo en categorías: trabajo productivo, contributorio y no contributorio.

- **Trabajo Productivo (TP)**, es el que aporta directamente a la Producción.
- **Trabajo Contributorio (TC)**, es el relacionado a las actividades necesarias indirectamente para que pueda realizarse el Trabajo Productivo.
- **Trabajo No Contributorio (TNC)**, es el que no es ni producción ni apoyo.

Es útil cuando se quiere cuantificar situaciones que, de acuerdo a la simple observación, parecen ser “pérdidas”, tales como: viajes, esperas, etc.

También es útil para establecer un benchmarking interno, midiendo el impacto de los cambios o mejoras hechas a los procesos constructivos.¹⁸

2.4.1.2. Cartas de Balance

A diferencia del nivel general de actividad, la carta balance se centra en una actividad específica. Es una herramienta estadística que permite describir detallada y formalmente el proceso de una operación de construcción, ayudando a analizar el método usado y a determinar la cantidad de obreros más adecuada para la cuadrilla. También, con la utilización de esta herramienta, se obtiene información para el análisis de los rendimientos.

La carta de balance es un gráfico de barras verticales que tiene como ordenada el tiempo, y en la abscisa se indican los recursos (obreros, equipos, etc.) que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso. Cada barra se subdivide para mostrar el tiempo dedicado a cada uno de los diferentes tipos de actividades que se realizan. Dado que cada elemento de la cuadrilla es graficado en el mismo período de tiempo, la relación de éstos se puede ver mediante una comparación de líneas horizontales, pudiendo determinarse patrones comunes que incidan en los ciclos de trabajo.

El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros. No se pretende conseguir que el obrero trabaje más duro, sino en forma más inteligente. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo son la reasignación de tareas entre

¹⁸ GyM S.A., Manual de Gestión de Proyectos.

sus miembros o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.

2.4.1.3. First Run Studies

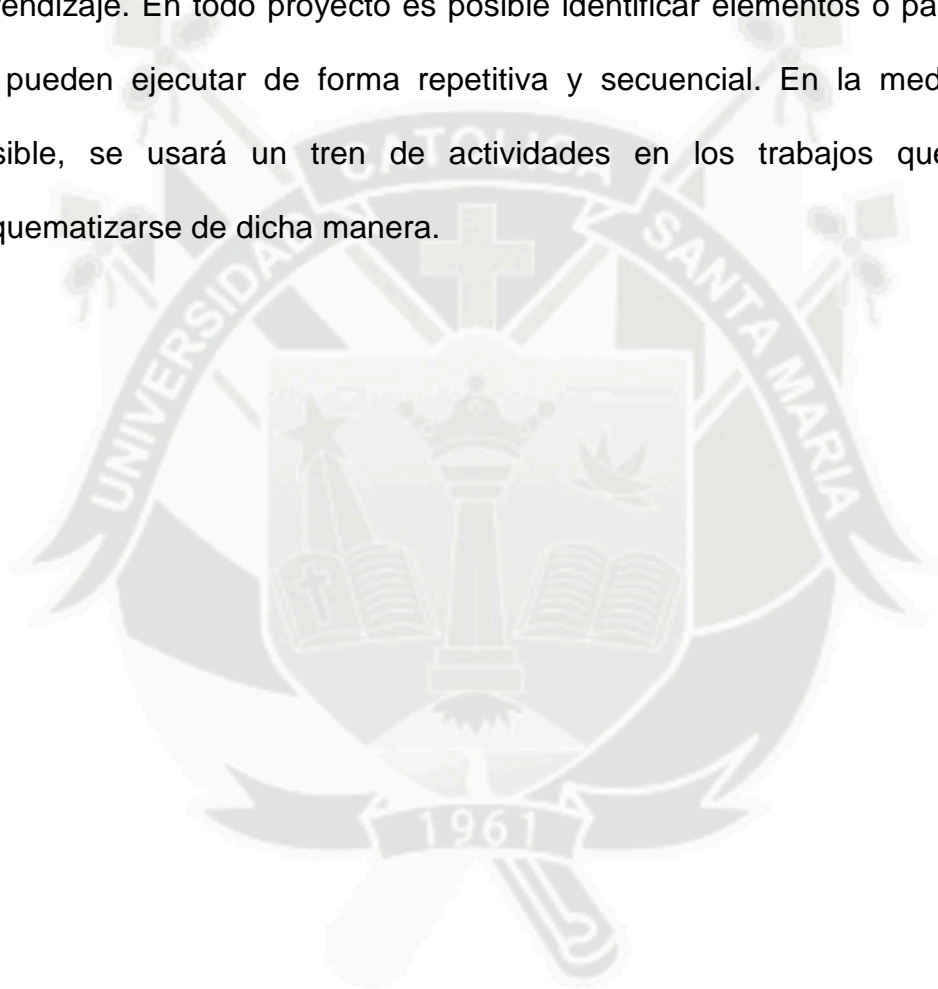
Es una metodología utilizada para establecer metas de producción. Consiste en el análisis detallado de un proceso constructivo, llevando a cabo un ensayo o práctica del proceso en condiciones ideales, a fin profundizar el entendimiento del proceso entre todos los involucrados y poner a prueba los supuestos asumidos durante el análisis del proyecto, como pueden ser cuadrillas, ciclos y rendimientos. Sus objetivos principales son ayudar a establecer la productividad meta e identificar todas las restricciones posibles para determinadas actividades. Puede realizarse antes del inicio de la producción rutinaria, o junto con ésta.

Luego de haber hecho los estudios de productividad correspondientes y haber detectado los principales problemas e ineficiencias del proceso constructivo, se deben plantear alternativas de mejoras a los métodos de trabajo observados. La etapa más importante del proceso de mejora continua es implementar los nuevos métodos de trabajo. La única manera de lograr una mejora en el proceso constructivo es mediante el siguiente proceso iterativo:

1. Plantear alternativas de mejora.
2. Probar o implementar las alternativas planteadas.
3. Describir y medir los resultados obtenidos en los primeros ciclos.
4. Discutir los resultados obtenidos con el equipo de Proyecto y proponer cambios a las alternativas de mejora.

5. Probar las alternativas de mejora cambiadas en los siguientes ciclos.

Una alternativa común consiste en el uso del **Tren de Actividades** para mejorar el diseño del proceso. Debido a la naturaleza repetitiva de las labores programadas por este método, se logra aprovechar los efectos de la curva de aprendizaje. En todo proyecto es posible identificar elementos o partidas que se pueden ejecutar de forma repetitiva y secuencial. En la medida de lo posible, se usará un tren de actividades en los trabajos que puedan esquematizarse de dicha manera.



3. CAPITULO III. SISTEMA DE GESTION DE PROYECTOS GYM S.A.

Como se indicó en la descripción de la metodología aplicada en esta segunda fase del desarrollo del informe de experiencia laboral, realizaremos la descripción y valoración de un conjunto de herramientas, documentos y consideraciones en cuanto a la gestión del alcance, tiempo y costo del sistema de gestión de los proyectos de GyM S.A. (**ANEXO N°4 – Diagrama 9.2**).

Como punto de partida consideremos la siguiente premisa: “El producto que vende una empresa constructora es el servicio de **“construcción”**, por lo tanto nuestro esfuerzo fundamental debe centrarse en **optimizar la construcción**”¹⁹, es así que conforme a los principios estudiados y como parte de la mejora continua en los procesos y metodologías de GyM S.A. se implementó el Sistema de Gestión de Proyectos de Construcción, el mismo que es el conjunto de políticas, procedimientos, hitos de control, herramientas, sistemas informáticos, capacitaciones, que ha definido GyM para gestionar los Proyectos de Construcción.

La implementación del sistema de gestión tiene inicio con la transferencia de información contractual y presupuestal del equipo presupuestador, donde se indican las consideraciones tomadas y alcance contractual, seguidamente el equipo de obra inicia con la etapa de planeamiento del proyecto el mismo que incluye la elaboración del **presupuesto meta**, que es el compromiso del equipo de obra para la ejecución del proyecto, paralelamente se inicia con la ejecución del proyecto e implementación de las herramientas, las mismas que

¹⁹ VIRGILIO GHIO CASTILLO, Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta.

son aplicadas en función de las singularidades de cada proyecto y son parte de la gestión del día a día, finalmente con la entrega de obra se realiza una “Reunión de Cierre de Obra” donde se presenta el Relatorio de obra que es el informe de lecciones aprendidas y forma parte del “Know How” de la empresa.

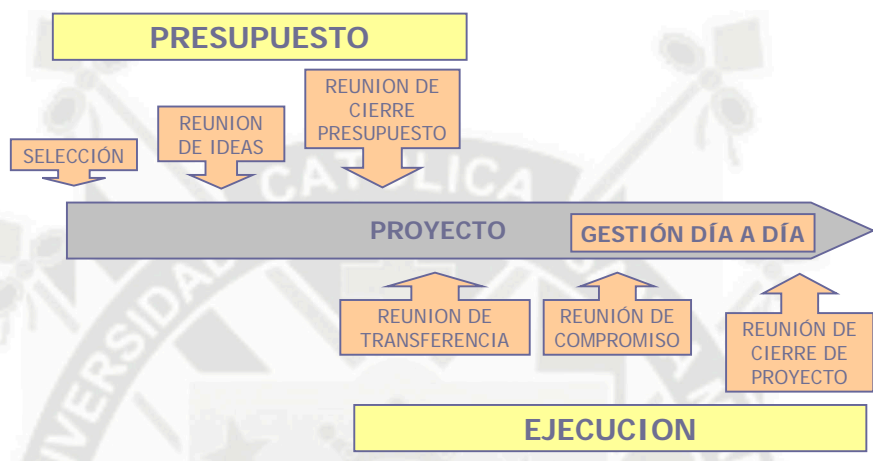


Figura 3.1: Esquema del Sistema de Gestión

4. CAPITULO IV. OBRA 1673: PLANTA DE MOLIENDA DE CRUDO Y PIRO PROCESO – YURA.

4.1. GESTIÓN DEL ALCANCE: DEFINICIÓN DEL ALCANCE

Conociendo que la gestión del alcance de un proyecto influye directamente sobre el éxito general del mismo, ya que el alcance incluye **“Todos los Trabajos Requeridos y Sólo los Trabajos Requeridos”** para completar el proyecto satisfactoriamente conforme al contrato y documentos anexos, es que consolidamos toda la información técnica y comercial recibida y revisada durante el proceso de adjudicación (borrador del contrato, condiciones generales, condiciones específicas, condiciones comerciales, descripción de partidas, especificaciones técnicas, planos, calificaciones aceptadas y/o asumidas, etc.), con la finalidad de definir con claridad el alcance real a ser considerado.

La Definición del Alcance del Proyecto, es el primer documento que desarrollo personalmente en todos los proyectos en los que participe, ya que nos permite documentar los objetivos y entregables del proyecto junto con sus restricciones, supuestos y otros elementos importantes convirtiéndose el mismo en la línea base y hoja de ruta para los futuros análisis y decisiones dentro proyecto.

Para nuestro primer proyecto definiremos el alcance considerando el “Contrato de Obra YSA-163-2009” celebrado el 09 de noviembre del 2009 entre Yura S.A. y el Consorcio Contratista Cementero.

DEFINICION DEL ALCANCE DEL PROYECTO: Planta de Molienda de Crudo y Piro proceso - Yura		Proyecto N°: 1673
Información General		
Cliente: YURA S.A. Contratista: Consorcio Contratista Cementero integrado por las empresas: GyM, COSAPI, ByLL y COMAINPRO. Ubicación: Planta de Cementos de YURA S.A., Km 26 de carretera Arequipa – Juliaca en el Distrito de Yura – Arequipa. Modalidad de Contrato: Precios Unitarios Monto Contractual: S/. 97'352,981.28 Supervisión: YURA S.A. Proyectistas: ABB Ingenieros, Cesel S.A., F.L.Smith, L.V.Technology		
Objetivos del Proyecto		
YURA S.A. dentro de su plan de expansión comercial, contempló la construcción de una nueva línea de producción de Clínter proyectada para una capacidad de 4,200 TMPD, para satisfacer la demanda del mercado cementero.		
Descripción del Proyecto		
La planta de Molienda de Crudo y de Piro Proceso están integradas por 12 departamentos en donde se realizara la construcción: <ul style="list-style-type: none"> • Dpto. 311 Tolvas de Dosificación • Dpto. 321 Alimentación al Molino • Dpto. 322 Molino UBE • Dpto. 323 Ducto de proceso de LVT • Dpto. 331 Ducto de gases FLS • Dpto. 332 Filtro principal • Dpto. 341 Silo de Homogenización • Dpto. 351 Alimentación al Horno • Dpto. 421 Intercambiador de Calor • Dpto. 431 Horno 3 • Dpto. 441 Enfriador de Clínter • Dpto. 471 Transporte de Clínter 		
Alcance del Proyecto		
Dentro del Alcance	Fuera del Alcance	
Construcción de obras civiles.	Expediente técnico, ingeniería de detalle y manuales de operación y mantenimiento.	
Fabricaciones metálicas.	Suministro de materiales para obras civiles como concreto premezclado y fierro de construcción.	
Montaje de Equipamiento Mecánico, tuberías y estructuras.	Procura del 100% del equipamiento.	
Pruebas en vacío y Comisionamiento del proyecto	Suministro de grúas móviles para montaje mecánico y bombas de estacionarias y móviles para colocación de concreto.	
Plazos Contractuales		
Inicio Contractual: 14/09/2009		
Fin Contractual: 22/04/2011		Fin de Obras Civiles: 08/01/2011
Plazo: 585 Días		
Supuestos		
Se cuenta con un presupuesto asignado de: S/. 97'352,981.23 (Sin IGV).		
Se cuenta con la capacidad de suministro eléctrico adecuado para el funcionamiento de los equipos.		
Se cuenta con la ingeniería de detalle al 100%.		
Se cuenta con el suministro fluido de los materiales y equipos por parte del Cliente.		
Se cuenta con la procura adecuada del equipamiento por parte del Cliente.		
Se cuenta con la mano de obra calificada y no calificada para el desarrollo del proyecto por parte de los socios del Consorcio.		
Se cuenta con un adelanto de obra S/.1'500,000.00, el mismo que será amortizado en las valorizaciones mensuales pagaderas a 15 días presentada la factura		
Restricciones		
Compatibilización de ingeniería de los diferentes proyectistas.		
Interacción constructiva de obras civiles y montaje mecánico.		
Interacción constructiva entre el Consorcio con otras contratas del cliente.		
Arribo de equipamiento y montaje con supervisión de los Vendor's		
Disponibilidad de sistemas de encofrado adecuado para las obras civiles.		
Fabricaciones mecánicas tercerizadas		
Culminación de Obras civiles		
Culminación de Montaje Mecánico		

Factores de Riesgo
Posibles conflictos sociales con poblaciones aledañas a la Obra.
Posibles eventos sísmicos de gran intensidad
Posibles complicaciones con el suministro adecuado de concreto en obras civiles como Intercambiador de calor y Silo de Homogenización.
Estabilidad de taludes en excavaciones profundas por variabilidad de tipos de suelo de la zona.
La penalidad por día de atraso será de 0.25% del monto contractual, teniendo como tope máximo el 10% del monto contractual.
Stakeholders
Industrias cementeras y afines.
YURA S.A.
Municipalidad distrital de Yura.
Población de Yura.
Grupo Gloria S.A.
Consorcio Constructor Cementero
* Empresa GyM S.A.
* Empresa COSAPI
* Empresa ByLL
* Empresa COMAINPRO
Hitos principales
Entrega de terreno - 09.09.09
Inicio de obra - 14.09.09
Culminación de construcción de obras civiles - 08.01.11
Culminación de obras de montaje mecánico
Culminación de pruebas en vacío y puesta en marcha

Adicionalmente a la definición del alcance, para una correcta conceptualización del proyecto es recomendable apoyarnos en idealizaciones en 2D y 3D a fin de plasmar nuestros entregables finales e identificar futuras restricciones, el uso de estas herramientas y software especializado se presenta en la actualidad como un gran paso en la modernización de la industria de la construcción como bien lo representa la aplicación del BIM que nos permite compatibilizar ingeniería de diferentes disciplinas identificando futuras restricciones; con lo referente a nuestro proyecto se usó el modelamiento en “Solid Work” para el análisis del montaje de elementos mecánico.

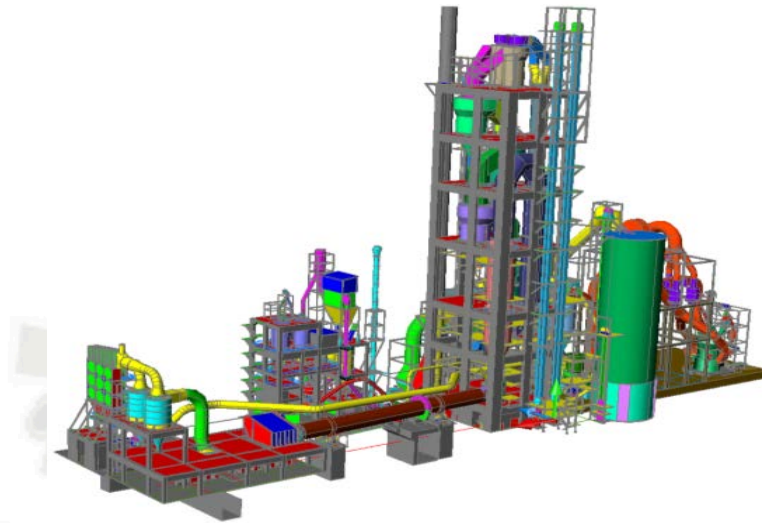


Figura 4.1: Moldeamiento 3D de Tercera línea de Producción de Clinker – (Modelamiento en Solid Work)

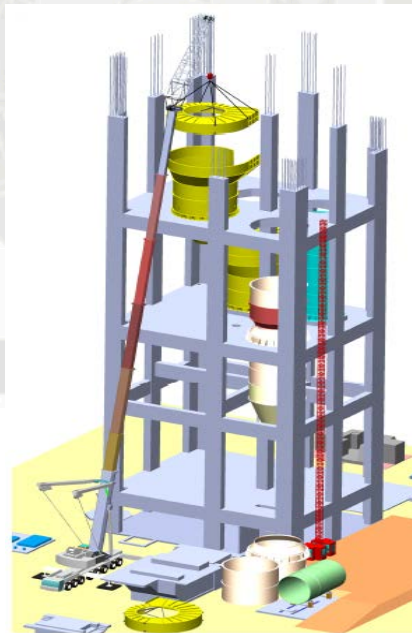


Figura 4.2: Moldeamiento de Maniobras de Montaje en Intercambiador de Calor

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES

El Consorcio Contratista Cementero fue adjudicado con construcción de la Planta de Molienda de Crudo y Piroproceso – Yura, que viene a ser la Tercera

Línea de Producción de Clinker de Cementos Yura, este proyecto abarca las áreas de obras civiles, fabricación y montaje mecánico así como las pruebas en vacío de dicha línea de producción.

GyM S.A. estuvo a cargo de la Gerencia de construcción de las obras civiles y es por tal motivo que al equipo de Oficina Técnica – Obras Civiles se nos encomendó la implementación de un conjunto de herramientas de control para asegurar principalmente el plazo de ejecución del “Intercambiador de Calor” estructura que marcaba la ruta crítica del proyecto, así mismo se realizamos estudios de productividad con la finalidad de asegurar nuestro costo en cuanto a nuestro recurso más incidente el cual fue la mano de obra.

Principales Cantidades Totales de Obra:

DESCRIPCIÓN	INICIALES	SINCERADAS
Colocación de Concreto	37,661 m3	41,200 m3
Habilitación y Colocación de Acero de Refuerzo	3,750 Ton	5,780 Ton
Fabricación de Estructuras, soportes y equipos caldereros	4,360 Ton	5,438 Ton
Montaje de Estructuras y Equipos	7,767 Ton	8,829 Ton



Foto 4.1: Foto Panorámica de Ejecución de 3ra línea de Producción de Clinker de Yura

Para la ejecución del proyecto se dividieron las principales estructuras en tres frentes de trabajo, los mismos que se detallan a continuación:

1. **FRENTE 1:** Molino UBE, Ciclones, Filtro Principal y Enfriador de Clinker
2. **FRENTE 2:** Silo de Homogenización, Torre de Clinker y Tolvas 1000Tn.
3. **FRENTE 3:** Intercambiador de Calor, Tovas de Dosificación, y Horno 3.

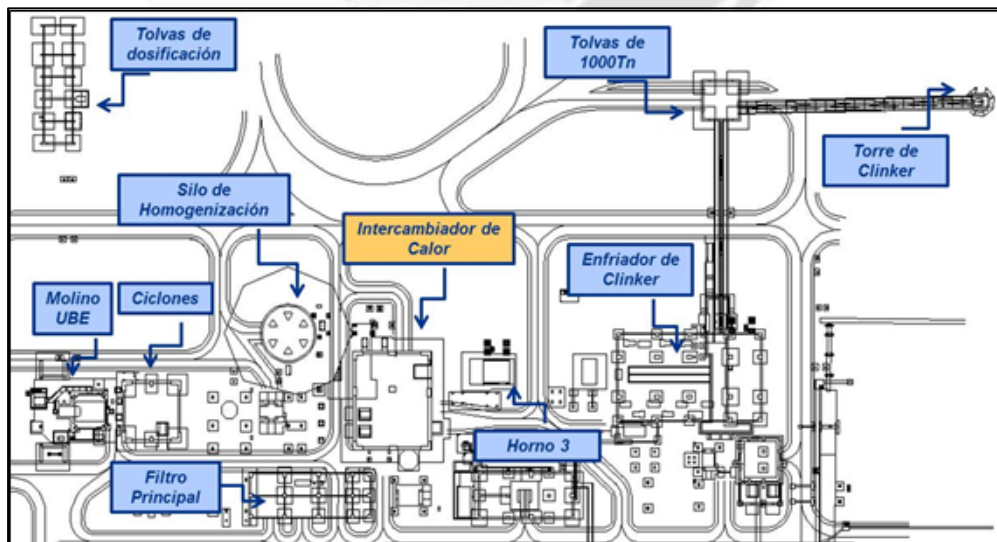


Figura 4.3: Layout Principales Obras Civiles

Así mismo para el correcto control de costos y productividad se establecieron las siguientes partidas de Control:

PARTIDA	DESCRIPCION DE PARTIDA	UNIDAD	ALCANCE
1100	EXCAVACION	M3	Excavación Manual Excavación con Equipos Perfilado de Terreno Acarreo de Material Eliminación de Material Excedente
1200	RELLENO Y COMPACTADO	M3	Relleno y compactado con material propio Relleno y compactado con material de préstamo
1300	ACERO DE REFUERZO	KG	Habilitación y Colocación de acero de refuerzo
1400	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	Encofrado y Desencofrado de Elementos Estructurales
1500	COLOCACION DE CONCRETO	M3	Colocación de concreto en Elementos Estructurales (Inc. Solado)
1600	MISCELANEOS	GLB	Demoliciones Muro de Albañilería Acabados Grouting y Juntas Colocación de Epóxicos Ductos y Canales Eléctricos Cama de Arena Corte de Losas de Concreto Cajuelas
2000	TRABAJOS ADICIONALES	GLB	Trabajos solicitados por el Cliente fuera del alcance Contractual (Orden de Cambio)
3000	FABRICACIONES	GLB	Fabricaciones de piezas mecánicas
5000	MONTAJE MECANICO	GLB	Montaje de Piezas Mecánicas

A continuación describiremos cada una de las principales estructuras poniendo mayor énfasis en el **Intercambiador de Calor y Silo de Homogenización** estructuras más representativas por su magnitud y tecnología aplicada en su ejecución:

INTERCAMBIADOR DE CALOR: Comprende de un Edificio en concreto armado de 6 niveles y una altura de 109.0m; las alturas entre losas de piso son de 15.0 m Aprox. y el área en planta de cada losa de techo es de 690 m². La

edificación alberga básicamente un calcinador y 05 etapas de ciclones. Los elementos estructurales a construirse comprenden zapatas, columnas, vigas, losas de techo, pisos, bases de equipos y bases para escaleras metálicas, así como los trabajos de albañilería y acabados de la sala eléctrica ubicada en el primer nivel. Las obras comprenderán movimiento de tierras, trazo y replanteo nivelación del terreno, excavaciones, obras de concreto en cimentaciones, y obras de concreto en estructura superior.

- Plazo de Ejecución (Ruta Critica): 514 días (10/02/11)
- Incidencia en obras civiles: 52.7%
- Principales Cantidades de Obra:
 - Excavación: 18,784.47 m³
 - Relleno: 12,712.62 m³
 - Concreto: 13,328.54 m³
 - Encofrado: 23,881.52 m²
 - Acero: 2,730 Ton

Para la construcción del edificio del intercambiador se utilizó el proceso constructivo utilizando encofrado trepante con apuntalamiento de losas de techos, el mismo que alternaba con el montaje mecánico en forma simultánea a la construcción.

Por la gran densidad de acero se utilizó empalmes y terminales mecánicos en columnas y vigas. Cuantía Estructural de acero: 242.06 Kg/m³.

Para el vaciado de concreto de las estructuras civiles se utilizó: Bombas móviles hasta Nv+2601.04 y Bombas estacionarias para los niveles superiores.



Foto 4.2: Interacción Montaje Mecánico en Intercambiador de Calor



Foto 4.3: Terminales Mecánicas para empalmes de Acero.



Foto 4.4: Vaciado de Vigas con Bombas Móviles

Para el izaje de materiales, acero y encofrado se utilizó: 01 Grúa torre (Pecco 135 US–150m.) y Grúas móviles (60 – 500 Tn.)



Foto 4.5: Uso de Grúa Torre para Izaje de Acero

PANEL FOTOGRAFICO DE PROCESO CONSTRUCTIVO



Foto 4.6: Excavación de Cimentación de Intercambiador de Calor



Foto 4.7: Vaciado de Cimentación



Foto 4.8: Relleno de Cimentación



Foto 4.9: Losa del Primer Nivel Nv.+2584.33



Foto 4.10: Vaciado de Viga Collar Nv.+2601.24



Foto 4.11: Vaciado de Losa Segundo Nivel Nv.+2615.13



Foto 4.12: Vaciado de Tercer Nivel Nv.+2635.93



Foto 4.13: Interacción con Montaje Mecánico



Foto 4.14: Vaciado de Columnas Cuarto Nivel Nv+2654.53



Foto 4.15: Vaciado de Losa Quinto Nivel Nv.+2670.53



Foto 4.16: Ejecución de Columnas Sexto Nivel Nv.+2686.13

SILO DE HOMOGENIZACIÓN: Comprende de un silo en concreto armado de una altura de 61.50m., para el almacenamiento y homogenización del crudo.

El silo está constituido por una cámara de almacenamiento en concreto armado de 47.5 m de altura por un diámetro de 16 m. y una base soporte del silo de 16.90 m de diámetro y 13.10 m de altura, complementado por 06 columnas interiores de forma triangular.

Los elementos estructurales a construirse comprenden zapatas, columnas soporte de losa intermedia, vigas, losas de techo, pisos, bases de equipos y bases para escaleras metálicas.

- Plazo de Ejecución: 331 días
- Incidencia en obras civiles: 16.9%

- Principales Cantidades de Obra:
 - Excavación: 15,833.06 m³
 - Relleno: 9,350.45 m³
 - Concreto: 7,696.24 m³
 - Encofrado: 9,723.78m²
 - Acero: 1, 577 Ton

Para la ejecución del Silo de Homogenización se utilizó el sistema de encofrado deslizante, sistema que consigue adaptar la cadena industrial al proceso constructivo, con lo que las tres actividades principales (acero, encofrado y concreto) se realizan de forma continua y solidaria obteniendo altos nivel de productividad (**ANEXO N°4 – Tabla 9.2**).

El encofrado vertical deslizante se basa en el rápido establecimiento de propiedades del concreto, el mismo que requiere un equilibrio entre el aumento de resistencia inicial y plasticidad de modo que el encofrado pueda deslizarse hacia arriba sin ningún tipo de alteración en el concreto recién colocado.



Foto 4.17: Sistema Deslizante para Vaciado de Silo de Homogenización

PANEL FOTOGRAFICO DE PROCESO CONSTRUCTIVO

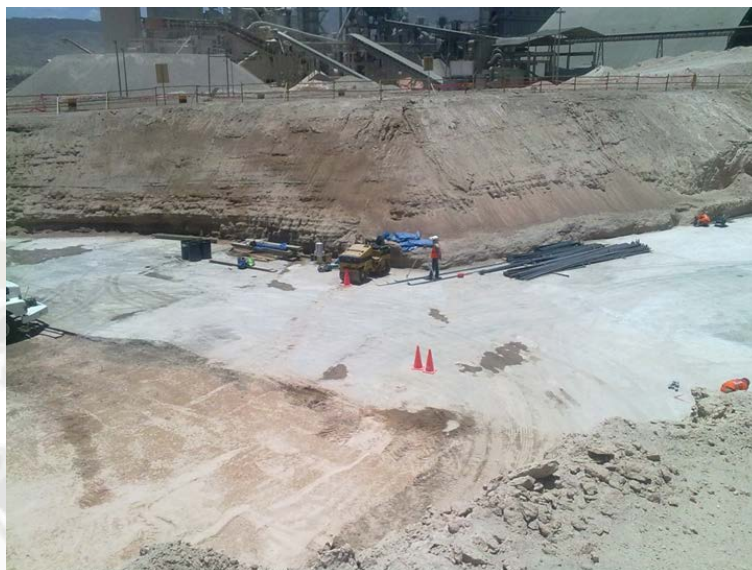


Foto 4.18: Excavación Masiva de Cimentación



Foto 4.19: Cimentación de Silo de Homogenización



Foto 4.20: Columnas Centrales Triangulares



Foto 4.21: Vaciado de Fuste Inferior



Foto 4.22: Vaciado de Losa Intermedia



Foto 4.23: Vaciado de Fuste Superior



Foto 4.24: Losa Colaborante Superior

TOLVAS DE DOSIFICACIÓN: Edificio en concreto armado de 3 niveles y una altura de 17.40m, para instalación de las Tolvas de almacenamiento.



Foto 4.25: Tolvas de Dosificación

EDIFICIO DE CICLONES: Edificio en concreto armado de 2 niveles y una altura de 30.20 m.



Foto 4.26: Edificio de Ciclonas

FILTRO PRINCIPAL: Edificio en concreto armado de 2 niveles y una altura de 16.20m, para el soporte de un filtro metálico de proceso para crudos, construcción de bases en concreto armado soporte de ventilador, chimenea y sistemas de recuperación y transporte.



Foto 4.27: Filtro Principal

ENFRIADOR DE CLINKER: Edificio en concreto armado de 02 niveles que alberga al enfriador y equipos auxiliares de una altura al primer nivel de 7.55 m y al segundo nivel de 17.70 m. El primer nivel tiene un área en planta de 1160 m². y el segundo nivel un área de 200 m².



Foto 4.28: Enfriador de Clinker

4.2. GESTIÓN DEL COSTO: PRESUPUESTO META DE INTERCAMBIADOR DE CALOR Y SILO DE HOMOGENIZACION

La gestión de los costes de un proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación y preparación del presupuesto meta así como control de costos de forma que el proyecto cumpla con finalidad de ser rentable.

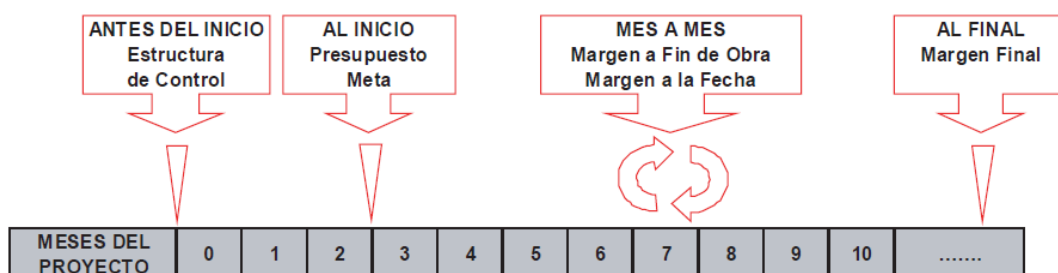


Figura 4.4: Procesos de Control de Costos

En este ítem mostraremos como se realizó el análisis del presupuesto contractual de las obras civiles del intercambiador de calor y silo de homogenización (Costo Directo) con la finalidad de identificar nuestras principales fortalezas y debilidades a fin de establecer un adecuado control de costos mediante la realización del presupuesto meta.

El **presupuesto meta**, es el documento en el cual queda plasmado el resultado previsto en lo referente a costos del proyecto, se elabora tomando como base el presupuesto original de adjudicación; las consideraciones asumidas inicialmente y el planeamiento diseñado durante la etapa de licitación son actualizadas a través del análisis de las condiciones reales encontradas en el proyecto. El análisis debe incluir una estimación económica de los riesgos y oportunidades asumidos por el proyecto, de modo que se tenga la mejor proyección del resultado posible, como todo presupuesto, está compuesto por una venta, un costo y un resultado:

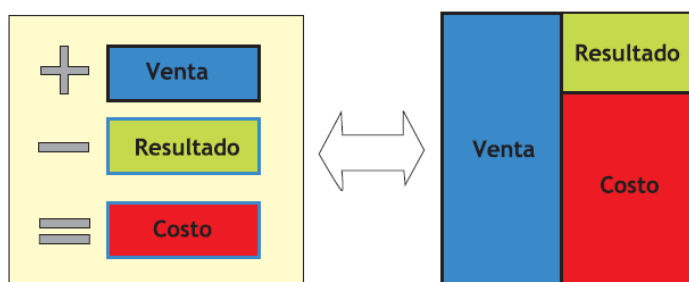


Figura 4.5: Esquema de Venta, costo y resultado en un presupuesto

- 1. Venta Meta:** Es la estimación de la venta más probable a fin de Proyecto, la cual no será necesariamente igual al monto contratado. Su cálculo incluye la actualización de las cantidades, estimado por

adicionales y trabajos nuevos no considerados en el presupuesto inicial pero que están dentro del alcance contractual.

- 2. Costo Meta:** Es la estimación del costo más probable a fin de Proyecto, el cual no será necesariamente igual al costo original. Es el costo correspondiente a la Venta Meta, y para su cálculo se realiza la revisión de cantidades, procesos constructivos, rendimientos, productividades, tarifas, cuadrillas y en general la cuantificación en términos monetarios del uso de todos los recursos necesarios para cumplir con el alcance. El costo total es la suma del Costo Directo y Costo Indirecto. Además, se debe considerar una provisión de costo por concepto de Contingencias, según el Análisis de Riesgos del Proyecto.
- 3. Resultado Meta:** El resultado es el monto resultante de la diferencia entre la venta meta y el costo meta. El resultado expresado como porcentaje de la venta es el Margen Meta. El objetivo económico del Proyecto se fija en términos del Margen Meta.

En nuestro proyecto como se indicó líneas arriba se realizó el análisis del presupuesto contractual, en lo que se refiere al costo directo de a las obras civiles del intercambiador de calor y silo de homogenización, a fin evaluar que alcances fueron considerados y actualizar sus metrados, de este análisis que obtuvimos nuestra **Venta Meta**, luego se procedió a revisar a detalle la incidencia de los tipos de recursos a fin de sustentar las acciones control consideradas para la ejecución del proyecto, así mismo se definió los ratios meta a fin de tomarlos como punto de referencia para el control de

productividad de nuestros recursos, lo que definió nuestro **Costo Meta**, obteniendo como resultado de este el presupuesto meta de nuestro proyecto.

Como punto de partida tenemos nuestro presupuesto contractual de **S/. 12'161,734.88** para las obras civiles del Intercambiador de Calor y Silo de Homogenización.

4.2.1. Calculo de Venta Meta

Con los metrados contractuales y última revisión de ingeniería de detalle de las Obras Civiles se procedió a actualizar los metrados:

DESCRIPCION	METRADO	METRADO REV 01	VARIACION DE METRADO	UND	PU DIRECTO (S/.)	VARIACION EN COSTO
DPTO: 341 SILO DE HOMOGENIZACION						S/. 1,746,726.78
OBRAS PRELIMINARES						
Trazo y replanteo	1.00	1.00		Glb.		
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
Excavaciones con maquina	6,852.12	15,783.06	8,930.94	m3.	13.64	121,818.01
Excavación manual	15.84	50.00	34.16	m3.	28.06	958.53
Acarreo de material excedente	4,329.02	11,688.07	7,359.05	m3.	5.40	39,738.88
Perfilado del terreno de excavación	765.60	3,250.00	2,484.40	m2.	4.67	11,602.15
Relleno compactado con material propio	2,538.94	9,350.45	6,811.51	m3.	34.34	233,907.31
Eliminación de material excedente	,411.27	14,500.00	9,088.73	m3.	9.97	90,614.63
CONCRETO SIMPLE						
Solados						
Coloc. de Concreto - Solados e=4"	1,159.64	1,159.64		m2.	18.20	
Sub Zapatas						
Coloc. de Concreto - Sub-Zapatas	450.00	450.00		m3.	44.16	
Encofrado y Desencofrado - SubZapatas	15.75	15.75		m2.	52.71	
CONCRETO ARMADO						

Zapatatas						
Coloc. de Concreto para zapatas	4,177.18	4,197.97	20.79	m3.	56.81	1,181.08
Encofrado y Desencofrado - Zapatatas	955.05	955.05		m2.	52.71	
Habilitación y Colocación de acero	506,584.80	692,931.14	186,346.34	kg.	0.74	137,896.29
Losa de Piso						
Coloc. de Concreto para piso	44.24	55.29	11.05	m3.	64.26	710.08
Encofrado y desencofrado	10.50	29.99	19.49	m2.	45.32	883.49
Habilitación y Colocación de acero	3,539.36	3,925.74	386.38	kg.	0.74	285.92
Columnas						
Coloc. de Concreto para columnas	293.96	322.36	28.39	m3.	83.43	2,368.95
Encofrado y desencofrado caravista	693.25	704.03	10.77	m2.	82.02	883.60
Habilitación y Colocación de acero	47,034.24	131,012.03	83,977.79	kg.	0.97	81,458.46
Muro cilíndrico del silo						
Coloc. de Concreto para muro	1,950.52	1,990.68	40.16	m3.	183.61	7,374.34
Encofrado y desencofrado caravista	3,456.81	6,976.94	3,520.13	m2.	77.71	273,549.35
Habilitación y Colocación de acero Muro	195,052.00	660,000.51	464,948.51	kg.	1.56	725,319.68
Vigas						
Coloc. de Concreto para vigas	52.25	57.42	5.17	m3.	70.49	364.43
Encofrado y desencofrado caravista	233.21	252.95	19.74	m2.	91.36	1,803.45
Habilitación y Colocación de acero	6,792.50	11,484.00	4,691.50	kg.	0.74	3,471.71
Losas de techo						
Coloc. de Concreto para losas	580.75	495.68	-85.06	m3.	88.15	-7,498.38
Encofrado y desencofrado caravista	769.86	761.95	-7.91	m2.	214.86	-1,700.60
Habilitación y Colocación de acero	46,459.60	73,129.08	26,669.48	kg.	0.74	19,735.42
PLANCHA COLABORANTE						
Suministro y Colocación Plancha Colaborante 2"	230.00	230.00		m2.	111.90	
Concreto en Losa c/w Plancha Colaborante	18.40	18.40		m3.	98.78	
Habilitación y Colocación de Acero	1,104.00	1,104.00		kg.	0.74	
DPTO: 421 INTERCAMBIADOR DE CALOR						\$/ 2,414,277.12
OBRAS PRELIMINARES						
Trazo y replanteo	1.00	1.00		Glb.		

MOVIMIENTO DE TIERRAS						
Excavaciones con maquina	9,209.98	15,653.73	6,443.75	m3.	13.64	87,892.73
Excavaciones manuales	1,842.00	3,130.75	1,288.75	m3.	28.06	36,162.32
Acarreo de material excedente	5,127.81	19,804.20	14,676.39	m3.	5.40	79,252.50
Perfilado del terreno de excavación	1,321.47	3,600.00	2,278.53	m2.	4.67	10,640.76
Relleno compactado con material propio	4,326.34	12,712.62	8,386.27	m3.	34.34	287,984.63
Eliminación de material excedente	6,104.54	17,200.00	11,095.46	m3.	9.97	110,621.73
CONCRETO SIMPLE						
Solados						
Coloc. de Concreto en solados e=4"	1,327.10	1,667.39	340.30	m2.	26.75	9,102.89
Sub Zapatas						
Coloc. de Concreto para subzapatas	159.23	630.00	470.78	m3.	44.16	20,789.42
Encofrado y Desencofrado - SubZapatas	21.00	21.00		m2.	52.71	
CONCRETO ARMADO						
Zapatas						
Coloc. de Concreto para zapatas	2,535.74	3,338.28	802.54	m3.	56.81	45,592.18
Encofrado y Desencofrado - Zapatas	289.17	289.17		m2.	52.71	
Habilitación y Colocación de acero	240,895.49	287,977.19	47,081.70	kg.	0.74	34,840.46
Vigas de Cimentación						
Coloc. de Concreto para vigas de cimentación	623.70	559.90	-63.80	m3.	56.81	-3,624.48
Encofrado y desencofrado	1,190.70	1,068.90	-121.80	m2.	75.30	-9,171.54
Habilitación y Colocación de acero	74,844.00	140,422.92	65,578.92	kg.	0.74	48,528.40
Losa de Piso						
Coloc. de Concreto para piso	126.50	135.15	8.65	m3.	64.26	555.85
Encofrado y desencofrado	29.40	84.81	55.41	m2.	45.32	2,511.35
Habilitación y Colocación de acero	7,590.00	12,851.00	5,261.00	kg.	0.74	3,893.14
Columnas						
Coloc. de Concreto para columnas	3,905.00	3,992.40	87.40	m3.	99.43	8,690.31
Encofrado y desencofrado caravista	9,528.12	8,819.97	-708.15	m2.	97.02	-68,704.52
Habilitación y Colocación de acero	741,950.00	1,200,163.94	458,213.94	kg.	2.63	1,205,102.66
Vigas						
Coloc. de Concreto para vigas	3,313.20	3,410.74	97.54	m3.	90.47	8,824.07

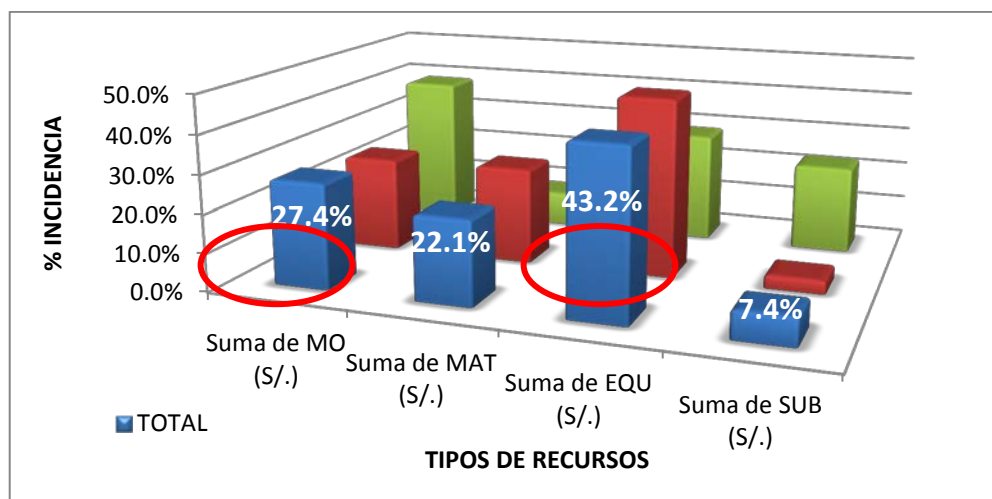
Encofrado y desencofrado caravista	9,374.18	8,468.66	-905.53	m2.	322.23	-291,788.75
Habilitación y Colocación de acero	463,848.00	945,925.66	482,077.66	kg.	1.89	911,126.78
Losas de techo						
Coloc. de Concreto para losas	683.10	579.25	-103.85	m3.	98.78	-10,258.30
Encofrado y desencofrado caravista	3,215.10	2,863.70	-351.40	m2.	322.23	-113,232.64
Habilitación y Colocación de acero	47,817.00	96,966.13	49,149.13	kg.	0.74	36,370.36
SALA ELECTRICA						
Muros de sogá	888.80	440.00	-448.80	m2.	46.46	-20,851.25
Concreto en columnetas	21.08	26.40	5.32	m3.	48.41	257.67
Encofrado y desencofrado normal en columnetas	210.77	264.00	53.23	m2.	52.71	2,805.62
Habilitación y Colocación de Acero en columnetas	2,782.20	3,484.80	702.60	kg.	0.74	519.93
Concreto en vigas de amarre	27.78	27.50	-0.28	m3.	70.49	-19.38
Encofrado y desencofrado normal en vigas de amarre	138.88	247.50	108.63	m2.	52.71	5,725.62
Habilitación y Colocación de Acero en vigas de amarre	3,333.00	3,300.00	-33.00	kg.	0.74	-24.42
Concreto en losa de techo	127.20	159.00	31.80	m3.	70.49	2,241.58
Encofrado y desencofrado normal en losas de techo	636.00	636.00		m2.	52.71	
Habilitación y Colocación de Acero en losas de techo	7,632.00	9,540.00	1,908.00	kg.	0.74	1,411.92
Tarrajeo de muros	1,777.60	880.00	-897.60	m2.	33.77	-30,311.95
Tarrajeo de cielo raso	636.00	636.00		m2.	33.77	
Contrapiso frotachado	636.00	636.00		m2.	10.84	
Juntas sísmicas de tecnoport	167.20	270.80	103.60	m.	7.91	819.48
Concreto para Muro Armado	40.16	40.16		m3.	83.43	
Encofrado y Desencofrado - Muro	267.72	267.72		m2.	52.71	
Habilitación y Colocación de Acero	2,968.87	2,968.87		kg.	0.74	

De la revisión y actualización de metrados obtenemos un adicional por un total de **S/. 4'161,003.90**, básicamente debido a un incremento de acero de refuerzo estructural en columnas y vigas del intercambiador de calor y fuste del silo de

homogenización, así mismo es importante señalar el incremento de volumen de movimiento de tierras debido a que el proceso constructivo se encontró lentos y bolsones de ceniza volcánica de mayor magnitud a los presentados en los estudios de suelo del expediente técnico del contrato, obteniendo como resultado la venta meta de **S/. 16'322,738.78**.

4.2.2. Análisis desgregado del presupuesto por tipo de recurso

RUBRO	Suma de MO (S/.)	Suma de MAT (S/.)	Suma de EQU (S/.)	Suma de SUB (S/.)
SILO DE HOMOGENIZACION	S/. 916,007.6	S/. 211,791.1	S/. 674,615.1	S/. 537,273.6
	39.0%	9.0%	29.0%	23.0%
ACERO	435,545.91	123,737.19	58,146.59	175,927.04
CONCRETO	342,628.20	64,969.87	233,085.98	79,795.77
ENCOFRADO	90,547.61	23,084.04	168,671.29	281,550.75
MOV. TIERRAS	47,285.90	-	214,711.21	-
INTERCAMBIADOR DE CALOR	S/. 2,412,906.5	S/. 2,477,259.5	S/. 4,574,132.9	S/. 357,748.6
	24.6%	25.2%	46.6%	3.6%
ACERO	860,576.70	2,158,823.18	95,619.63	-
ALBAÑILERIA	102,385.01	2,884.73	25,747.98	-
CONCRETO	496,424.48	136,631.77	367,882.60	-
ENCOFRADO	830,466.10	178,919.85	3,787,336.03	357,748.64
MOV. TIERRAS	123,054.16	-	297,546.67	-
TOTAL	S/. 3,328,914.1	S/. 2,689,050.6	S/. 5,248,748.0	S/. 895,022.2
ACERO	1,296,122.61	2,282,560.36	153,766.22	175,927.04
ALBAÑILERIA	102,385.01	2,884.73	25,747.98	-
CONCRETO	839,052.68	201,601.64	600,968.58	79,795.77
ENCOFRADO	921,013.71	202,003.89	3,956,007.33	639,299.39
MOV. TIERRAS	170,340.06	-	512,257.88	-
% INCIDENCIA	27.4%	22.1%	43.2%	7.4%



Del análisis de costos por rubros, se concluye que tipo de recursos son los con mayor preponderancia y al cuales debemos centrar nuestro control, los mismos que son: **Equipos** que tienen un 43.2%, pero al analizar los APU's, corroboramos que el 75.4% de esta incidencia corresponde al encofrado metálico, el mismo que se sub contrato como solución a los diferentes tipos de estructuras evaluando su rotación con la productividad de la mano de obra ya que se pagara el tiempo real de uso de cada solución, así mismo tenemos un 11.4% referido al uso de bombas estacionarias para el vaciado de concreto, las mismas que serán proporcionadas por el cliente con lo que ya tenemos una brecha positiva anticipada por este recurso, finalmente se tiene un 9.8% de trabajos de movimiento de tierras los mismos que serán subcontratados por m3 de trabajo realizado con los mismos precios unitarios de nuestra oferta por lo cual esta actividad no agregara valor a nuestro control.

En concordancia a lo antes señalado el rubro de equipos pierde preponderancia para nuestro control asumiendo la misma el rubro de **mano de obra** que tiene una preponderancia del 27.4%, seguido del rubro de **materiales**

con un 22.1% que básicamente se debe al uso de conectores mecánicos para los empalmes del fierro de construcción.

4.2.3. Calculo del Costo Meta – “Presupuesto Meta”.

En función del análisis por rubros, procedemos a quitar de nuestros APU's las bombas estacionarias, y los conectores metálicos, considerando que solo se utilizara si el rendimiento de colocación es muy bajo y/o las condiciones de trabajo no son las adecuadas, lo que será controlado con nuestro control de productividad, así mismo calculamos las horas hombre (HH) totales del proyecto y metrados totales de las principales partidas de control, para evaluar un ajuste adicional en el rendimiento de la mano de obra:

PARTIDAS	UND	METRADO	HH TOTALES	RATIOS PROM.
SILO DE HOMOGENIZACION				
ACERO	kg	1,573,586.50	69,691.72	0.0443
CONCRETO	m3	7,587.81	23,945.65	3.1558
ENCOFRADO	m2	9,696.65	19,216.30	1.9817
SOLADOS	m2	1,159.64	731.86	0.6311
INTERCAMBIADOR DE CALOR				
ACERO	kg	2,703,600.51	95,784.70	0.0354
CONCRETO	m3	12,898.78	36,660.27	2.8422
ENCOFRADO	m2	23,031.43	71,430.26	3.1014
SOLADOS	m2	1,667.39	1,529.55	0.9173
TOTAL DE OBRAS CIVILES				
ACERO	kg	4,277,187.01	165,476.42	0.0387
CONCRETO	m3	20,486.58	60,605.92	2.9583
ENCOFRADO	m2	32,728.08	90,646.56	2.7697
SOLADOS	m2	2,827.03	2,261.41	0.7999

Del análisis de ratios promedios se concluye que los mismos están ajustados considerando la complejidad y particulares de un trabajo en gran altura y con diferentes tipos de interferencias propias del proceso constructivo que acarreará HH muertas, por lo cual nos tomaremos como meta estos ratios,

obteniendo un presupuesto de costo meta de **S/. 12'812,675.73**, el mismo que se detalla a continuación:

ITEM	DESCRIPCION	METRADO REV 01	PU DIRECTO (S/.)	SUBTOTAL DIRECTO (S/.)
DPTO: 341 SILO DE HOMOGENIZACION				
1.00	OBRAS PRELIMINARES			
1.10	Trazo y replanteo	1.00		
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
2.10	Excavaciones con maquina	15,783.06	13.64	215,280.93
2.20	Excavación manual	50.00	28.06	1,403.00
2.30	Acarreo de material excedente	11,688.07	5.40	63,115.57
2.40	Perfilado del terreno de excavación	3,250.00	4.67	15,177.50
2.50	Relleno compactado con material propio	9,350.45	34.34	321,094.62
2.60	Eliminación de material excedente	14,500.00	9.97	144,565.00
2.00-A	CONCRETO SIMPLE			
2.10-A	Solados			
2.11-A	Coloc. de Concreto - Solados e=4"	1,159.64	18.20	21,105.45
2.20-A	Sub Zapatas			
2.21-A	Coloc. de Concreto - Sub-Zapatas	450.00	44.16	19,872.00
2.22-A	Encofrado y Desencofrado - SubZapatas	15.75	52.71	830.18
3.00	CONCRETO ARMADO			
3.10	Zapatas			
3.11	Coloc. de Concreto para zapatas	4,197.97	31.81	133,537.47
3.12	Encofrado y Desencofrado - Zapatas	955.05	52.71	50,340.69
3.13	Habilitación y Colocación de acero	692,931.14	0.74	512,769.04
3.20	Losa de Piso			
3.21	Coloc. de Concreto para piso	55.29	64.26	3,553.07
3.22	Encofrado y desencofrado	29.99	45.32	1,359.35
3.23	Habilitación y Colocación de acero	3,925.74	0.74	2,905.04
3.30	Columnas			
3.31	Coloc. de Concreto para columnas			

		322.36	58.43	18,835.41
3.32	Encofrado y desencofrado caravista	704.03	82.02	57,744.13
3.33	Habilitación y Colocación de acero	131,012.03	0.97	127,081.67
3.40	Muro cilíndrico del silo			
3.41	Coloc. de Concreto para muro	1,990.68	183.61	365,509.32
3.42	Encofrado y desencofrado caravista	6,976.94	77.71	542,178.06
3.43	Habilitación y Colocación de acero Muro	660,000.51	1.56	1,029,600.80
3.50	Vigas			
3.51	Coloc. de Concreto para vigas	57.42	45.49	2,612.04
3.52	Encofrado y desencofrado caravista	252.95	91.36	23,109.06
3.53	Habilitación y Colocación de acero	11,484.00	0.74	8,498.16
3.60	Losas de techo			
3.61	Coloc. de Concreto para losas	495.68	63.15	31,302.26
3.62	Encofrado y desencofrado caravista	761.95	214.86	163,711.52
3.63	Habilitación y Colocación de acero	73,129.08	0.74	54,115.52
4.00	PLANCHA COLABORANTE			
4.10	Suministro y Colocación Plancha Colaborante 2" - Calibre 22	230.00	111.90	25,737.00
4.20	Concreto en Losa c/w Plancha Colaborante	18.40	73.78	1,357.55
4.30	Habilitación y Colocación de Acero	1,104.00	0.74	816.96
DPTO: 421 INTERCAMBIADOR DE CALOR				
1.00	OBRAS PRELIMINARES			
1.10	Trazo y replanteo	1.00		
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
2.10	Excavaciones con maquina	15,653.73	13.64	213,516.81
2.20	Excavaciones manuales	3,130.75	28.06	87,848.70
2.30	Acarreo de material excedente	19,804.20	5.40	106,942.70
2.40	Perfilado del terreno de excavación	3,600.00	4.67	16,812.00
2.50	Relleno compactado con material propio	12,712.62	34.34	436,551.28
2.60	Eliminación de material excedente	17,200.00	9.97	171,484.00
3.00	CONCRETO SIMPLE			

3.10	Solados			
3.11	Coloc. de Concreto en solados e=4"	1,667.39	26.75	44,602.68
3.20	Sub Zapatas			
3.21	Coloc. de Concreto para subzapatas	630.00	44.16	27,820.80
3.22	Encofrado y Desencofrado - SubZapatas	21.00	52.71	1,106.91
4.00	CONCRETO ARMADO			
4.10	Zapatas			
4.11	Coloc. de Concreto para zapatas	3,338.28	31.81	106,190.69
4.11	Encofrado y Desencofrado - Zapatas	289.17	52.71	15,242.15
4.13	Habilitación y Colocación de acero	287,977.19	0.74	213,103.12
4.20	Vigas de Cimentación			
4.21	Coloc. de Concreto para vigas de cimentación	559.90	31.81	17,810.42
4.22	Encofrado y desencofrado	1,068.90	75.30	80,488.17
4.23	Habilitación y Colocación de acero	140,422.92	0.74	103,912.96
4.30	Losa de Piso			
4.31	Coloc. de Concreto para piso	135.15	64.26	8,684.74
4.32	Encofrado y desencofrado	84.81	45.32	3,843.76
4.33	Habilitación y Colocación de acero	12,851.00	0.74	9,509.74
4.40	Columnas			
4.41	Coloc. de Concreto para columnas	3,992.40	74.43	297,154.43
4.42	Encofrado y desencofrado caravista	8,819.97	97.02	855,713.68
4.43	Habilitación y Colocación de acero	1,200,163.94	0.97	1,164,159.02
4.50	Vigas			
4.51	Coloc. de Concreto para vigas	3,410.74	65.47	223,300.88
4.52	Encofrado y desencofrado caravista	8,468.66	322.23	2,728,854.80
4.53	Habilitación y Colocación de acero	945,925.66	0.74	699,984.99
4.60	Losas de techo			
4.61	Coloc. de Concreto para losas	579.25	73.78	42,737.07
4.62	Encofrado y desencofrado caravista	2,863.70	322.23	922,770.05
4.63	Habilitación y Colocación de acero	96,966.13	0.74	71,754.94
6.00	SALA ELECTRICA			
6.11	Muros de sogá	440.00	46.46	20,442.40

6.12	Concreto en columnetas	26.40	48.41	1,278.02
6.13	Encofrado y desencofrado normal en columnetas	264.00	52.71	13,915.44
6.14	Habilitación y Colocación de Acero en columnetas	3,484.80	0.74	2,578.75
6.15	Concreto en vigas de amarre	27.50	45.49	1,250.98
6.16	Encofrado y desencofrado normal en vigas de amarre	247.50	52.71	13,045.73
6.17	Habilitación y Colocación de Acero en vigas de amarre	3,300.00	0.74	2,442.00
6.18	Concreto en losa de techo	159.00	45.49	7,232.91
6.19	Encofrado y desencofrado normal en losas de techo	636.00	52.71	33,523.56
6.20	Habilitación y Colocación de Acero en losas de techo	9,540.00	0.74	7,059.60
6.21	Tarrajeo de muros	880.00	33.77	29,717.60
6.22	Tarrajeo de cielo raso	636.00	33.77	21,477.72
6.23	Contrapiso frotachado	636.00	10.84	6,894.24
6.24	Juntas sísmicas de tecnoport	270.80	7.91	2,142.03
6.25	Concreto para Muro Armado	40.16	58.43	2,346.43
6.26	Encofrado y Desencofrado - Muro	267.72	52.71	14,111.52
6.27	Habilitación y Colocación de Acero	2,968.87	0.74	2,196.97

Del análisis de costos, obtenemos el siguiente margen meta de compromiso a fin de obra:

$$\text{Margen } M. = \frac{\text{Venta } M. - \text{Costo } M.}{\text{Venta } M.}$$

Teniendo como Venta Meta: **S/. 16'322,738.78** y Costo Meta: **S/. 12'812,675.73**, obtenemos un Margen Meta de: **21.5%** con una utilidad bruta de **S/. 3'510,063.05**.

4.3. GESTIÓN DEL TIEMPO: APLICACIÓN DE “LAST PLANNER”

La gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos necesarios para lograr la conclusión del proyecto en el plazo previsto, tiene como herramienta principal de control el “Cronograma Maestro” ya que el mismo que considera los hitos contractuales así como los cambios que el Proyecto presente durante su ejecución, esto último con la finalidad de tener un panorama real del

proyecto en el tiempo. Es importante recalcar que para que un cronograma cumpla sus objetivos como herramienta de gestión, deberá ser desarrollado hasta el nivel de detalle que nos permita:

- Identificar los recursos correspondientes.
- Facilidad de lectura, entendimiento y actualización.

Considerando lo indicado, es que en este punto se resalta la principal cualidad de nuestro Sistema de Gestión, el mismo que propone una variación al sistema tradicional de planificación, el mismo que nos propone una planificación general muy detallada de obra, pero es bien conocido que dicha planificación suele desviarse del plan original el primer día de trabajo, convirtiendo rápidamente nuestro cronograma en una “wish list” (una lista de deseos), es decir, tenemos una secuencia de nuestras operaciones que solo representa buenas intenciones, y no la realidad que aparece en obra. Por consiguiente, no queda otro camino que volver a programar la obra completa regularmente, pero las consecuentes reprogramaciones durante el proceso constructivo se traducen en empujar el fin de los trabajos lo que nos conlleva al incumplimiento del plazo contractual.

En consecuencia a lo antes indicado la confiabilidad que podemos obtener de una planificación general muy detallada es muy baja, por lo que nuestro Sistema de Gestión propone un Sistema de planificación de 03 niveles, donde el primer nivel nos presenta una **planificación general por hitos**, cuya confiabilidad se sustenta en el logro de objetivos parciales de **planificaciones de mediano y corto plazo** (segunda y tercer nivel de planificación

respectivamente), los mismos que determinan el cumplimiento general de la obra. Este sistema de planificación considera la planificación general por hitos dentro de la etapa de planeamiento del proyecto y las planificación a mediano y corto plazo dentro de la etapa de programación, en la cual se identifican y realizan las acciones necesarias para lograr la ejecución del plan de trabajo conforme a lo planeado convirtiéndose la programación el protector del plan inicial, asegurando su cumplimiento de acuerdo a lo previsto.



Figura 4.6: Esquema de Programación

4.3.1. PLAN MAESTRO POR HITOS.

El Cronograma Maestro por hitos representa el Primer Nivel de Planificación, el mismo que contiene el proyecto en su totalidad, y se basa en los hitos contractuales, planeamiento del proyecto y análisis de toda la información recabada de experiencias en proyectos anteriores con el fin de que sea lo más ajustado al contexto real de la obra, se utilizara software especializado como MS Project, para poder realizar un adecuado seguimiento y control.

Para nuestro proyecto, se respetara la programación del cronograma general Rev. 03 del proyecto debido a que la implementación de este nuestro sistema

de planificación se inició el 19.04.10, después de 07 meses de iniciada la obra, la misma que ya tenía una estructura organizacional definida y un cronograma Rev. 03 aprobada por el cliente, a continuación mostramos nuestro cronograma por hitos de las obras civiles:



4.3.2. IMPLEMENTACIÓN DE RUTINA DE PROGRAMACIÓN.

Como se sustentó en la introducción de la gestión del tiempo, para la ejecución de este proyecto aplicamos la filosofía del Lean Construction con los conceptos del Lookahead Planning y Last Planner a fin de establecer un ciclo de programación que nos permita:

- Proteger el Plan
- Asegurar el Flujo de Producción
- Aprendizaje y Mejora Continua

Para una correcta aplicación de este sistema de planificación uno de los principales retos fue “**crear la conciencia Lean en el equipo de trabajo**”, por lo cual antes de la aplicación de este sistema se realizó la capacitación de las herramientas de programación recalcando su importancia como un agente de mejora continua más que la de un agente de control.

Las herramientas básicas de programación implementadas y a las que se les hizo un seguimiento semanal fueron: Lookahead Planning, análisis de restricciones, plan semanal y PPC con el análisis de sus causas de incumplimiento, estas herramientas forman el ciclo de programación.

La implementación de estas herramientas se realizó a partir de la Sem N° 16 considerando como fecha de inicio de la implementación de este sistema el 19 de abril del 2010 al 07 de noviembre del 2010 (Sem N° 44), fecha fin del monitoreo de las obras civiles.

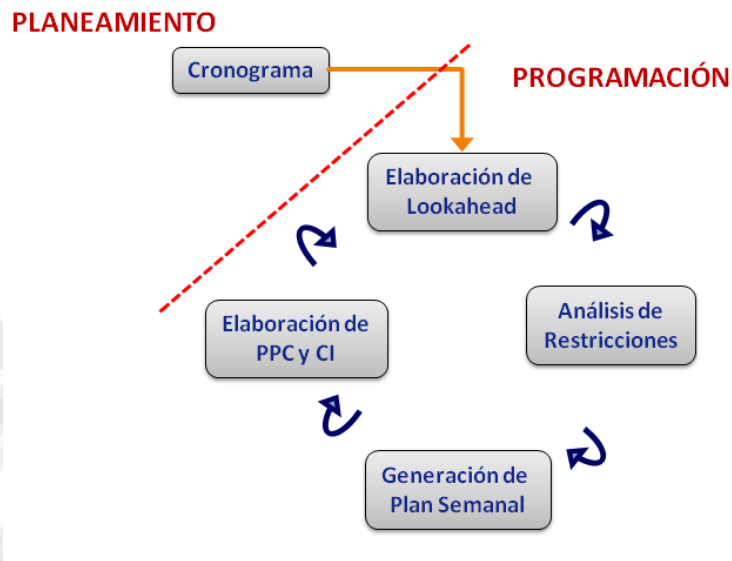


Figura 4.7: Ciclo de Programación

4.3.2.1. Lookahead Planning:

Representa el Segundo Nivel de planificación, mediante el LAP podemos obtener una visión a mediano plazo, un poco más ajustada a la realidad del proyecto. Es la planificación intermedia la que nos va a permitir adelantarnos a posibles eventualidades e identificar y eliminar restricciones a tareas futuras.

El LAP está diseñado para prever con una adecuada anticipación los requerimientos de materiales, mano de obra, equipos, financiamiento e información, de forma de usar el LAP como “escudo” para proteger la producción de efectos externos a ella.

A continuación se muestra el formato y descripción del Lookahead Planning.



GESTIÓN DE PROYECTOS
THREE WEEK - LOOK AHEAD
PROYECTO : NUEVA LÍNEA 3 DE PRODUCCIÓN DE CLINKER A 4.200 TMPD - CEMENTOS YURA
Periodo del 19 de abril de 2010 al 09 de mayo de 2010

Nro: 3WLA-016
 Rev.: 0
 Páginas: 1/1
 Contratista: CCC
 Ubicación: Arequipa
 Fecha: 09/05/2010

ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHAS PROGRAMA	ABRIL - 2010							MAYO-2010							Observación							
			INICIO	FIN	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		01	02	03	04	05	06	07
F-1	FRENTE 1 : Alimentación al Molino, Molino UBE, Ciclones y Ductos de proceso LVT, Ducto de Procesos FLS, Filtro Principal, Enfriador de Clinker																							
321	ALIMENTACIÓN AL MOLINO																							
321.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES																							
	Relleno-Compacción	24/03/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Base A1 (Acero, Encof, Concreto, Desenofo)	12/03/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Base A2 (Acero, Encof, Concreto, Desenofo)	24/03/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Base A3 (Acero, Encof, Concreto, Desenofo)	19/03/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Sistema Hidráulico	30/04/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Elevador de Cangilones	30/04/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
322	MOLINO UBE																							
322.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES																							
	Cimentación (De -3.50 mts a Niv Suelo)																							
	Relleno-Compacción	15/04/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
323	CICLONES Y DUCTOS DE PROCESO LVT																							
323.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES																							
	Edificio Ciclon: Nivel 1 - 2599.00 + Subestación																							
	Losa y Vigas - Nivel 1 (Encofrado, Acero y Concreto)	07/04/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Edificio Ciclon: Nivel 2 - 2606.70																							
	Columnas 2do Nivel (Acero, Encofrado, Concreto y Desenofo)	27/04/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Ventilador + Ducto Ingreso																							
	Excavación	30/04/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Acarreo Material	26/05/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Eliminación Excedentes	06/05/10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Horizonte de Programación de 03 semanas

Frentes y Actividades

Identificación de Restricciones

ITEM	DESCRIPCIÓN	FECHAS PROGRAMA		ABRIL - 2010														MAYO-2010							Observación				
		INICIO	FIN	L	M	T	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	01	02	03	L	M	M	J		V	S	D	
				19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07	08	09					
F-2	FRENTE 2 : Silo de Homogeneización, Transporte de Clinker, Ductos de Gases Calientes al Molino Loesche																												
341	SILO HOMOGENEIZACIÓN																												
341.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES																												
	Losa Intermedia +2589 (Encofrado, Acero y Concreto)	31/03/10	29/04/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F-3	FRENTE 3 : Intercambiador de Calor, Horno 3, Alimentación al Horno																												
311	TOLVAS DE DOSIFICACIÓN																												
311.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES																												
	Primer Nivel																												
	Vigas y Losa 1º Nivel (Encofrado, Acero de refuerzo)	16/04/10	27/04/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Concreto en Vigas y Losa 1º Nivel	28/04/10	28/04/10							X																			
	Segundo Nivel																												
	Columnas (Acero, encofrado, concreto y Desencofrado)	29/04/10	07/05/10																										
	Vigas y Losa (Encofrado y Acero)	08/05/10	19/05/10																										
421	INTERCAMBIADOR DE CALOR																												
421.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES																												
	Losa +2615.13 (2do nivel)																												
	Encofrado en vigas	16/04/10	08/05/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Acero en vigas	19/04/10	04/05/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Encofrado en losa	30/04/10	17/05/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Acero en losa	06/05/10	14/05/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Insertos en viga y losa	23/04/10	13/05/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Sala Eléctrica																												
	Sala eléctrica Intercambiador (Estructuras, Muros, Acabados)	15/04/10	20/06/10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

En nuestro proyecto la planificación intermedia se realizó al finalizar cada semana, este trabajo tenía como responsable al jefe de frente asignado; así mismo cabe indicar que el horizonte de programación que se usó en este proyecto fue de 03 semanas, ya que es el tiempo adecuado para el levantamiento de restricciones considerando que nos ubicamos cercano a la ciudad de Arequipa.

4.3.2.2. Último Planificador:

La teoría del Último Planificador forma parte fundamental de este sistema, ya que será el Último Planificador el actor principal del tercer nivel de planificación y asignando los recursos a las actividades del libre de restricciones, permitiendo un flujo de trabajo continuo, el ultimo planificador en nuestro proyecto es el jefe de frente y su trabajo inicia con:

4.3.2.3. Análisis de Restricciones:

El Análisis de Restricciones consiste en analizar todas las actividades del Look Ahead de Producción e identificar las restricciones que pudieran hacer que las actividades no puedan ser programadas en su oportunidad.

En este proyecto la identificación de restricciones se realizó en el mismo formato del Lookahead, no implementándose la análisis de restricciones debido a que la mayor parte de restricciones eran por interferencias constructivas y definición de ingeniería, y principalmente porque la estructura general del proyecto no permitía una interrelación con las áreas de soporte mediante las denominadas “**reuniones de obra**”, por lo cual la gestión de las restricciones las realizaba directamente el Gerente de Construcción con las áreas involucradas o con el cliente.

En el capítulo V mostraremos con mayor detalle la aplicación de esta herramienta de programación.

4.3.2.4. Plan Semanal y Porcentaje de Plan Cumplido

Basado en las actividades libres de restricciones, iniciamos con el tercer nivel de planificación, la planificación a corto plazo, la misma que es una

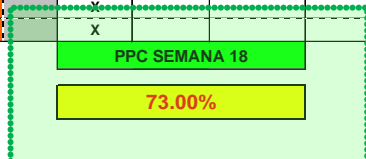
planificación detallada de las actividades que se realizarán durante la semana, esta planificación se generó todos los sábados de la semana precedente y es sobre la misma que se realiza la evaluación de confiabilidad de programación con el uso de la herramienta del Porcentaje de Plan Cumplido (PPC), con el uso de esta herramienta podremos sacar conclusiones y establecer responsabilidades que serán la base de nuestro ciclo de mejoramiento continuo.

GESTIÓN DE PROYECTOS										Nro		PPC-18		
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO										Rev.:		0		
PROYECTO : NUEVA LÍNEA 3 DE PRODUCCIÓN DE CLINKER A 4,200 TMPD - CEMENTOS YURA										Página		1/1		
Periodo del 03 de Mayo al 09 de Mayo del 2010										Contratista:		CCC		
SEMANA 18										Ubicación		Arequipa		
										Fecha :		03/05/2010		
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	MAYO							CUMPLIMIENTO		TIPO	OBSERVACIÓN	
			L 03	M 04	M 05	J 06	V 07	S 08	D 09	SI	NO			
F-1	FRENTE 1 : Alimentación al Molino, Molino UBE, Ciclonos y Ductos de Proceso LVT, Ducto de Procesos F.S, Filtro Principal, Enfriador de Clinker													
321	ALIMENTACIÓN AL MOLINO													
321.CV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	Base A2													
	Instalación de Anclajes	glb	X								X			
	Vaciado de concreto en columna	m3	X								X			
	Desencofrado	m2			X						X			
	Base A3													
	Encofrado de muro y VC	m2	X	X							X			
	Instalación de Anclajes	glb		X	X						X			
	Vaciado de concreto en muro y columna	m3			X						X			
	Sistema Hidráulico													
	Habilitación e Instalación de Acero	kg	X	X	X	X	X	X	X		X			
	Encofrado losa de piso	m2			X						X			
	Insertos	glb			X						X			
	Vaciado de concreto losa de piso	m3				X					X			
	Encofrado de muros	m2					X	X			X		Error de Programación	
	Elevador de Cangilones													
	Base													
	Habilitación e Instalación de Acero	kg	X	X	X	X					X			
	Encofrado de losa de piso	m2		X							X			
	Insertos	glb			X						X			
	Vaciado de concreto	m3				X					X			
	Encofrado de muros	m2					X	X			X			
	Rampa, Columna y Muros													
	Solado	m2			X						X		Error de Programación	
	Acero	kg				X	X	X	X		X		Error de Programación	
	Encofrado	m2					X	X			X		Error de Programación	
323	CICLONES Y DUCTOS DE PROCESO LVT													
323.CV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	Edificio Ciclonos: Nivel 2 - 2606.70													
	Instalación de acero en Placas	kg	X	X	X	X	X	X	X		X			
	Encofrado de Placas	m2			X	X	X	X	X		X			
	Vaciado de concreto en Placas	m3			X		X				X			

PLAN SEMANAL

ANALISIS DE PPC Y CI

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und.	MAYO							CUMPLIMIENTO		TIPO	OBSERVACIÓN	
			L	M	M	J	V	S	D	SI	NO			
			03	04	05	06	07	08	09					
F-1	FRENTA 1 : Alimentación al Molino, Molino UBE, Ciclones y Ductos de Proceso LVT, Ducto de Procesos FLS, Filtro Principal, Enfriador de Clinker													
332	FILTRO PRINCIPAL													
332.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	Estructura Filtro Principal													
	Eje "J-K"													
	Acero en Columnas	kg				X	X	X				X		
	Encofrado de columna eje J-K	m2				X	X	X				X		
	Concreto en Columnas	m3					X	X				X		
	Eje "C-J"													
	Acero en VC	kg	X	X								X		
	Encofrado de VC	m2		X	X							X		
	Concreto en VC	m3				X						X		
	Relleno y Compactación con mat. Propio	m3					X	X			X	(PRI)	Prioridad en Columnas del Eje C	
	Base de Ventilador ID FAN 331.FN.110 + Ductos													
	Instalación de nuevos Insertos	glb		X	X							X		
	Encofrado pedestal	m2				X	X	X			X	(PRI)	Interferencia con Intercambiador	
	Instalación de Anclajes	glb						X			X			
441	ENFRIADOR DE CLINKER													
441.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	1er Nivel													
	Limpieza y solaqueo de concreto	glb	X	X	X	X	X	X				X		
	Bases de Equipos y Canaletas													
	Instalación de Acero	kg			X							X		
	Encofrado	m2				X	X				X	(ING)	Cambios en la Ingeniería (Insertos)	
	Instalación de Anclajes	glb					X				X	(ING)	Cambios en la Ingeniería (Insertos)	
	Concreto	m3					X				X	(ACT_PRE)	Dependiente de encofrado	
	2do Nivel													
	Limpieza y solaqueo de concreto	glb	X	X	X	X	X	X				X		
	HEAT EXCHANGER													
	Encofrado de Vigas y losa de techo 2do nivel	m2	X	X	X	X	X	X			X	(PRI)	Se priorizo trabajos en Ciclones	
	Colocación de acero en vigas y losa techo	kg			X	X	X	X			X	(ACT_PRE)	Dependiente de encofrado	
	Instalación de Insertos	glb						X			X	(ACT_PRE)	Dependiente de encofrado	
	Desencofrado losa 1er nivel	m2				X	X	X			X			
F-2	FRENTA 2 : Silo de Homogenización, Transporte de Clinker, Ductos de Gases Calientes al Molino Loesche													
341	SILO HOMOGENIZACIÓN													
341.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	Vaciado de losa intermedia	m3		X								X		
	Colocación de encofrado deslizante	m2			X	X	X	X			X	(ACT_PRE)	Pruebas del encofrado deslizante	
	Colocación de acero en fuste	kg				X	X	X			X			
F-3	FRENTA 3 : Intercambiador de Calor, Horno 3, Alimentación al Horno													
421	INTERCAMBIADOR DE CALOR													
421.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	Losa +2615.13 (2do nivel)													
	Encofrado en vigas	m2	X	X	X	X	X				X			
	Encofrado en losa	m2	X	X	X	X	X				X			
	Acero en losa	kg	X	X	X	X	X	X			X			
	Insertos en viga y losa	glb	X	X	X	X	X	X			X			
	Sala eléctrica Intercambiador (Estructuras, Puentes, Armadura Estructuras, muros, Acabados)													
		glb	X	X	X	X	X	X			X			
311	EDIFICIO DE TOLVAS													
311.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	Segundo Nivel													
	Columnas (Acero, encofrado, concreto y Desencofrado)	glb	X	X	X	X	X	X			X			
431	HORNO													
431.CIV	MOVIMIENTO DE TIERRA Y OBRAS CIVILES													
	Base 431.KB102 + Sala Unidad Hidráulica (Oeste)													
	Encofrado-Desencofrado	m2	X	X	X	X	X				X	(CLI PRI)	Prioridad del cliente - Silo de Hom.	
	Acabados	glb				X	X				X	(ACT_PRE)	Dependiente de encofrado	
	Base 431.KB101 (Este)													
	Acero Refuerzo	kg	X	X	X	X	X	X			X			
	Insertos Metálicos	glb	X	X	X	X	X	X			X			
	Encofrado-Desencofrado	m2						X			X			



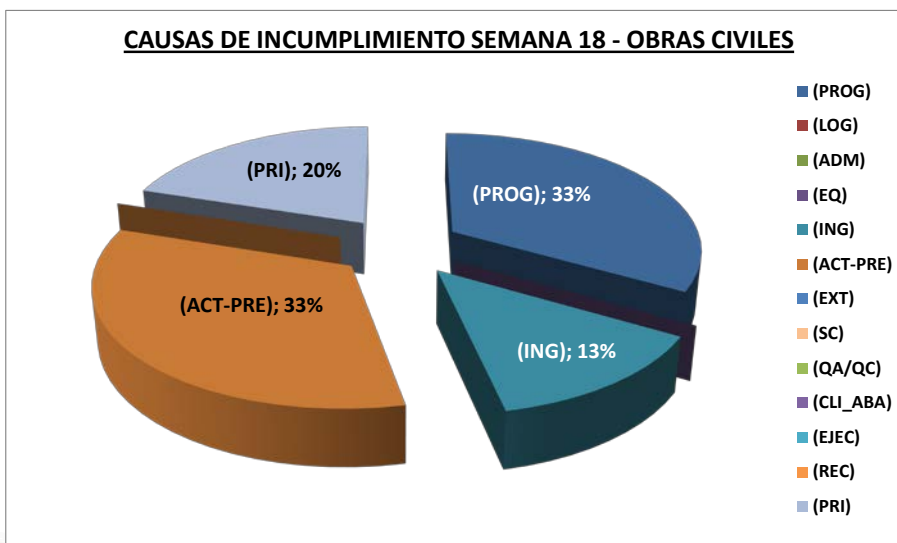
Porcentaje de Cumplimiento Semanal

4.3.3. ANÁLISIS DE CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO.

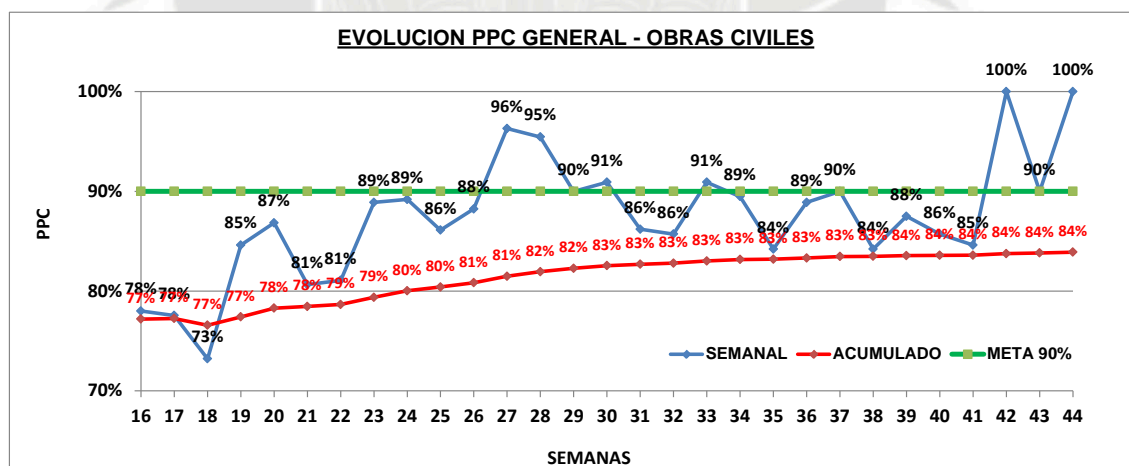
Una vez realizado el PPC es de vital importancia enumerar y analizar las causas de incumplimiento para la toma de acción de la gerencia, así como para el consolidado del Informe de Lecciones Aprendidas.

En este proyecto se consideró las siguientes causas de incumplimiento:

CÓDIGO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN
(PROG)	PROGRAMACION	Errores en la programación, restricciones no identificadas de manera oportuna, errores en el cálculo de recursos.
(LOG)	LOGISTICA	Toda falta de herramientas, materiales o equipos que han sido requeridos oportunamente por producción.
(EXT)	EXTERNOS	Retraso por clima, eventos extraordinarios (marchas, huelgas) y/o falta de entrega de permisos o licencias.
(CLI_ABA)	CLIENTE - ABASTECIMIENTO	Retraso en entrega de material por parte del cliente.
(CLI_PRI)	CLIENTE - PRIORIDAD	Todas las causas que implican responsabilidad del cliente en los cambios de prioridades de ejecución.
(ING)	INGENIERÍA	Cambios en la ingeniería, incongruencia de planos falta de documentación técnica.
(EJEC)	ERRORES DE EJECUCIÓN	Re trabajos que no permitieron realizar trabajos posteriores.
(EQ)	EQUIPOS	Averías, fallas en equipos o mantenimientos no programados.
(ADM)	ADMINISTRATIVOS	Ingreso de personal a Obra, fallas en servicios de campamentos.
(ACT_PRE)	ACTIVIDADES PREVIAS	Retraso en actividades previas.
(PRI)	CAMBIO PRIORIDADES	Cambio de prioridades para la ejecución.
(SC)	SUBCONTRATAS	Toda falla de entrega de algún recurso subcontratado o un atraso debido al no cumplimiento de alguna labor encargada a la subcontrata.
(QA/QC)	CONTROL DE CALIDAD	Todo tipo de fallas o atrasos del área de control de calidad del Proyecto que perjudicaron a las actividades programadas.



Del análisis de causas de incumplimiento, podemos registrar que el principal problema que se presentaba era la poca confiabilidad de la Programación por los Jefes de frente, por lo que la acción de mejora fue una constante capacitación y programación conjunta de los frentes de trabajo para identificar las prioridades y evitar interferencias.



Como resultado de la implementación de este ciclo de programación durante las 29 semanas de control se verifico una mejora del 7% de confiabilidad de programación, obteniendo un resultado acumulado de 84%.

4.4. GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Una vez asegurado un flujo continuo de trabajo con el ajuste de la programación a corto plazo, mediante la programación LAP y las programaciones semanales, procedemos a evaluar su productividad, es decir la eficiencia en el uso de recursos para proceder con la mejora de los procesos.

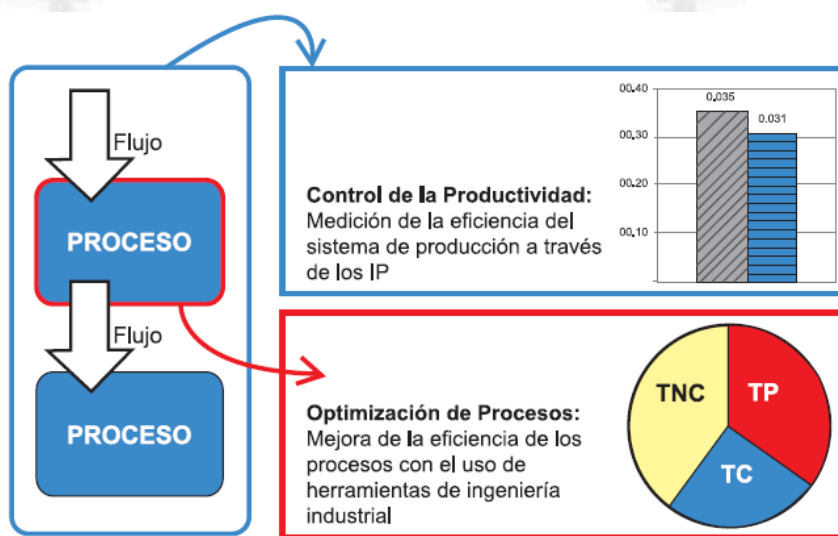


Figura 4.8: El Control de Productividad y Optimización de Procesos.

4.4.1. APLICACIÓN DE HERRAMIENTA DE ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD MO

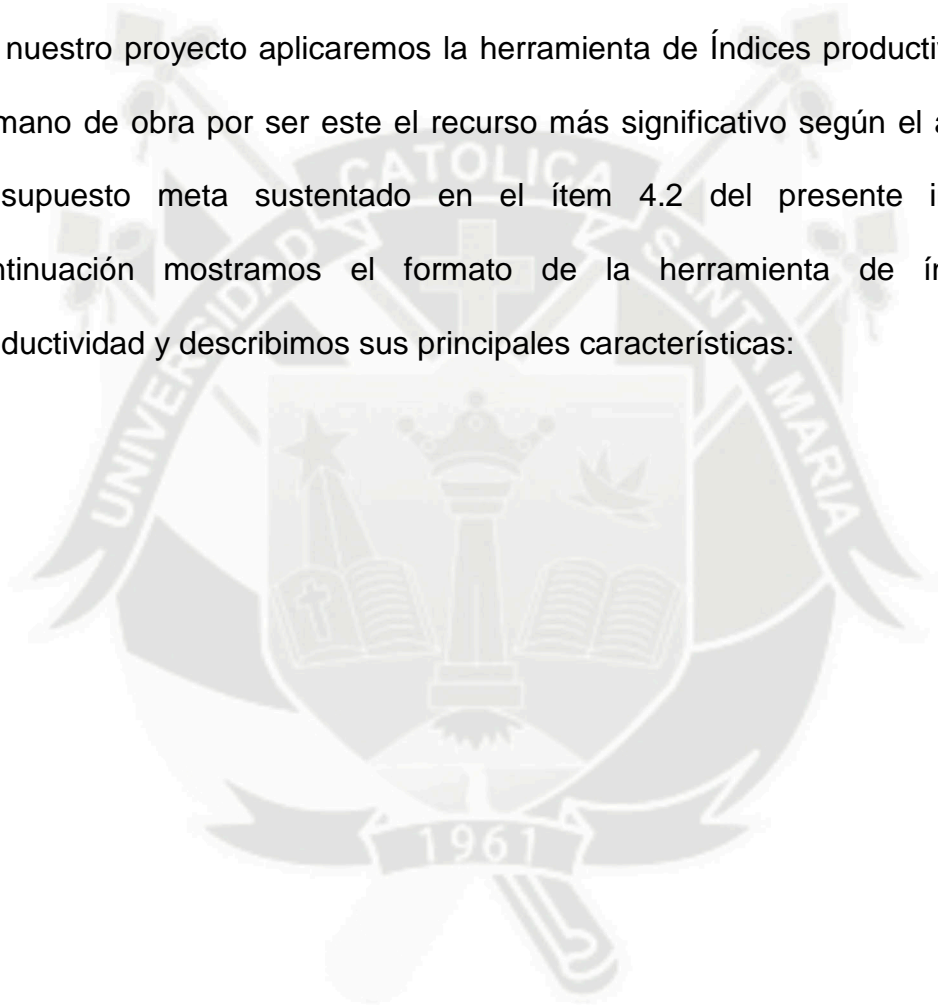
La herramienta de los Índices de productividad nos permite medir y controlar el **ratio** o la **eficiencia** de la utilización de los recursos, con el objetivo de tomar acciones correctivas de manera oportuna, lo que nos sirve para:

- ✓ Para controlar el buen uso de la mano de obra.
- ✓ Para la toma de decisiones y acciones correctivas.
- ✓ Para realizar proyecciones a fin de obra.
- ✓ Para recopilar información a utilizar en proyectos futuros

Para tener realizar un buen IP se necesita que la información sea:

- ✓ Confiable, que contenga datos reales y correctos
- ✓ Oportuna, debe ser entregada en el momento oportuno
- ✓ Clara, debe reflejar la realidad del proyecto.

En nuestro proyecto aplicaremos la herramienta de Índices productividad para la mano de obra por ser este el recurso más significativo según el análisis de presupuesto meta sustentado en el ítem 4.2 del presente informe, a continuación mostramos el formato de la herramienta de índices de productividad y describimos sus principales características:



RESUMEN HERRAMIENTA IP - MO

CÓDIGO	PARTIDAS DE CONTROL	AVANCE				HORAS HOMBRE				PRODUCTIVIDAD (RATIO)		HH GANADAS Y PERDIDAS
		TOTAL PREVISTO A EJECUTAR	ACUMULADO REAL	% ACUMULADO REAL	TOTAL PREVISTO A CONSUMIR	ACUMULADO PREVISTO	ACUMULADO REAL	SALDO POR CONSUMIR	CONTRATO	ACUMULADO O REAL	ACUMULADO A LA FECHA	
12	RELLENO Y COMPACTACION	M3 38,642.05	30,284.59	78%	29,585.90	23,167.84	17,105.00	12,480.90	0.766	0.565	6,062.84	
13	ACERO DE REFUERZO	6,242,880.97	6,217,819.86	100%	249,205.00	246,562.38	241,425.50	7,779.50	0.0399	0.039	5,136.88	
14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2 61,419.18	54,641.88	89%	174,893.03	156,663.97	220,626.51	-45,733.48	2.848	4.038	-63,962.54	
15	CONCRETO	M3 41,296.79	37,895.84	92%	105,459.68	96,921.22	86,180.99	19,278.69	2.554	2.274	10,740.22	
TOTAL					581,264.98	539,806.65	580,482.50	782.48			-42,022.60	

PARTIDAS DE CONTROL

METRADOS

HH tareadas

HH = M. Ejecutado * Ratios Meta

HH = M. Total * Ratios Meta

El Ratio Real está en función de las HH reales consumidas / Metrado ejecutado y el cálculo de las HH Ganadas o Perdidas se dan en función de: "HH Ganadas o Perdidas = (Ratio Meta – Ratio Real) * Metrado Real".

La actualización de esta herramienta se realiza semanalmente y considera:

- Reporte SISPO – Reporte de HH consumidas por Frentes y Partidas, cabe indicar que con esta misma información es que se realiza el procesamiento de planillas de mano de obra.
- Avance de Producción – El avance de producción se calcula semanalmente en función de las actividades ejecutadas.

Al tener esta herramienta por Frentes y Partidas nos permite analizar el comportamiento de cada frente de trabajo:

Partidas		Ratios Contrato (hh/und)	Ratio Real Acumulado (HH / UND)			HH ACUM - GANADAS / PERDIDAS		
			IQ	JT	LK	IQ	JT	LK
12	RELLENO Y COMPACTACION	0.756	0.49			3,150.33		
13	ACERO DE REFUERZO	0.055	0.052			3,296.97		
14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2.582	3.11			-9,108.65		
15	CONCRETO	2.154	1.988			2,140.94		
12	RELLENO Y COMPACTACION	0.771		0.58			947.85	
13	ACERO DE REFUERZO	0.037		0.0323			9,246.08	
14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	2.614		4.02			-14,016.17	
15	CONCRETO	2.883		2.62			2,103.07	
12	RELLENO Y COMPACTACION	0.771			0.62			1,964.66
13	ACERO DE REFUERZO	0.037			0.0392			-7,406.17
14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	3.136			4.62			-40,837.72
15	CONCRETO	2.709			2.33			6,496.22

Del análisis de estas herramientas pudimos identificar una debilidad presupuestal importante, ya que los ratios de la MO en las actividades de encofrado y desencofrado fue muy optimista, no prestando la suficiente atención a la consideración de la altura de los trabajos del intercambiador de calor así como la interacción con el montaje mecánico, estos hechos marcaron la principal improductividad.

4.4.2. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS: “CARTAS BALANCE”

Como parte del proceso de mejora continua y tomando en consideración los índices de productividad y las que presentaban ratios desfavorables en su ejecución es que se realizó mediciones del trabajo en campo, estas mediciones nos permitieron analizar con mayor profundidad el diseño de los métodos constructivos mediante la cuantificación de las cuadrillas de trabajo conociendo el porcentaje de TP, TC y TNC de las mismas.

El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros. No se pretende conseguir que el obrero trabaje más duro, sino en forma más inteligente. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo son la reasignación de tareas entre sus miembros o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.

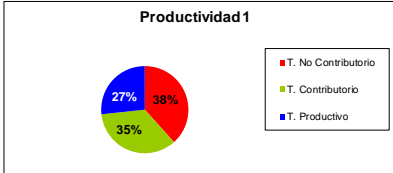
Para la realización de una carta de balance se siguieron los siguientes pasos:

- a) Observar y entender la actividad que se va a muestrear.
- b) Identificar a cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- c) Antes de iniciar el muestreo se deben identificar los trabajos que componen las diferentes categorías (TP, TC y TNC), y definirlos para la operación que se va a estudiar asignándoles una letra o clave.
- d) Registrar en el formato de Carta de Balance, minuto a minuto, las actividades de cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- e) Procesar y analizar los datos recogidos.

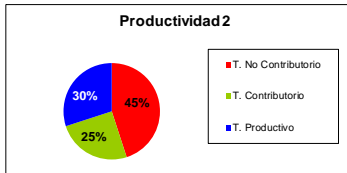
2. Procesamiento de Información:

ANÁLISIS DE TIEMPOS DE TRABAJO POR PERSONAL

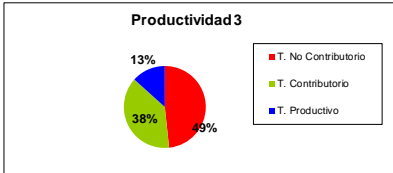
Trabajador 1	1	%
T. No Contributorio	23	38%
T. Contributorio	21	35%
T. Productivo	16	27%



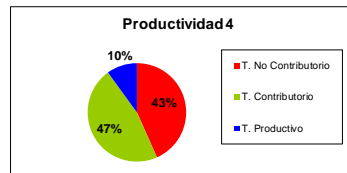
Trabajador 2	2	%
T. No Contributorio	27	45%
T. Contributorio	15	25%
T. Productivo	18	30%



Trabajador 3	3	%
T. No Contributorio	29	48%
T. Contributorio	23	38%
T. Productivo	8	13%



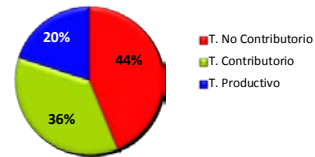
Trabajador 4	4	%
T. No Contributorio	26	43%
T. Contributorio	28	47%
T. Productivo	6	10%



ANÁLISIS DE TIEMPOS DE TRABAJO POR CUADRILLA

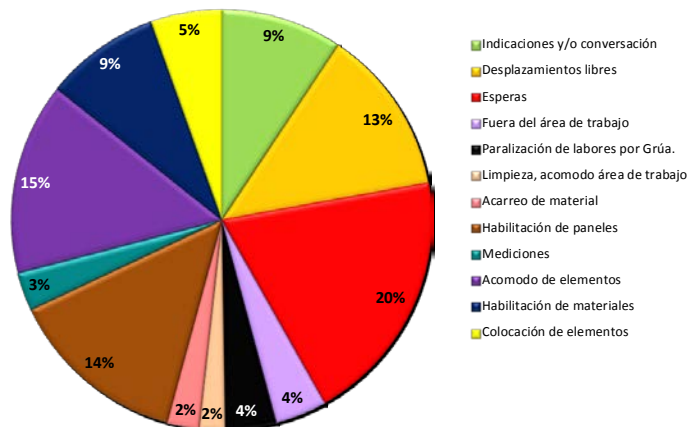
Cuadrilla de trabajo		%
T. No Contributorio	105	44%
T. Contributorio	87	36%
T. Productivo	48	20%

RESUMEN GENERAL



Específico			%
I	Indicaciones y/o conversación	19	8%
D	Desplazamientos libres	26	11%
E	Esperas	40	17%
F	Fuera del área de trabajo	8	3%
G	Paralización de labores por Grúa.	8	3%
L	Limpieza, acomodo área de trabajo	4	2%
ACA	Acarreo de material	5	2%
HP	Habilitación de paneles	28	12%
M	Mediciones	6	3%
ACO	Acomodo de elementos	30	13%
HM	Habilitación de materiales	18	8%
COL	Colocación de elementos	11	5%
S	Sujeción de elementos	37	15%
TOTAL		240	100%

ANÁLISIS ESPECÍFICO



3. Conclusiones y Recomendaciones:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se analizó la actividad de habilitación de paneles de encofrado de Columnas para el tercer nivel del Intercambiador de calor, en la hora de análisis se considero la evaluación de una cuadrilla de 4 trabajadores de un total de 7, los mismos que trabajan al Sur del Intercambiador. De un análisis general de la cuadrilla se puede concluir que consume mayor parte de sus recursos en actividades **Improductivas** (44%) principalmente en **ESPERAS** y **DESPLAZAMIENTOS LIBRES** ocasionadas por las maniobras de grúa y debido a la cuadrilla para esta actividad se encuentra **sobredimensionada** influyendo a los trabajadores a realizar actividades irrelevantes para el ciclo productivo o generando tiempos muertos, adicionalmente cabe señalar que el ciclo productivo observado es netamente el de habilitar paneles pre armados con anterioridad por lo cual se obtiene un porcentaje del (36%) **Actividades Contributorias** y tan solo un (20%) **Actividades Productivas** que eran netamente la del armado de barandas o re sujeción de elementos ya colocados.

ANEXOS: MATERIAL FOTOGRÁFICO



CUADRILLA EN ANÁLISIS - ESPERAS (T. No Contributorio)



ESPERAS POR MANIOBRA DE GRÚA TORRE (T. No Contributorio)



HABILITACIÓN DE PANELES (T. Contributorio)



ESPERAS POR IZAJE DE MATERIALES GRÚA TORRE (T. No Contributorio)



ACARREO DE MATERIAL Y LIMPIEZA ÁREA DE TRABAJO



HABILITACIÓN DE PANELES Y SUJECIÓN DE ELEMENTOS

Así mismo mostramos a continuación con otro ejemplo el resumen general de un análisis de proceso, el mismo que considera 03 días de muestreo:



RESUMEN GENERAL DE CB - ARMADO DE ANDAMIOS

OBRA 1673: NUEVA LINEA DE PRODUCCION No. 3 DE CLINKER A 4.200 TMPD

Realizado por : Roberto C. Acero Condori
Revisado por : Julio Ernesto Ríos C.

ACTIVIDAD: Armado de Castillos - INTERCAMBIADOR DE CALOR

RESPONSABLE : ING. LEONCIO KONG - (FRENTE 3)

DESCRIPCIÓN: El análisis de la actividad "Armado de Andamios" para encofrado de vigas en el Intercambiador de Calor en el nivel +2615.13, fue realizada tomando muestras en campo los días 29,30 y 31 de Marzo del presente año en horarios considerados de máxima producción representativa durante el día; la cuadrilla analizada estuvo conformada por 04 trabajadores la misma que tuvo como ubicación de área de trabajo al lado "Sur del Intercambiador de Calor".

DESARROLLO:

La clasificación de las actividades para la presente evaluación se dispregó de la siguiente forma:

Trabajo No Contributorio:

- Indicaciones y/o conversación
- Desplazamientos libres
- Esperas
- Fuera del área de trabajo
- Ubicación en Altura
- Limpieza y delimitación de área trabajo

Trabajo Contributorio:

- Acarreo de material
- Mediciones
- Ensamblado de piezas en piso
- Habilitación de material

Trabajo Productivo:

- Colocación de elementos
- Sujeción de elementos



CUADRILLA DE TRABAJO: Trabajo en parejas; 01 Coloca Elementos y otra Acarrea y/o Habilita elementos necesarios.



ACARREO MANUAL: Actividad contributoria inadecuada cuando los puntos de acopio de material están bastante alejados del área de trabajo del habilitado



ACARREO CON MOVILIDAD: Actividad contributoria adecuada con puntos de acopio alejados, Debe ser programada y con personal designado para esta labor.

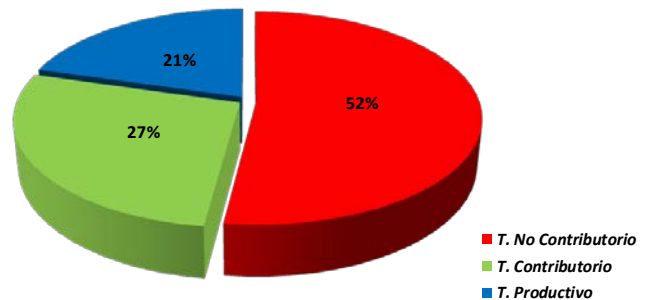


CONVERSACIONES e INDICACIONES: Actividad no contributoria, se pierde bastante tiempo productivo por la falta de conocimiento del sistema a habilitar (Charla Técnica).

RESUMEN DE TIEMPOS PRODUCTIVOS:

	CLASIFICACION DE TIEMPOS		%
	T. No Contributorio	T. Productivo	
Muestreo 1 (Día 29/03/10)	T. No Contributorio	82	53%
	T. Contributorio	91	24%
Muestreo 2 (Día 30/03/10)	T. No Contributorio	127	62%
	T. Productivo	67	23%
Muestreo 3 (Día 31/03/10) Mañana-Tarde	T. No Contributorio	291	59%
	T. Contributorio	115	18%
Resumen Final Ponderado	T. No Contributorio	500	52%
	T. Productivo	197	21%

RESUMEN GENERAL PROMEDIO



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Como resultado de la consolidación de la evaluación de tres días continuos para la misma actividad, se puede concluir que la cuadrilla obtiene un gran porcentaje de IMPRODUCTIVIDAD principalmente por los siguientes factores:

- Largos periodos del personal fuera del área de trabajo para la búsqueda y acarreo de elementos en primera instancia MANUAL y luego con el apoyo de una CAMIONETA 4x4.
- Desconocimiento del proceso constructivo (armado de andamios), con lo cual el personal invirtió gran parte de tiempo en indicaciones y comprensión de detalles técnicos para el armado.
- Compromiso del personal obrero, el mismo que busca realizar actividades que no demanden mayor esfuerzo. Esta actividad debe ser supervisada a detalle, de manera de poner metas diarias de armado.

Ante las deficiencias encontradas se plantea las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda programar una charla técnica de armado de castillo, brindada por el proveedor especialista del sistema que se viene empleando.
- Se recomienda implementar un centro de acopio estratégico por frente de trabajo, de modo tal que estos centro de habilitación se encuentra estratégicamente ubicados, de modo tal de minimizar este acarreo manual.
- En caso estos centros de acopio estuviesen a una distancia considerable que no se pudiese optimizar, se recomienda el empleo de una camioneta y/o unidad que permita lograr una mayor rendimiento en el traslado de elementos.

Considerando la experiencia obtenida durante la ejecución de estos estudios de productividad, recomiendo tomar en cuenta las consideraciones al momento de realizar las cartas balance:

- Desglosar la operación a muestrear en tareas simples y representarla por símbolos fáciles de recordar con la finalidad de registrar la actividad de forma instantánea.
- La frecuencia aconsejada de muestreo es de un minuto, con no menos de treinta observaciones en total (30 minutos), o las que sean necesarias para observar dos ciclos seguidos completos.
- La cuadrilla a observar podrá tener un máximo de 8 a 10 integrantes.
- Es recomendable que se realice anotaciones de cómo se realizaba el trabajo, con qué materiales, herramientas o equipos, qué tipo de interrupciones hubieron, cuánto avanzó, etc.; así se obtiene mayor información de lo que sucede mientras se realiza la medición y otros datos necesarios para optimizar la cuadrilla o flujo de recursos.

5. CAPITULO V. OBRA 1676: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PTAP-AREQUIPA.

5.1. GESTIÓN DEL ALCANCE: DEFINICIÓN DEL ALCANCE

En este proyecto definiremos el alcance considerando el “Contrato de Obra CV/CO” celebrado el 14 de Diciembre del 2009 entre Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. y el Consorcio Alto Cayma.

DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO: Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Arequipa Metropolitana		Proyecto N°: 1676
Información General		
Cliente: Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. Contratista: Consorcio Constructor Alto Cayma: GyM S.A., Befesa S.A. y Abengoa Perú S.A. Ubicación: Distrito de Alto Cayma – Arequipa. Modalidad de Contrato: Suma Alzada Monto Contractual: S/. 226'333,681.78 Supervisión: MWH Perú		
Objetivos del Proyecto		
Mejorar la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Arequipa que no cuentan con el servicio de agua potable dotando de una infraestructura nueva, incluyendo al sistema de captación, conducción de agua cruda y planta de tratamiento de agua potable para abastecer a estos pobladores y garantizar el servicio integral a la ciudad con un horizonte de diseño al 2036		
Descripción del Proyecto		
La Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Arequipa Metropolitana, comprende principalmente la Ingeniería, Procura y Construcción de: <ul style="list-style-type: none"> • Bocatoma • Línea de Conducción • 02 Túneles • 01 Pique Vertical • 02 Túneles Liner • Planta de Tratamiento 		
Alcance del Proyecto		
Dentro del Alcance	Fuera del Alcance	
Estudio definitivo, procura y construcción de: <ul style="list-style-type: none"> • Captación • Línea de Conducción de Agua cruda • Primera etapa de Planta de Tratamiento • Puesta en Marcha del Sistema 	Construcción y procura: <ul style="list-style-type: none"> • Segunda etapa Planta de Tratamiento 	
Estudio definitivo de: Segunda etapa Planta de Tratamiento	Ingeniería, Procura y Construcción del Lote 3: Conducción y distribución de agua potable a Conos Norte y Este de la ciudad	
Plazos Contractuales		
Inicio Contractual: 16/10/2009		
Fin Contractual: 30/03/2012		
Plazo: 896 Días		
Supuestos		
Para asegurar el correcto flujo de caja se cuenta con que lo pagos se realicen cumpliendo los 90 días de		

plazo contractual para cada valorización
Se cuenta con un presupuesto asignado de: S/. 226'333,681.78 (Sin IGV)
Se cuenta con la capacidad de suministro eléctrico adecuado para el funcionamiento de los equipos para la puesta en marcha del sistema
Se cuenta con todos los terrenos saneados para la construcción de la línea de conducción y campamento provisional
Se cuenta con los siguientes adelantos.
Adelanto Ingeniería 2.5% del Monto Contractual
Adelanto Procura 7.5% del Monto Contractual
Adelanto Construcción 10.0% del Monto Contractual
Restricciones
Finalización de Ingeniería de detalle y permisos - 07.09.10
Gestión de permisos EIA y CIRA - 07.09.10
Licencia de uso de explosivos - 21.06.10
Permisos municipales - 02.08.10
Arribo de tubería de GRP (Importada Colombia O-TEK) - 11.01.11
Arribo de tubería de Acero (Importada Chile TUBEXA) - 18.02.11
Arribo de Materiales y Equipos de la Planta (Importados) - 13.04.11
Para obras de montaje mecánico y eléctrico contar con mano de obra especializada.
Factores de Riesgo
Para la correcta culminación de las Obras en Bocatoma se tiene el riesgo del crecimiento desmedido de caudal en el río Chili en temporada de lluvias.
Posibles conflictos sociales con poblaciones aledañas a la Obra.
Posibles eventos sísmicos de gran intensidad
Posibles eventos sísmicos de gran intensidad en los túneles y pique vertical
Stakeholders
Población general de la ciudad de Arequipa
Municipalidad provincial de Arequipa
SEDAPAR
Junta de Regantes del río Chili
Sociedad minera Cerro Verde
Asentamientos humanos Embajada de Japón
Población de charcani V
Consortio Alto Cayma
* Empresa Graña y Montero
* Empresa ABENGOA
* Empresa ABEIMA - BEFESA
Hitos principales
Finalización de Ingeniería de detalle y permisos
Culminación de construcción de Lote 1
Culminación de construcción de Lote 2
Culminación de puesta en marcha

5.1.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES

El Consorcio Constructor Alto Cayma fue adjudicado para la ejecución del Lote 1 y Lote 2 del proyecto “Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Arequipa Metropolitana” – PTAP o Planta de Tratamiento La Tomilla II, este fue un Proyecto EPC - Llave en Mano y a Suma Alzada, que comprendió la elaboración de la ingeniería de detalle, construcción, puesta en

marcha, así como la operación y mantenimiento por un periodo de tres años de las siguientes infraestructuras: Captación, Conducción de la Línea de Agua Cruda de 11 km para un caudal de 3 m³/s y la Planta de Tratamiento de Agua Potable de 1.50 m³/s de capacidad de producción de agua potable.

La Planta de tratamiento tiene un área de terreno de 135,529.11 m² y un área construida de 30,922.06 m². En la Bocatoma se dispone de un área de 1,520.32 m², mientras que la línea de conducción queda enterrada por el camino existente, teniendo una longitud de 11,000 m.

La ejecución de los trabajos comprendió Movimientos de Tierra Masivos y localizados para la instalación de tuberías, Obras Subterráneas (construcción de dos túneles, un pique vertical y dos túneles liner), Obras Hidráulicas de Captación e instalación de tuberías de Acero al Carbono y GRP, la construcción también consideró el vaciado de bloques de anclaje, obras civiles de edificaciones como son los edificios de administración, reactivos, guardianía y filtros, Obras de Estructuras del Bloque Hidráulico (Cámara Rompe Presión, Floculadores, Decantadores, Filtros de Arena y Reservorios) así como la construcción de cuatro Balsas de Lodos con instalación de Geo membrana.

De igual modo, consideró la realización de Obras de Calderería y Montaje mecánico en compuertas de la Bocatoma, Instalación de Tubería en Pique e Instalaciones en Planta de Tratamiento, Trabajos eléctricos de cableado y conexionado de equipos en dicha planta, además de la instalación de fibra óptica y programación de sistema SCADA.

A continuación describiremos brevemente cada una de las estructuras:

OBRAS DE CAPTACION: Estructura hidráulica que capta las aguas del río Chili para derivarlas por la línea de conducción hacia la planta de tratamiento, el sistema de captación está dividido en dos componentes: la Presa Derivadora y la Captación propiamente dicha.

- PRESA DERIVADORA. Conformada por un aliviadero de compuertas móviles y un aliviadero fijo. Esta presa está dimensionada para una avenida de diseño de $630 \text{ m}^3/\text{s}$ ($T_r = 1: 650$ años). Aguas arriba de esta estructura se ubica un colchón de enrocado de 15 m de longitud, el aliviadero de compuertas tiene un canal de aproximación de 16 m de longitud, y la compuerta de este aliviadero es de tipo radial y tiene 6.50 m de ancho y una altura de 4.37 m.

El aliviadero fijo tiene una longitud de 18 m y una cota de cresta de 2,894.30 msnm. La superficie es un perfil tipo "Ogee" que empalma al final con un radio de 12 m, un salto de sky con un ángulo de salida de 25° y una cota del labio de 2,892.70 msnm.

Aguas abajo de ambos aliviaderos se encuentra una poza de disipación en enrocado, la cual tiene 18 m de longitud, 25 m de ancho y una profundidad de 3 m.

- LA CAPTACIÓN: Está ubicada en la margen izquierda del río Chili y se ha proyectado para un caudal de diseño de $3.15 \text{ m}^3/\text{s}$. La conforman entre otras estructuras:
 - Un canal de limpia de 31 m de largo por 1.50 m de ancho, provisto con una compuerta radial de 1.50 m x 1.57 m. Se proyectó el

revestimiento de este canal con piedra labrada con la finalidad de proteger la estructura del efecto abrasivo del arrastre de sedimentos.

- Un canal desgravador o desripiador que actúa como una cámara en la cual el material grueso, que pasa a través del vertedero de ingreso a la captación, queda atrapado para ser luego evacuado por la compuerta ubicada al final del mismo.
- Una zona de rejillas y el canal de conexión con el desarenador. Por facilidades de mantenimiento de la captación, ésta se ha dividido en dos conducciones independientes desde la cámara de rejillas hasta el desarenador, de modo que pueda entregarse por una de ellas el caudal de diseño de captación mientras se efectúan trabajos de mantenimiento en la otra conducción.
- Dos compuertas deslizantes de 1.50 m x 1.15 m para efectos de controlar los flujos de aguas que entran en las naves del desarenador.
- Un desarenador de dos naves, cada una con capacidad para procesar el caudal de diseño.
- Después del desarenador se encuentra la cámara de carga en la cual se inicia la conducción propiamente dicha.
- Dentro de los primeros metros de la línea de conducción se ubica la cámara de medición que está equipada con un caudalímetro electromagnético que permite verificar los caudales transitados, de manera que se pueda detectar cualquier fuga que pueda producirse en la Línea de Conducción de Agua Cruda (LCAC).



Foto 5.1: Obras de Captación – Vista Aguas Arriba



Foto 5.2: Obras de Captación – Vista Aguas Abajo

LÍNEA DE CONDUCCION DE AGUA: La conducción de agua cruda se realiza a través de una tubería a presión de aproximadamente 10.98 km de longitud. La línea está construida con tuberías de GRP (Glass Reinforced Poliester, poliéster reforzado con fibra de vidrio) y de tuberías de Acero al Carbono con diámetros nominales de 1,100, 1,200 y 1,300 mm, la misma que se encuentra enterrada dentro de una zanja, dos Túneles, un Pique, y dos Túneles Liner.

Esta línea también cuenta con una serie de válvulas de purga y combinatorias (aire/vacío) para su óptimo y eficiente trabajo. A continuación se describen los principales componentes de la línea de conducción de agua cruda.

- TRAMO N° 1: Progresiva 0+000 a 0+724.37. Este tramo comprende desde el final de la captación hasta el portal de entrada del túnel N°1, siguiendo el recorrido de la carretera existente en todo su trayecto. El tramo cruza el río Chili, donde se ubica un cruce aéreo denominado Puente 1, el cual está apoyado en una estructura tipo cercha, localizado en la progresiva 0+624.40 a 0+678.66.



Foto 5.3: Puente Aéreo N°1

- TRAMO N°2 (TÚNEL N°1): Progresiva 0+724.37 a 2+641.37. Debido a que la tubería no puede continuar por la carretera existente por motivos geotécnicos, se hizo necesario la construcción de un túnel de aproximadamente 1,270.41 m de longitud, cuyo portal de entrada se ubica en la progresiva 0+724.37 y el portal de salida, en la progresiva 1+994.78. Desde esta progresiva la línea de conducción se desarrolla a

lo largo de la plataforma del camino de EGASA (Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa SA.), donde se encuentran dos estructuras denominadas forzada 1 y 2 hasta llegar a la progresiva 2+641.37 donde se inicia el tramo 3. La sección de excavación del túnel se ha definido como la mínima por procedimiento constructivo, resultando una sección tipo baúl de 3.50 m de altura y 3.20 m de ancho, con la parte superior abovedada con un radio de 1.60 m.



Foto 5.4: Salida de Túnel N°1

- **TRAMO N°3:** Progresiva 2+641.37 a 4+093.29. Este tramo comienza en la progresiva 2+641.37 y termina en la progresiva 4+093.29. En este tramo se ubican el cruce aéreo denominado Puente 2, un puente-tubo (2+761.93 a 2+793.02) que cruza sobre el desarenador de Charcani IV. Adicional a estas estructuras, la Cámara de línea N°1 en la progresiva 2+821.53 es también parte de este tramo.



Foto 5.5: Puesto Tubo N°2

- TRAMO N° 4: Progresiva 4+093.29 a 6+660.00. Comprende desde la progresiva 4+093.29 hasta la progresiva 6+660.00. Dentro de este cuarto tramo se ha previsto la construcción de una segunda cámara de válvula de cierre en la progresiva 5+994.51; además, se encuentra una estructura especial a base de pórticos enterrados para poder cruzar un canal de EGASA sin provocar esfuerzos sobre el mismo.



Foto 5.6: Tubería de Acero al Carbono – Tramo 4

- TRAMO N° 5: Progresiva 6+660.00 a 8+265.72. Considera desde la progresiva 6+660 hasta el portal de entrada al túnel corto. Dentro de este quinto tramo se ha ejecutado la construcción de dos puentes-tubo (N°3 y N°4) que están ubicados en las progresivas 7+599.68 - 7+623.28 y 8+140.0 - 8+150.68. Adicionalmente se encuentran dos pasos de canal denominados Sifón N°1 y N°2, que se ubican en las progresivas 6+677.14 – 6+700.24 y 7+200.25 - 7+222.94.
- TRAMO N°6 (TÚNEL CORTO Y PIQUE VERTICAL): Progresiva 8+265.72 a 8+456.30. Comprende desde el portal de entrada del túnel, desde la progresiva 8+265.72 hasta la progresiva 8+456.30, donde se encuentra el pique. Este túnel tiene 168 m de longitud y una sección tipo baúl de 2.80 x 2.80 m, con la parte superior abovedada con un radio de 1.40 m. Dicho túnel permite acceder al extremo inferior de la chimenea o pique que posibilita el acceso de la línea a la explanada ubicada arriba del nivel de la plataforma del camino de servicio. La tubería en este tramo es de acero al carbono.



Foto 5.7: Túnel N°2 – Instalación de Tubería.

- TRAMO N°7: Progresiva 8+456.30 a 10+981.32. Posterior al pique desde la progresiva 8+456.30, la tubería continúa por una explanada hasta la progresiva 10+981.32, donde ingresa a la Planta de Tratamiento de Agua Potable. Este tramo comprende la construcción de dos hincados (túneles excavados manualmente, revestidos con tubería metálica corrugada – Túnel Liner): el primero entre las progresivas 9+486.28 y 9+713.57, y el segundo entre las progresivas 9+820.83 y 9+981.02. En el intervalo entre ambos hincados existe una quebrada profunda que es cruzada por un nuevo puente-tubo N°5. Adicionalmente, en este tramo, se encuentra la válvula de línea N°3 ubicada en la progresiva 8+508.36.



Foto 5.8: Instalación de Tubería en Túnel Liner

PLANTA DE TRATAMIENTO: La obra se ha dividido en dos líneas de proceso idénticas (primera y segunda “ampliación futura”), de manera que cada una de ellas está preparada para tratar hasta 1.5 m³/s (producción neta). El diseño y construcción de la misma se realizó de tal forma que sea muy fácil

independizar la ejecución de la segunda etapa, manteniendo en operación la primera.



Foto 5.9: Foto Panorámica - PTAP

Cada línea proyectada se ha subdivido a su vez en cuatro idénticas e independientes, de manera que pueden trabajar cada una de ellas con $\frac{1}{4}$ de caudal, dándole flexibilidad para producir a su vez 0.375, 0.75, 1.125 y 1.5 m^3/s . La planta cuenta para su funcionamiento con las siguientes estructuras:

- ALIMENTACIÓN DE LA PLANTA Y CÁMARA DE LLEGADA: El agua bruta llega a la planta mediante una conducción de 1.2m de diámetro de GRP, con un caudal de circulación de 3 m^3/s . La entrada a la planta se realiza mediante la cámara rompe presión, llegando el agua a la cámara de reparto de agua a los floculadores. Existe una compuerta que comunica la cámara de reparto directamente con los filtros de modo que si la calidad del agua de llegada es adecuada se pueden obviar los procesos de floculación y decantación.



Foto 5.10: Cámara Rompe Presión

- BLOQUE HIDRAULICO: Está conformado por los Floculadores, Decantadores y Filtros donde se sigue el siguiente tratamiento del agua:
 - FLOCULACIÓN: El agua es distribuida a 4 sub-líneas independientes de floculación y sedimentación mediante una cámara de reparto. En estas cámaras de reparto también entra el agua retornada de lavado de los filtros, procedentes de las balsas de decantación mediante una línea de bombeo a cabecera de planta.
 - DECANTACIÓN LAMELAR: El agua procedente de la floculación se conduce por canal a los decantadores lamelares con las dimensiones unitarias de 21,58 m. de longitud por 9,50 m. de ancho 3,60 m. de altura útil, lo que da un volumen total unitario de 651,42 m³, con canal central de reparto (reparto será sumergido) a lo largo de cada sedimentador de agua bruta y recogida de agua decantada.

- **FILTRACIÓN:** Después de la decantación, el agua es dirigida hacia los filtros. El agua decantada entra en un canal de reparto hacia los 8 filtros por línea de 1,5 m³/s.

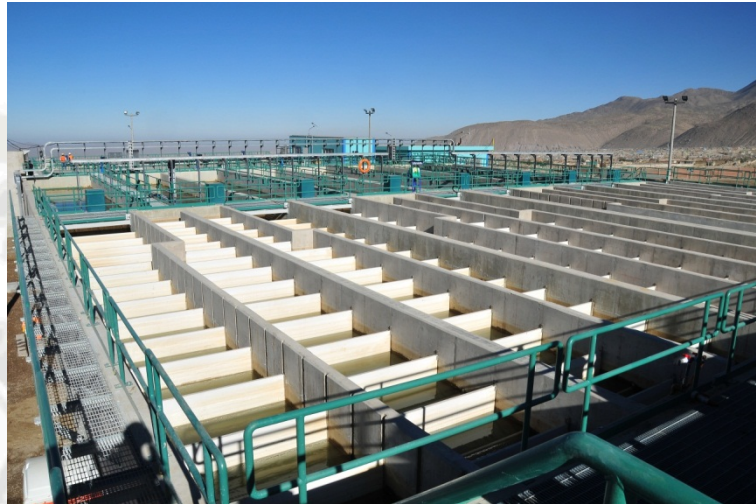


Foto 5.11: Bloque Hidráulico.

- **DEPÓSITO AGUA TRATADA:** Para el almacenamiento del agua tratada se tiene dos depósitos a su vez divididos en dos cuerpos de 25x40 m² de planta y 4,60 m de altura de lámina de agua (4,77 m hasta el rebose de seguridad) con un volumen unitario de 4600 m³, 9200 m³ en total.



Foto 5.11: Depósitos de Agua Tratada y Pozas de Sedimentación

- LÍNEA DE FANGOS:
 - PURGA DE FANGO DE LOS DECANTADORES LAMELARES: Los fangos purgados del sistema de extracción en los decantadores lamelares, son enviados mediante una conducción de 300 mm. a las pozas de fangos.
 - PURGA DE FANGO DE LAS POZAS DE SEDIMENTACIÓN DE AGUA DE LAVADO: Los fangos purgados del sistema de extracción de las pozas de sedimentación, mediante dos succionadores gravimétricos, son enviados a las pozas de fangos mediante una conducción de 200 mm. Los equipos están equipados con válvulas automáticas de control de caudal todo/nada.
 - POZAS DE FANGOS: Los fangos producidos en los sedimentadores lamelares y en las balsas de decantación serán dirigidos a 4 pozas de fangos. El volumen máximo de fangos almacenados (“deshidratados”) será de 9857 m³. Los laterales de estas pozas están cubiertas con una geomembrana de impermeabilización PEAD.



Foto 5.11: Pozas de Sedimentación y Pozas de Fangos

5.2. GESTIÓN DEL COSTO: CONTROL DE COSTOS

Como se indicó en el Capítulo IV: Gestión de Costos, adicionalmente a la elaboración del presupuesto Meta, la gestión de costos considera el proceso de control de costos, a fin de tener una correcta estimación mensual del resultado económico y margen real del proyecto, considerando tanto el resultado acumulado en la fecha de evaluación como el resultado proyectado al final del proyecto, permitiéndonos un adecuado análisis (detectando brechas) y toma de acción.

Cabe resaltar que para mejorar el resultado económico del proyecto, la información obtenida del control de costos debe ser oportuna, confiable y sustentable a fin de que pueda ser útil como una herramienta de gestión.



Figura 5.1: El Control de Costos es el proceso por el que se calcula el resultado a fin de Proyecto.

Teniendo claro la importancia del control del costo, iniciemos definiendo el concepto del “**costo**”, el que se define como la medición económica del consumo de todos los recursos utilizados para la ejecución del Proyecto.

El proceso de control de costos, nos permite registrar las brechas de costo resultantes entre el presupuesto meta y los costos reales del proyecto, las

mismas que se analizan de acuerdo a la estructura de control definida para el proyecto, la misma que nos permite un correcto control y lectura de toda la información del costo del proyecto ya que incluye una doble clasificación de los costos:

- Una clasificación por Rubros o Cuentas Contables, la cual es asignada a todos los proyectos de manera automática: Materiales, Mano de Obra, Equipos, Subcontratos y Costos Indirectos.
- Una clasificación de tipo técnico, definida por cada proyecto en función de sus características y del análisis de sus requerimientos y necesidades.

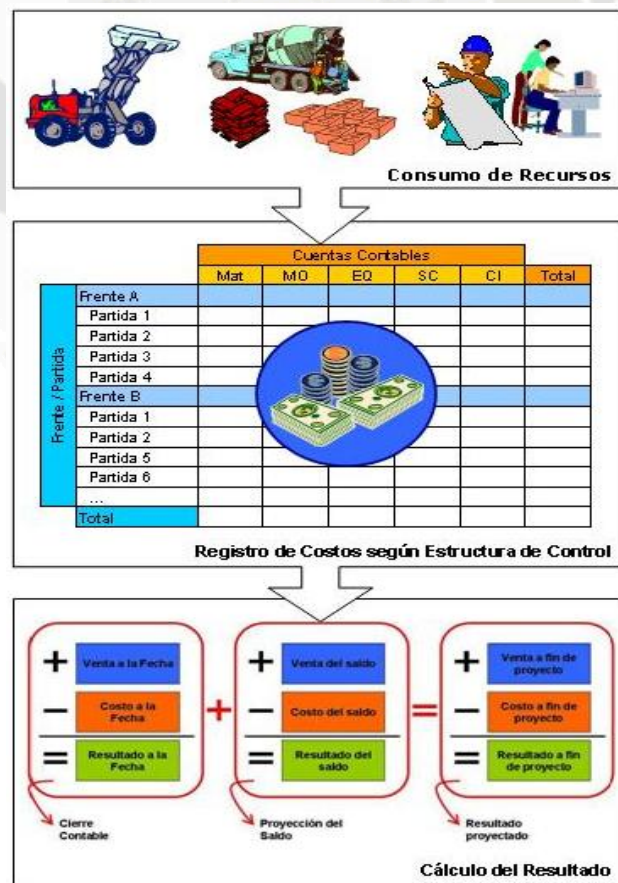


Figura 5.2: Diagrama de Control de Costo

5.2.1. RESULTADO A FIN DE PROYECTO

Para obtener el resultado a fin de proyecto se suman dos análisis: el del cálculo del resultado a la fecha y el estimado del resultado del saldo; para ello se empleará la metodología escogida por el proyecto asociada a la estructura de control la misma que puede ser:

1. Metodología por Frentes y Partidas – Proyección con APU.
2. Metodología por Fase y Recursos – Proyección Hamburgués.

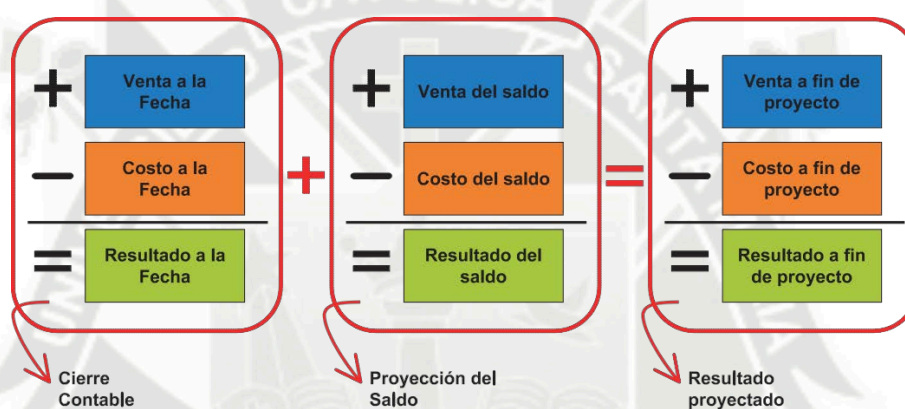


Figura 5.3: Resultado a Fin de Proyecto.

A. Resultado a la Fecha: Consiste en el cálculo de la venta y el costo reales acumulados a la fecha, y por consiguiente del resultado o margen real a la fecha.

B. Resultado del Saldo: Consiste en el cálculo de la venta y el costo proyectados del saldo del proyecto, y por consiguiente del resultado o margen del saldo. Es el resultado de la actualización del planeamiento (es decir, del Presupuesto Meta) para el saldo del proyecto. Para ello se verifican las estrategias de ejecución, se revisan alternativas posibles, rendimientos y ratios ajustados para el saldo. Este ejercicio se denomina proyección del saldo, y se elabora a partir de la información conocida y/o

definida a la fecha. Debe incorporar los posibles costos imprevistos y/o contingencias identificados.

5.2.2. METODOLOGÍA DEL HAMBURGUÉS

Se basa en la clasificación de costos según el criterio de Fases y Familias de Recursos, estimado el costo necesario para ejecutar determinada labor mediante una **Proyección de Hamburgués de recursos**; es importante señalar que esta metodología es usada cuando un proyecto está culminando y/o no agrega valor un análisis minucioso de los precios unitarios, ya que el éxito de proteger el margen está en el control detallado de recursos necesarios para culminar con los trabajos.

		Cuentas Contables						Total
		Mat	MO	EQ	SC	Sup	Cl	
Fase / Recurso	Fase 1							
	Recurso Mat1							
	Recurso Mat2							
	Recurso MO1							
	Recurso MO2							
	Recurso EQ1							
	Recurso EQ2							
	Recurso EQ3							
	Recurso SC1							
	Recurso SC2							
	...							
Total								

Figura 5.4: Estructura de Control del Método del Hamburgués

Teniendo en consideración que el Proyecto de la PTAP tenía un presupuesto a suma alzada y sobre todo que la correcta implementación del control de costos se dio en el mes de Junio del 2011 (21 meses iniciado el proyecto), es que se optó por el uso de la metodología del Hamburgués, la misma que se describe a continuación:

1. Hoja Resumen:

CONSORCIO ALTO CAYMA		
OBRA	: AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE AREQUIPA METROPOLITANA	
RUBRO	: PRESUPUESTO	
ITEM	: NUEVO MONTO CONTRATO	
MONTO APROBADO	VENTA	SMCV
MONTO DEL CONTRATO		177,411,149.90
ADENDA 01: TRADE OFF		
DEDUCTIVO		-29,734,400.00
ADICIONAL		26,688,917.25
COMPENSACION ADICIONAL		883,200.01
ADENDA 02: TRADUCCIONES		248,039.30
ADENDA 03: INGENIERIA TRAMO 05		224,448.47
ADENDA 04: PROTECCION DE TALUDES TRAMO 05		647,652.15
ADENDA 05: ALTERNATIVA TUNEL 1 CON VENTANA Y TRAMO EN CARRETERA		
TUNEL 01 (COSTO DIRECTO)		16,874,343.41
TRAMO 2B (COSTO DIRECTO)		5,973,089.63
TUNEL 01 (COSTO DIRECTO - ORIGINAL)		-7,661,428.77
TUNEL 01 (COSTO INDIRECTO - ORIGINAL)		-
OTROS ADICIONALES		
FORMULA POLINÓMICA		7,400,885.28
REEMBOLSABLES		533,622.07
NUEVO MONTO CONTRATO (S/.)		199,489,518.70
ADENDA 06: RECONOCIMIENTO MAYORES COSTOS		26,496,000.00
MONTO TOTAL (S/.)		225,985,518.70
COSTO DE PROYECTO	COSTO	
ACTUAL (CONTABILIDAD OCTUBRE)		197,368,284
SALDO (DESDE NOVIEMBRE)		17,318,595
TOTAL COSTO DE PROYECTO (S/.)		214,686,880
MARGEN (S/.)		11,298,639
UTILIDAD (%)		5.00%
VENTA DE ACTIVOS PACTADA		707,627
UTILIDAD ADELANTADA A GYM		1,133,264
UTILIDAD ADELANTADA A ABENGOA		196,675
UTILIDAD ADELANTADA A ABEIMA		380,005
MARGEN (S/.)		13,716,210
UTILIDAD (%)		6.07%

UTILIDAD Y MARGEN

2. Resumen por Rubros:

Rubro Contable	Contabilidad Nov, 2011	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	Saldo
MO	26,554,361	1,345,357	520,977	319,197	243,105					2,428,635.5
MAT	77,269,230	2,065,767	1,365,613	-	-					3,431,379.1
EQ	31,270,391	885,571	359,769	213,711	74,373					1,533,422.8
DEP		80,768	9,452							90,219.6
SC	29,311,849	1,058,841	497,380	549,359	349,598					2,455,177.9
CONT		307,000	327,000	2,745,475	-					3,379,475.0
GG	32,962,454	1,278,342	1,000,709	854,186	594,804	44,345	44,345	44,345	44,345	3,905,419.6
ALIM	197,368,284	58,397	22,614	13,855						94,865.5
		7,080,041	4,103,513	4,695,784	1,261,879	44,345	44,345	44,345	44,345	17,318,595.1

COSTO REAL A LA FECHA

PROYECCION DEL SALDO

- El costo a la fecha nos lo brindan el Estado de Resultados, el mismo que es proporcionado por el área de contabilidad al finalizar el cierre contable mensual.
- La proyección del saldo se realiza evaluando conjuntamente con los jefes de frente los trabajos pendientes por ejecutar, cabe indicar que en esta proyección de DIC-11 se consideraba la culminación de trabajos en el mes de MAR-12. Después del fenómeno de lluvias extraordinarias del mes de FEB-12 se procedió con una nueva proyección de resultados la misma que consideraba la reprogramación de trabajos hasta JUL-12 así como una reclamación económica a nuestro cliente y seguro de obra.

3. Proyección de Recursos: A continuación mostramos la proyección de MO, el mismo esquema se utiliza para MAT, EQ, SC y CI.

PROYECCION DE MANO DE OBRA				TOTAL	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12
Frentes	Categoría	Jornada	S/.	HH	31	31	28	30
					T. Día	T. Día	T. Día	T. Día
			2,428,635.50	574,956	1,345,356.60	520,976.70	319,197.20	243,105.00
LOTE 1 - Línea de Conducción de Agua cruda (CL)				464,854.00				
Tramos 4 y 5 (Carlos Monedero)				28,720	13,950	3,100	2,800	
Capataz	Capataz	10	23.63	2,420	4	2	2	
Operarios	Operario	10	17.29	7,380	20	2	2	
Oficiales	Oficial	10	13.51	3,040	6	2	2	
Peones	Peon	10	12.39	7,010	15	4	4	
Tramos 7 - incluido Tunnel Liner (Antonio Hernandez)				25,300	7440	2170	0	
Capataz	Capataz	10	23.63	1,240	3	1		
Operarios	Operario	10	17.29	3,410	9	2		
Oficiales	Oficial	10	13.51	2,170	5	2		
Peones	Peon	10	12.39	2,790	7	2		
Lote 2 Planta de Tratamiento (PTAP)				543,819.60				
Martin Pachas				34,860	18,600	9,300	3,360	3,600
Capataz	Capataz	10	23.63	2,400	2	2	2	2
Operarios	Operario	10	17.29	15,650	25	18	4	4
Oficiales	Oficial	10	13.51	7,360	15	5	2	2
Peones	Peon	10	12.39	9,450	18	5	4	4
Vigias	Peon	10	12.39	0				
Inst. inter. edificio de reactivo y contr. P. a T. F				487,381.40	31,500	6,200	5,600	4,200
Capataz	Capataz	10	23.63	2,400	2	2	2	2
Operarios	Operario	10	17.29	11,540	20	6	6	6
Oficiales	Oficial	10	13.51	12,120	20	8	8	4
Peones	Peon	10	12.39	5,440	8	4	4	2
Seguridad (PdR)				430,786.30	17,660	930	840	900
Monitores	Peon	10	12.39	3,600	3	3	3	3
Laboratorio de Calidad				10,360	2,170	1,550	840	900
Operarios	Operario	10	17.29	2,400	2	2	2	2
Oficiales	Oficial	10	13.51	3,060	5	3	1	1
Personal de equipos				11,560	2,480	1,860	1,120	1,200
Operarios	Operario	10	17.29	4,260	6	4	2	2
Oficiales	Oficial	10	13.51	2,400	2	2	2	2
Personal de Almacen				5,770	2,170	1,860	840	900
Operarios	Operario	10	17.29	0				
Oficiales	Oficial	10	13.51	3,950	5	4	2	2
Peones	Peon	10	12.39	1,820	2	2	1	1
Personal de Topografía				18,270	3,720	2,480	1,680	0
Operarios	Operario	10	17.29	3,940	6	4	3	
Oficiales	Oficial	10	13.51	3,940	6	4	3	
Montaje Electrico (Eduardo Indacochea)				501,794.20	31,760	3,720	3,360	3,600
Capataz	Capataz	10	23.63	2,400	2	2	2	2
Operarios	Operario	10	17.29	7,550	9	6	5	5
Oficiales	Oficial	10	13.51	14,680	34	4	5	5
Peones	Peon	10	12.39	4,650	15			
Soldador 6G	Capataz	10	23.63	2,480	8			

5.3. GESTIÓN DEL TIEMPO: CONTROL DE PLAZO Y AVANCE.

5.3.1. CONTROL DE AVANCE: CURVA “S” DE HH

En este ítem describiremos la metodología y herramienta usada para calcular de manera confiable y oportuna el porcentaje de avance real del proyecto, para lo cual usaremos la herramienta de la Curva “S”, la misma que es un informe que grafica la curva de porcentaje de avance acumulado del proyecto en función del tiempo, brindándonos el avance previsto y real.

- El avance previsto está graficado para todo el Proyecto, con base en los avances semanales de cada actividad prevista en el Cronograma.
- El avance real se va graficando semana a semana según se va registrando el avance real.

Esta comparación nos permitió determinar si el proyecto se encuentra adelantado o retrasado respecto de lo previsto en el cronograma, así mismo nos brindó información que nos permitió analizar líneas de tendencia para la toma de acciones correctivas y/o preventivas.

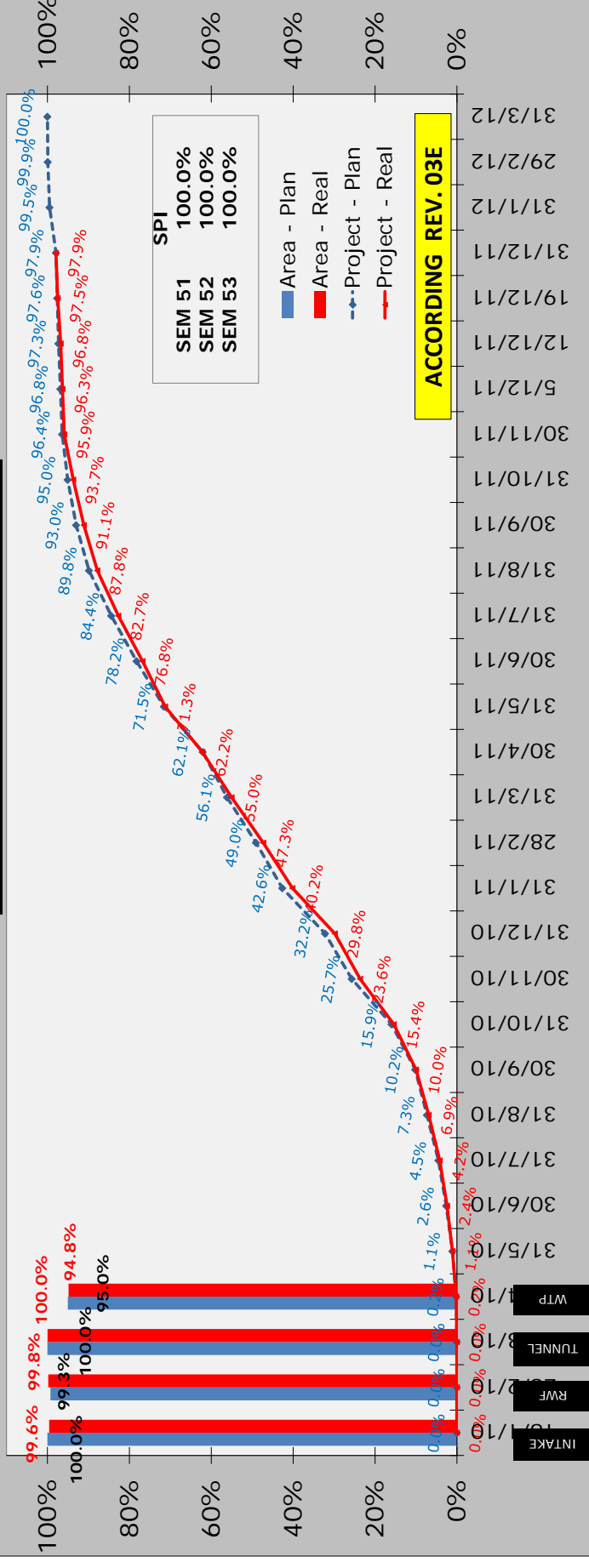
Para el desarrollo de esta herramienta de Gestión se siguió el siguiente proceso:

- El proyecto definió una estructura de control de avance. Para ello se seleccionó aquellas actividades que determinan el avance del proyecto, siguiendo el criterio de importancia y secuencia constructiva.
- Se calculó las cantidades de cada actividad de la estructura de control de avance.

- Considerando a las cantidades totales de las actividades como un 100%, calcular los porcentajes de avance de las mismas.
- Dado que cada actividad tiene unidades de medida diferentes (por ejemplo: m³ de excavación, m³ de concreto, kg de acero), fue necesario definir un mecanismo de ponderación para poder traducir los porcentajes de avance de cada actividad en el porcentaje de avance de todo el Proyecto. El mecanismo de ponderación consistió en convertir cada actividad a una unidad común, en nuestro proyecto consideramos las HH ya que el consumo HH está íntimamente ligado al desarrollo constructivo del proyecto; no usamos la curva “S” valorizada ya que al final del proyecto se valorizaría importantes montos de montaje de equipos lo que haría que la curva no muestre correctamente el avance del proyecto.
- Con los totales expresados ahora en unidades compatibles, puede calcularse la incidencia porcentual de cada actividad sobre el total del proyecto. El porcentaje de avance del proyecto será entonces la sumatoria del producto del porcentaje de incidencia por el porcentaje de avance de cada actividad.

A continuación mostraremos la herramienta “Curva S – HH”:

S CURVE - CONSTRUCTION



- La curva azul, nos muestra el avance previsto en función del cronograma de obra revisión 03 E.
 - La cura roja, nos muestra el avance real el mismo que registrado semanalmente.
- También esta herramienta nos muestra una gráfica en barras que nos muestra el % de avance por frentes, así como los índices SPI de eficiencia de programación.

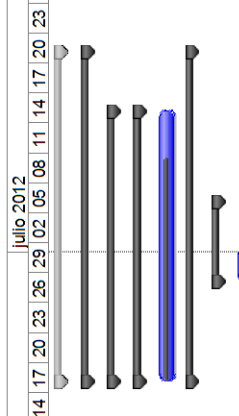
5.3.2. CONTROL DEL PLAZO

En cuanto al control de plazo, nuestra meta es asegurar el término del Proyecto en la fecha prevista con base en la evaluación de la ruta crítica del proyecto, para lo que se actualiza El cronograma general con base en la información del control de avance, comparando su avance real respecto del previsto, e identificando así el estado del Proyecto.

En el caso que se identifique una variación desfavorable en la fecha de término del Proyecto, se procede a estudiar la secuencia y dependencia, duración, holgura y recursos asociados a las actividades remanentes o pendientes de ejecución, con el fin de calzar dentro del plazo. Este ajuste no representa un cambio significativo o un replanteo en la estrategia de ejecución, encajando dentro de la flexibilidad que debe tener todo plan de trabajo.

Como se mencionó en el análisis del costo por la Metodología del Hamburgués, este proyecto tenía como fecha de fin contractual MAR -12, pero debido a las lluvias extraordinarias de inicios de FEB -12 que se presentaron en Arequipa y producto de un huayco que vino acompañado del colapso de un tramo de la carretera por donde pasaba la línea de conducción, es que se produjo la caída de un tramo de tubería de GRP, en esos momentos ya nos encontrábamos en la finalización de trabajos de construcción e inicios del pre-comisionado, hecho por lo cual se presentó una ampliación del alcance y plazo contractual aprobándose como nueva fecha de fin el 20 de Julio de 2012; a continuación presentaremos el Tracking de Seguimiento del Programa de Cierre de Obras:

Id	Nombre	Duración	% completado	Comienzo	Fin	RESP.	OBS.
0	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA FINAL	28 días	88%	18/06/12	vie 20/07/12		
1	CONSTRUCCION	28 días	88%	18/06/12	vie 20/07/12		
2	BOCATOMA	23 días	93%	18/06/12	sáb 14/07/12		
8	MONTAJE MECANICO	23 días	88%	18/06/12	sáb 14/07/12		
12	Instalacion de Tanque de Combustible	23 días	80%	18/06/12	sáb 14/07/12	MM/PA	
19	LINEA DE CONDUCCION	28 días	85%	18/06/12	vie 20/07/12		
20	TRAMO 1 PROG. 0+000.00 - 0+727.41	6 días	80%	28/06/12	jue 05/07/12		
21	Camara de aire 0+397 - Instalacion de escaleras y t	2 días	90%	jue 28/06/12	sáb 30/06/12	HA	Pendiente vaciado de ventilacion
22	Camara de purga 0+630 - Instalacion de escaleras y	2 días	50%	lun 02/07/12	mar 03/07/12	HA	Pendiente colocacion de tapa de con
24	TRAMO 2 PROG. 0+727.41 - 2+641.74	17 días	96%	18/06/12	sáb 07/07/12		
26	Instalacion de cajas metalicas (Proteccion de valvul	10 días	90%	mié 20/06/12	lun 02/07/12	MM	MHW solicita la colocacion de ventila
29	TRAMO 3 PROG. 2+641.74 - 4+111	3 días	80%	18/06/12	mié 20/06/12		
30	CV N°1 Montaje de tapas, escaleras y plataformas	3 días	80%	18/06/12	mié 20/06/12	MM	Pendiente colocacion de puerta desliza
31	TRAMO 4 PROG. 4+111 - 6+628	10 días	95%	02/07/12	jue 12/07/12		
32	Limpieza de Obra en zona de restitution de camino	2 días	90%	02/07/12	mar 03/07/12	HA	Pendiente finalizarlas
33	CV N° 2 Montaje de tapas, escaleras y plataformas	3 días	90%	mié 04/07/12	vie 06/07/12	MM	Pendiente colocacion de puerta desliza
35	TRAMO 5 PROG. 6+628 - 8+300	2 días	50%	jue 28/06/12	sáb 30/06/12		
36	Proteccion de valvulas de aire de Pte 5 y 6	2 días	50%	jue 28/06/12	sáb 30/06/12	MM	MHW solicita la colocacion de ventila
39	TRAMO 7 PROG. 8+495 - 11+039	15 días	95%	18/06/12	jue 05/07/12		
43	CV N°3 Montaje de tapas, escaleras y plataformas	2 días	90%	18/06/12	mar 19/06/12	MM	Pendiente colocacion de puerta desliza
44	Instalacion de escaleras y tapas - Camara aire PK 8	1 día	90%	jue 05/07/12	jue 05/07/12	MM	Pendiente vaciado de ventilacion
45	Instalacion de escaleras y tapas - Camara aire PK 9	1 día	90%	jue 05/07/12	jue 05/07/12	MM	Pendiente vaciado de ventilacion
47	Instalacion de escaleras y tapas - Camara aire PK 1	1 día	90%	jue 05/07/12	jue 05/07/12	MM	Pendiente vaciado de ventilacion
48	Instalacion de escaleras y tapas - Camara purga PK	1 día	90%	jue 05/07/12	jue 05/07/12	HA	Pendiente colocacion de tapa de con
49	Instalacion de escaleras y tapas - Camara aire PK 1	1 día	90%	jue 05/07/12	jue 05/07/12	MM	Pendiente vaciado de ventilacion
53	LEVANTAMIENTO DE NCR'S	28 días	25%	18/06/12	vie 20/07/12		
62	PM-60500294-RNC-165, Pernos son proteccion zinc	0 días	90%	vie 22/06/12	vie 22/06/12	MM	Se realizara limpieza y pintura de rec



CONTROL Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES POR RESPONSABLES

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

5.3.3. IMPLEMENTACIÓN DE RUTINA DE PROGRAMACIÓN – “LAST PLANNER – ANALISIS DE RESTRICCIONES”

Ampliando y mejorando las herramientas de la Rutina de Programación descritas en el Capítulo IV, en este proyecto implementamos la herramienta de “**análisis de restricciones**” y esto se dio ya que la PTAP a diferencia de la tercera línea de producción de clinker, era un proyecto EPC que involucraba las etapas de ingeniería y procura, generándose mayores fuentes de restricciones a ser trabajadas por las áreas de soporte, así mismo es importante resaltar que en el proyecto de la PTAP se puso mayor énfasis en la implementación de la rutina de programación teniendo semanalmente reuniones de producción y de obra donde interactuaban todas las áreas de soporte.

Como se mencionó en capítulos anteriores el “Análisis de Restricciones” tiene por finalidad identificar y proveer con adecuada anticipación de todo aquello que falta para poder ejecutar una tarea y debe tener los siguientes requisitos:

- Debe partir del análisis de cada actividad del Look Ahead.
- Debe ser hecho entre las áreas de soporte y producción.
- Cada restricción, para su levantamiento, debe ser asignada a un responsable con un plazo razonable definido.
- Debe abarcar todo tipo de temas: Logísticos, Ingeniería, etc.

Los tipos de restricciones que se presentaron en este proyecto fueron:

- Información: Básicamente la Definición de Ingeniería (planos, especificaciones, normas técnicas, procedimientos constructivos, etc.).

- **Materiales:** Los materiales y consumibles necesarios para la ejecución de los trabajos. Para ello, los jefes de frente elaboraron el Look Ahead de Materiales el mismo que era consolidado por Oficina Técnica y remitido al área de Procura y Logística.
- **Recursos Humanos:** Los recursos humanos necesarios (empleados, obreros, terceros, etc.) con la especialidad, la experiencia y en cantidad suficiente.
- **Equipos y Herramientas:** Los equipos y herramientas necesarias.
- **Permisos o Licencias:** Los permisos municipales o los que correspondan.
- **Cliente/Supervisión:** Aprobaciones o permisos que deban ser otorgados por el cliente y/o la supervisión.

El seguimiento y control de las restricciones estaba a cargo de Oficina Técnica, donde recogíamos las restricciones que se presentaban en los Look Ahead de los diferentes frentes y las consolidábamos en la herramienta, coordinadamente con las áreas de soporte responsables de su levantamiento, estas restricciones se presentaban en las reuniones semanales de obra (Reunión con las Áreas de Soporte) donde se evaluaba el levantamiento de las mismas así como el cumplimiento de levantamiento de restricciones en fecha, a continuación mostramos la herramienta:

5.4. GESTIÓN DE SUBCONTRATOS

La gestión de subcontratas tiene como objetivo el control eficiente de los trabajos ejecutados por terceros y abarca los procesos de licitación, contratación, seguimiento, ejecución y liquidación de subcontratos.

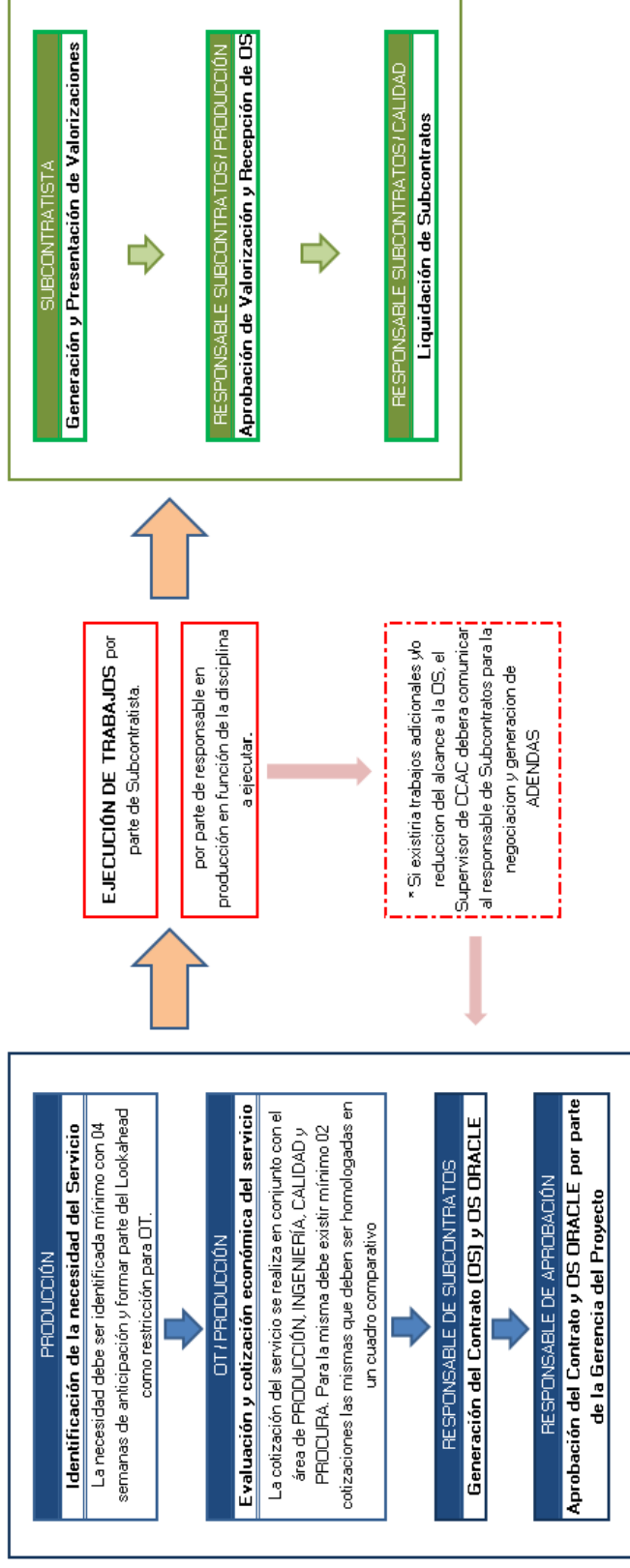
Los trabajos a subcontratar están en función de las características del Proyecto, la conveniencia de precios, las dificultades del Proyecto, entre otros puntos, a continuación se detallan algunos de estos criterios:

- Trabajos de especialidad diferente a la principal (por ejemplo: Trabajos mecánicos dentro de una ejecución civil o viceversa).
- Trabajos especializados (por ejemplo: Pilotes, anclajes, etc.).
- Trabajos que se deben realizar con personal local (por ejemplo: deforestación en zona de selva, suministro de materiales de cantera, etc.).
- Trabajos de ingeniería o afines (por ejemplo: diseño, estudios geotécnicos, etc.).
- Trabajos de control de calidad especializados (por ejemplo: laboratorio de suelos y concreto, placas radiográficas, pruebas de carga, etc.).

En todos los casos hay que tener en cuenta que todo trabajo a ser realizado por un subcontratista, significa el mismo estándar de calidad, seguridad y máximo el mismo costo y alcance que ha sido previsto en el Presupuesto Meta

La gestión de subcontratas bajo nuestro sistema de gestión abarca varios procesos, las cuales se grafican en el presente flujo:

FLUJO DE CONTROL DE SUBCONTRATAS - SERVICIOS



A continuación desarrollaremos cada uno de estos procesos, cabe indicar que mi gestión en los Subcontratos inicio en la etapa final del proyecto y anterior a la misma no se utilizó un sistema de gestión de Subcontratos formal por lo cual el planeamiento inicial de subcontratos no fue desarrollado y gran parte de mi gestión se dedicó a la formalización la gestión de los Subcontratos y la regularización contractual de subcontratos iniciales que nos permita pasar cualquier tipo de auditoria.

a) Identificación de necesidad de subcontratar un servicio:

Durante la etapa de Planeamiento se identifican las actividades a subcontratar, que se deben reflejarán en un cronograma de subcontratas, así mismo durante la ejecución del proyecto se pueden ir presentando nuevas necesidades de subcontratación y es sobre es estos ultimo tipo de subcontratos que se trabajó en la PTAP, identificando los servicios a Subcontratar en el “Análisis de Restricciones”.

b) Evaluación y cotización económica del Servicio

Identificado y aprobado la necesidad de subcontratación de un servicio, se da inicio al proceso de selección y convocatoria de subcontratistas, el primer paso de esta actividad es la selección de los postores a invitar al proceso de licitación o cotización, para lo cual se tuvo en cuenta:

- Subcontratistas registrados en el Sistema de Proveedores de GyM.
- Subcontratistas regionales contactados directamente por el Proyecto.
- Vendor List y/o listas de marcas homologadas por el Cliente.

Las solicitudes de cotización incluyen toda la información comercial, técnica y de control de calidad necesaria para el suministro:

- Unidades y Cantidades.
- Condiciones de Pago.
- Condiciones y tiempos de entrega máximos.
- Hojas de datos (data sheets) y otros documentos técnicos y/o información requerida (catálogos, manuales, tablas u otros).
- Requerimientos de información adicional para transporte: peso, volumen y número de piezas.

- Garantías requeridas al Proveedor.
- Condiciones comerciales estándares de cotización de GyM.
- Condiciones especiales que el cliente desee se cumplan.

Dichas solicitudes son enviadas a los postores, por medio físico o electrónico, se adjunta modelo de Licitación N° S-047-11 (**ANEXO N°1**).

Consejo
Alto Cayma

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE
AREQUIPA METROPOLITANA

LICITACION N° S-047-11

Suministro e Instalación de Cerco Eléctrico en la
PTAP

Rev. 0

APROBADO POR:

Gerente de Ingeniería Ing. Javier Pérez _____
Gerente de Proyecto Ing. Carlos Andrés Benamón _____
Cliente Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. _____

Revisión	Hecho Por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
U	N. Adeto	Emiso para Aprobación	26/07/12		

Las ofertas recibidas son comparadas para determinar aquellas que presenten el mejor costo, para ello se elaboró el Cuadro Comparativo de las Cotizaciones, el cual incluye los precios cotizados, condiciones de pago, plazos de entrega, excepciones y/o brechas a lo solicitado y en general toda aquella condición técnica, económica y/o comercial que permite una fácil comparación entre las ofertas.

CCAC CONSORCIO CONSTRUCTOR ALTO CAYMA										156		Fecha: 02/09/2011		
Comparativo de ofertas n°										Concepto:		Puertas metálicas contraincendio - Salas eléctricas		
Item	Descripción	Und.	Costo estimado oferta		Costo planificado		FAGOMA		SOFAMO		ENSEMBLER		Envolvente	
			IMPORTE	CANT.	IMPORTE	CANT.	PRECIO Ud.	IMPORTE	PRECIO Ud.	PRECIO Ud.	IMPORTE	PRECIO Ud.	PRECIO Ud.	IMPORTE
COSTO PLANIFICADO														
1	Fabricación y montaje de puertas metálicas anti fuego	Gib		1,00	66.936,00	66.936,00								
COSTO SUBCONTRATO														
1	Fabricación de puertas metálicas contraincendios	Gib		1,00		32.122,00		32.122,00		30.500,00		34.202,45		30.500,00
2	Montaje de puertas metálicas contraincendios	Gib				16.727,00		16.727,00		8.600,00		6.290,49		8.600,00
Total (\$):					0,00	66.936,00		48.849,00		39.100,00		40.492,94		39.100,00
Gastos Generales						16%	7.815,84		0,00%	0,00		0,00%		0,00
Utilidad						12%	5.861,88		0,00%	0,00		0,00%		0,00
Importe Total Neto (\$):					0,00	66.936,00		4.409		39.100,00		40.492,94		39.100,00
Mejora de compra sobre costo previsto:								41.59%		27.836		26.443		27.836
Porcentaje sobre costo previsto:								6.59%		41.59%		39.50%		Costo No previsto
Observaciones														
TIPO DE CAMBIO DOLARES A SOLES:														
PLAZO DE ENTREGA														
VALIDEZ DE LA OFERTA														
IGV														
FORMA DE PAGO														
CONSIDERACIONES														
Aportará el subcontratista/proveedor:														
Herramientas y materiales														
Materiales														
Accesorios solicitados														
Aportará el Consorcio Constructor Alto Cayma:														
Herramientas y materiales														
Materiales														
Accesorios solicitados														
Propuesta de adjudicación:														
Elaborado:			Gerente Construcción:			Project Manager			CTA Bafesa			CTA GyM		
Roberto Acero														
Firma:			Firma:			Firma:			Firma:			Firma:		
D.			D.			D.			D.			D.		
Fecha: 02/09/11			Fecha:			Fecha:			Fecha:			Fecha:		

El Cuadro Comparativo es presentado al Gerente de Proyecto para la selección del postor, el cual deberá contar como mínimo con tres cotizaciones, salvo excepción. Seleccionada la oferta ganadora, se procede a la generación de la Orden de Servicio. Las condiciones y periodos de pago a proveedores se establecen de acuerdo al flujo de caja y disponibilidad de efectivo del Proyecto.

c) **Generación de la Orden de Servicio y OS ORACLE**

El Contrato entre el subcontratista y CCAC queda conformado por los siguientes documentos:

- Orden de Servicio.
- Condiciones Generales de Contratación
- Responsabilidades de Empresas Subcontratistas.
- Otros documento técnico que amerite ser incluido como anexo como parte del subcontrato, como planos, cronogramas, especificaciones, cotizaciones, etc.

Las Órdenes de Servicio indican claramente la siguiente información:

- Número de la OS.
- Nombre del Proyecto.
- Identificación del Subcontratista: Razón Social, Domicilio Legal, RUC.
- Descripción breve de los servicios, unidades de medida y cantidades.
- Precio, en la moneda convenida.
- Condiciones y forma de pago.
- Condiciones de entrega, incluyendo lugar y forma de entrega.
- Plan de inspecciones.
- Plazo de entrega.
- Requerimientos de Manuales, Garantías de rendimiento y de funcionamiento, Certificados de
- Control de Calidad, Certificados de Calibración, Pruebas en Fábrica, etc.
- Moras y penalizaciones por retrasos en las entregas, Cartas fianza por fiel cumplimiento.

La Orden de Servicio debe es firmada por ambas partes como muestra de aceptación de las obligaciones allí estipuladas.

Se adjunta modelo de Orden de Servicio N° CG-140-11 (**ANEXO N°2**)

**Consortio Constructor
Alto Cayma**

ORDEN DE SERVICIO N° CG – 140 - 11

Fecha: 18 de Julio del 2011

Señores:
FOX MASTER

Presente -

At: Sr. Jorge Luis Rios Mendoza
Gerente General

Ref: Contrato "Instalación de Cerco eléctrico en la PTAP"

La presente orden de servicio constituye, junto con sus anexos y las Condiciones Generales de Contratación del Consortio Constructor Alto Cayma, el contrato entre EL CONSORCIO CONSTRUCTOR ALTO CAYMA con domicilio en Av. Casavil y Mosca N° 562, San Isidro, provincia y departamento de Lima, con RUC N° 2052144825, debidamente representado por el señor Carlos Albino Ortega Orteguy identificado con DNI 10540308, y el señor Administrador Osvaldo Scaramone Ampuero, identificado con DNI 07943263, ambos facultados según poderes otorgados por Escritura Pública de fecha 19 de noviembre de 2009 y 28 de julio del 2010 (de aquí en adelante denominado también EL COMITENTE) y FOX MASTER con RUC N° 10296388900, con domicilio en Calle Octavio Muñoz Nejar N° 232 Arequipa, debidamente representada por su Gerente General Jorge Luis Rios Mendoza identificado con DNI N° 29638890 (de aquí en adelante denominados también EL PRESTADOR), para el Servicio de "Instalación de Cerco Eléctrico en la PTAP" para la obra denominada "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Arequipa" conforme al Contrato (en adelante EL CONTRATO PRINCIPAL) suscrito entre el Consortio Alto Cayma y Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (en adelante, denominado El CLIENTE).

1. Documentos que integran el presente Contrato

- (i) Orden de Servicio N° CG – 0140 -11
- (ii) Condiciones Generales de Contratación Versión 1 de EL COMITENTE
- (iii) Compromiso Ineludible de Subcontratos
- (iv) Procedimiento de Subcontratistas Pd+Gs.

En caso de discrepancia entre los documentos arriba indicados, el orden de prelación entre ellos será el que aparece arriba, es decir, el orden de compra será el documento que prevalecerá sobre todos los demás, siguiendo en el orden de prelación según lo indicado y así sucesivamente.

2. Descripción y Alcance de las Prestaciones a cargo del Prestador

El presente Contrato abarca el Servicio de Instalación de Cerco Eléctrico en la PTAP por parte de EL PRESTADOR en estricta observancia de todos y cada uno de los requisitos, condiciones y plazos establecidos en esta Orden de Servicio.

Como responsable de Subcontratos estaba encargado de la creación de la OS ORACLE (Sistema Contable de la Empresa), con la finalidad poder utilizar las herramientas de seguimiento y control que brinda el sistema ORACLE, La Órdenes de Servicio en Sistema pueden ser:

- **Estándar (recomendada):** Se crea una vez y puede tener recepciones parciales (una por valorización). Se utiliza para subcontratos a suma alzada o a precios unitarios con montos finales conocidos.

- **Abierta:** Es un acuerdo de Precios. Funciona con despachos. Se utiliza para subcontratos en los que se necesita emitir un documento físico al subcontratista para cada despacho.

El costo del subcontrato deberá asignarse de acuerdo a la Estructura de Control definida por el Proyecto. Esta asignación se realiza cuando se genera la OS ORACLE.

La creación de la OS ORACLE no implica el ingreso de un costo a la Contabilidad, el ingreso del costo se hace efectivo con la recepción de la OS ORACLE, como se verá más adelante.

Se adjunta modelo de Orden de Servicio N° 16760002036 (**ANEXO N°3**)

CONSORCIO CONSTRUCTOR ALTO CAYMA										
RUC : 20524144825										
AV. PASEO DE LA REPUBLICA No 4675 - SURQUILLO										
Telefono :					Fax :		Fecha :			
Page 1 of 1 30 NOV 2011										
ORDEN DE SERVICIO										
Proveedor :		1029698900 - RIOS MENDOZA JORGE LUIS				Otra :				1676 - Consorcio Constructor Alto Cayma
Direccion :		CAL. OCTAVIO MUÑOZ NAJAR NRO. 223 INT. 232								
Telefono :		Fax :		Moneda :		USD		2.713		
Cond de Pago :		30 DIAS		No.Orden :		16760002036				
Fecha :		28NOVIEMBRE (2011)		Fec.Acuordo :		No.OC Rev :				
						No.Reque :				
Nota Vendedor :										
Nota para Receptor :										
Nota para Comproedor :										
Linea	Codigo	Descrp. Producto / Características Técnicas	F. Entrega Proveedor	F. Entrega en Obra	Cantidad	U.M.	Pro. Unit.	Valor Total		
1		Instalación de cerco eléctrico en PTAP - VAL 01 - Nov11	28-NOV-11	28-NOV-11	1.0000	Global	12120.9600	12,120.96		
							Subtotal :	12,120.96		
							IGV 18 % :	2,181.77		
							TOTAL :	14,302.73		
Hecho por :		Aprobado Por :		Aceptado por/Proveedor :						
ACERO CONDOCS Sr. ROBERTO		ANDREO Sr. CARLOS								
Som: CATORCE MIL TRESCIENTOS DOS Y 73/100 DOLARES AMERICANOS										
Lugar Entrega: Av. Characani s/n Zona de Alto Cayma, Distrito de Cayma Arequipa.										
Notas Importantes : 1.- Este ODC tiene validez hasta la fecha de entrega aquí indicada por la parte del PROVEEDOR, de no cumplir esta quedara ANULADA. 2.- Al momento de ingresar el producto en nuestro ALMACEN, adjuntar GUIA DE REMISION, 02 copias de GUIA DE REMISION y 02 copias de ORDEN DE COMPRA, de no cumplir con estas requisitos, el producto no será recibido. 3.- La FACTURA ORIGINAL, se entregará de manera conjunta con copia SUJAT. 01 copia de GUIA DE REMISION y 01 copia de ORDEN DE COMPRA. 4.- Es obligatorio escribir en la factura el número de orden de compra y el número de guía de remisión.										

d) Aprobación de la OS ORACLE

La OS ORACLE debe ser aprobada en el sistema, de acuerdo a los siguientes niveles de aprobación:

- **OS ≤ S/. 3,000**, No necesita aprobación.
- **S/. 3,000 < OS ≤ S/. 35,000.0**, Es aprobada por el Gerente de Proyecto. El comprador debe contar como mínimo con tres cotizaciones físicas, las cuales serán guardadas para fines de auditoría.
- **S/. 35,000.00 < OS ≤ S/. 999,999,999.99**, Es aprobada por el Gerente de División, previa aprobación del Gerente de Proyecto, se tiene 7 días para su aprobación. Caso contrario, la OC pasa al Gerente General, quien tiene 1 día para emitir su resolución. En caso de mantenerse sin aprobación pasa al Gerente Administrativo, quien cuenta con 1 día para su aprobación. Finalmente, si la OC no ha sido aprobada hasta el momento, se aprobará automáticamente en ORACLE.

e) Presentación y Aprobación de la Valorización

La valorización se calcula periódicamente de acuerdo a lo que indique la Orden de Servicio, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Avance físico real y material en proceso de la Orden de Servicio.
- Condiciones de la Orden de Servicio (plazos, forma de pago, etc.).
- Precios unitarios y forma de medición pactados en la Orden de Servicio.
- Retención de Fondo de Garantía pactada.
- Amortizaciones de adelanto en caso hubiese.

La contratación de trabajos adicionales o nuevos se formaliza mediante la emisión de una Adenda a la Orden de Servicio o una Orden de Servicio nueva. No se valoriza los trabajos defectuosos o con observaciones hasta que éstas sean subsanadas. La última valorización se aprobará solo si se han cumplido todas las condiciones de la Orden de Servicio, tales como: certificaciones, garantías, pruebas, entrega de manual de operación, entre otras.

f) Recepción en ORACLE de Órdenes de Servicio

Posterior a la aprobación de las valorizaciones, el como Responsable del Control de Subcontratas procedo a recepcionar las Órdenes de Servicio respectivas de cada subcontratista, en función de sus avances valorizados.

Aprobada la valorización y recepcionada la orden de servicio se genera la orden de pago, el mismo que es procesado junto con la valorización y factura para el pago del mismo.

g) Liquidación de Subcontratos

La liquidación de los subcontratistas se realiza con la valorización final, verificando la no existencia de algún tipo de deuda entre CCAC y el subcontratista, así mismo se realiza la gestión de las cartas fianzas, de garantía y devolución de retenciones de ser el caso, como parte de la liquidación de subcontratas se adjunta la Carta de Libre Adeudo a favor del CCAC.

A continuación mostramos el formato de Liquidación de subcontratas así como el modelo de la Carta de Libre adeudo:

LIQUIDACIÓN DE SUBCONTRATOS

SUBCONTRATISTA:

Gya Contratistas SR LTDA

CAUSA DE LA LIQUIDACIÓN:

Culminación de Trabajos

FECHA DE LIQUIDACIÓN:

28/08/2012

ORDENES DE SERVICIO:

ORDEN DE SERVICIO OS N° CG-156-11	Servicio de Pavimentación de vías para la PTAP
ORDEN DE SERVICIO OS N° CG-156-11 - ADENDA 1	Ampliación de Plazo
ORDEN DE SERVICIO OS N° CG-156-11 - ADENDA 2	Mayores Metrados
ORDEN DE SERVICIO OS N° CG-156-11 - ADENDA 3	Reconocimiento Stand by
ORDEN DE SERVICIO OS N° CG-156-11 - ADENDA 4	Sello de 1plg y asfalto de estacionamiento de ingreso
ORDEN DE SERVICIO OS N° CG-156-11 - ADENDA 5	Señalización horizontal

GASTOS ASUMIDOS POR EL CCAC:

Trabajos de Acabados de Bordes de Recapeo

1,673.47

TOTAL (Si/ Sin IGV)

Si. 1,673.47

RESUMEN DE LIQUIDACIÓN:

	OS CG-156-11	OS CG-156-11 AD 02	OS CG-156-11 AD 03	OS CG-156-11 AD 04	OS CG-156-11 AD 05	TOTAL
MONTO DE ORDEN DE SERV.:	Si. 442,741.62	Si. 23,421.38	Si. 26,230.40	Si. 42,257.16	Si. 12,467.41	Si. 547,117.97
ADELANTO 30%	Si. 132,822.49					Si. 132,822.49
VALORIZACIÓN N°1:	Si. 186,162.55	Si. 23,421.38	Si. 26,230.40		Si. 12,467.41	Si. 248,281.74
VALORIZACIÓN N°2:	Si. 123,756.58					Si. 123,756.58
GASTOS ASUMIDOS POR EL CCAC	-	-	-	Si. 1,673.47		Si. 1,673.47
SALDO A LIQUIDAR	Si. 0.00	Si. 0.00	Si. 0.00	Si. 40,583.69	Si. 0.00	Si. 40,583.69
FONDO DE GARANTIA (5%)	Si. 22,137.08	Si. 1,171.07		Si. 2,112.86	Si. 623.37	Si. 26,044.38
						Si. 14,539.31

NOTA: El subcontratista debera entregar una carta fianza por el periodo de garantia igual al 5% del monto contractual por un monto total de Si.26,044.38 o se procedera a retener la misma cantidad en su ultima factura (001 --001903), quedando un saldo de Si. 14,539.31 por cancelar.

**Consortio Constructor
Alto Cayma**

CONSTANCIA DE LIBRE ADEUDO

Conste por el presente documento, que se extiende por duplicado, CONSTANCIA DE LIBRE ADEUDO, por término de contrato de OS - 156/2011 y adendas que celebran de una parte **GYA CONTRATISTAS SR LTDA** con RUC N° 20198274705, con domicilio en Urb. Magisterial II Etapa Mza. E Dpto. 301 Lote. 16 Arequipa - Arequipa - Yanahuara, debidamente representada por el Sr. Mario Hebert Gonzales Aguilar con DNI N° 23834637; a quien en adelante se le denominará **“EL PRESTADOR”** y de la otra parte, Consortio Constructor Alto Cayma, identificado con RUC N° 20524144825, con domicilio legal en la Av. Paseo de la Republica N° 4675, Surquillo – Lima debidamente representada Lima, debidamente representada por el Sr. Carlos Andreo Benamón identificado con carnet de extranjería N° 000736123, y el Sr. Oswaldo Scamarone Ampuero identificado con DNI 07943263 ambos facultados según poderes otorgados por Escritura Pública, a quien en adelante se le denominará **“EL COMITENTE”**, con arreglo a la cláusula siguiente.

PRIMERO: **“EL COMITENTE”**, cumple con la liquidación a **“EL PRESTADOR”** con fecha del 28 de Agosto del 2012, según cuadro y condiciones indicadas en el adjunto; por lo que EL PRESTADOR, da FE que El COMITENTE no tiene deuda alguna no facturada con Él, y libera de toda responsabilidad al CONSORCIO CONSTRUCTOR ALTO CAYMA.

Ambas partes contratantes firman el presente documento por duplicado, dando conformidad a la constancia de libre adeudo; el día 28 de Agosto del 2012.

Sr. Carlos Andreo Benamón
Gerente de Proyecto

Sr. Mario Hebert Gonzales Aguilar
Gerente de General

6. CAPITULO VI. OBRA 1757: CENTRAL HIDROELÉCTRICA CERRO DEL ÁGUILA - 510 MW.

6.1. GESTIÓN DEL ALCANCE: DEFINICIÓN DEL ALCANCE

En este proyecto definiremos el alcance considerando el “Contrato Llave en Mano de Ingeniería, Adquisición y Construcción para La Central Hidroeléctrica Cerro del Águila” celebrado el 04 de Noviembre del 2011 entre Cerro del Águila S.A. y el Consorcio Rio Mantaro.

DEFINICION DEL ALCANCE DEL PROYECTO: Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW		Proyecto N°: 1757
Información General		
Cliente: Cerro del Águila S.A. Contratista: Consorcio Rio Mantaro (Astadi S.p.A. - GyM S.A.) Ubicación: Huancavelica, Tayacaja (Surcubamba, Colcabamba) Modalidad de Contrato: EPC Llave en mano - Suma Alzada Monto Contractual: USD 701'692,382.00 Supervisión: Cerro del Águila S.A. Ingeniería: Lombardi Ingenieros Consultores S.A.		
Objetivos del Proyecto		
Realizar la Ingeniería de detalle, Procura y Construcción de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila que tendrá una capacidad de 510KW		
Descripción del Proyecto		
El proyecto contempla: Construcción de caminos y accesos 150 km de mejoramiento y 35 km de caminos nuevos <ul style="list-style-type: none"> • Presa, Toma y desarenadores • Túnel de conducción de 5.5 km • Túnel de desvío de rio 400 m • Túnel de chimenea de equilibrio superior 775 m • Túnel de chimenea de equilibrio inferior 632 m • Pique vertical de 246 m • Casa de máquinas en caverna • Montaje mecánico de equipos hidroneumáticos y de generación • Línea de media tensión 45 km 		
Alcance del Proyecto		
Dentro del Alcance	Fuera del Alcance	
Los Derechos de Servidumbre y/o adquisición del terreno y/o los permisos requeridos para las Rutas de Acceso serán de exclusiva responsabilidad del Contratista.	El Propietario será responsable de adquirir el terreno y/o establecer los Derechos de Servidumbre sobre todas las áreas que constituyen las Áreas del Proyecto	
Plazos Contractuales		

Inicio Contractual: 04/11/2011
Fin Contractual: 19/02/2016
Plazo: 51 Meses
Supuestos
Para asegurar el correcto flujo de caja se cuenta con que los pagos se realicen cumpliendo los 60 días de plazo contractual para cada valorización
Se cuenta con un presupuesto asignado de: USD 701'692,382.00 (Sin IGV)
Se cuenta con todos los terrenos saneados para la construcción de la Presa y Casa de Maquinas.
Factores de Riesgo
Para la correcta culminación de las Obras de Presa se tiene el riesgo del crecimiento desmedido de caudal en el río Mantaro en temporada de lluvias.
Posibles conflictos sociales con poblaciones inmersas en la Construcción de la Obra.
Posibles Interrupciones de caminos de acceso por Huaycos.
Penalizaciones por plazo y performance.
Stakeholders
Capitales Israelís – Kallpa
Población de Huancavelica, Tayacaja (Surcubamba, Colcabamba)
Empresa Generadora de Energía Eléctrica - Cerro del Águila S.A.
Población nacional en general que será beneficiada con el servicio de Energía Eléctrica
Consortio Rio Mantaro
* Empresa Graña y Montero
* Empresa Astadi
Hitos principales
Inicio 1° desvío del Río Mantaro en Obras de Presa – 02.05.13
Inicio Actividad Frente CDM – 14.06.12
Inicio Actividad Frente PRESA – 31.05.12
Fin 1° Fase de Hormigonado PRESA – 14.02.14
Fin 2° Fase de Hormigonado PRESA – 19.06.14
Inicio Construcción CDM – 19.08.13
Fin Túnel Acceso principal – 23.08.14
Comienzo actividades electromecánicas – 06.02.14

6.1.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS CIVILES

El Consorcio Rio Mantaro fue adjudicado para la ejecución de la Central Hidroeléctrica Cerro del Águila de 510 MW, este es un Proyecto EPC - Llave en mano y a suma alzada, que comprende la elaboración de la ingeniería de detalle, construcción, puesta en marcha; actualmente el proyecto presenta el siguiente estatus de ejecución:

- Ingeniería – Proceso de Desarrollo de Ingeniería de Detalle.
- Procura – Inicio de Compra de Equipos Hidromecánicos.

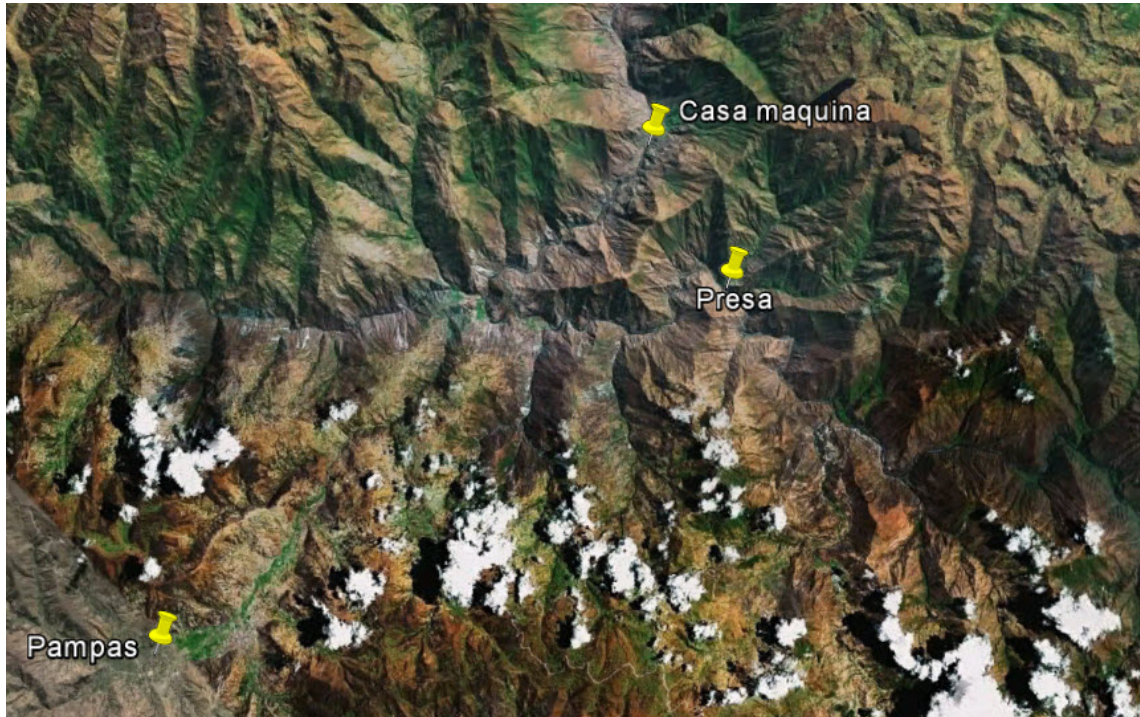


Foto 6.1: Foto satelital de ubicación de los frentes de trabajo.

Descripción General del Proyecto:

- Caminos y accesos: 150 KM de mejoramiento y 35 KM de caminos nuevos.
- Obras Preliminares: Campamentos por 30,582 m²
- Toma y desarenadores: 56,000 m³ concreto.
- Presa: 264 m x 80 m: 355,000 m³ concreto.
- Túnel conducción 5.5 KM Sección herradura de 92 m².
- Túneles de desvío de río de 400 m y 11 m de diámetro.
- Túnel de chimenea de equilibrio superior: 775 ml.
- Túnel de chimenea de equilibrio inferior: 632 ml.
- Pique vertical de 246 ml.
- Casa de máquinas en caverna de 88 m x 20 m x 31 m – 10,200 m³ concreto - 03 Turbinas Francis de 170 MW

- Suministro, Transporte y Montaje de equipos hidromecánicos.
- Línea de media tensión 45 KM de 220 KV.

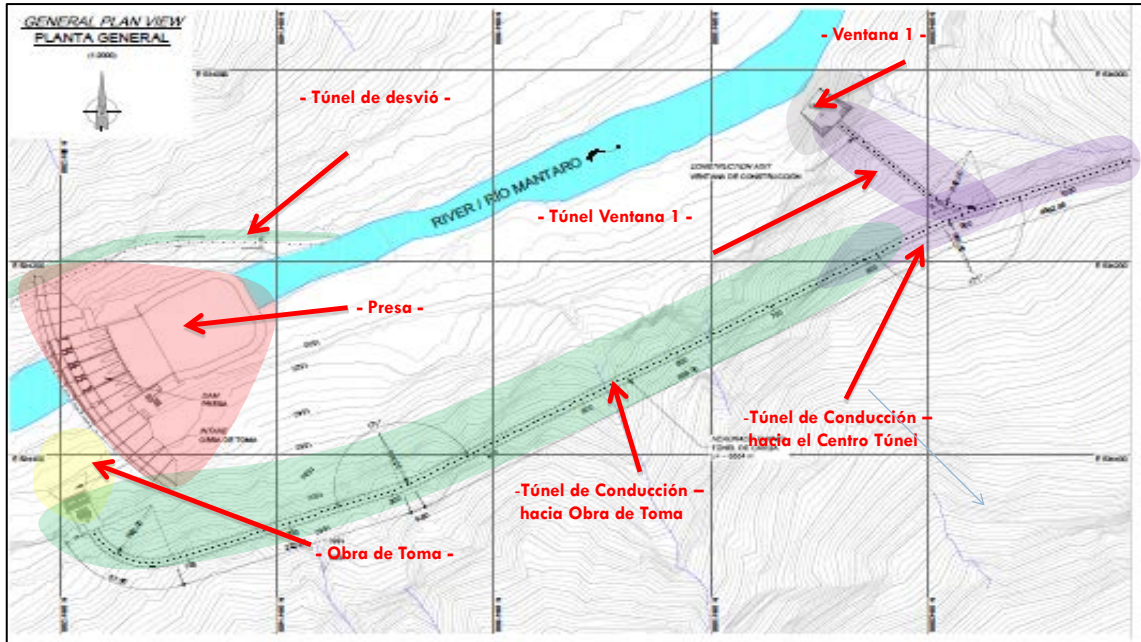


Figura 6.2: Layout de Obras de Presa



Figura 6.3: Modelamiento de Presa de Concreto

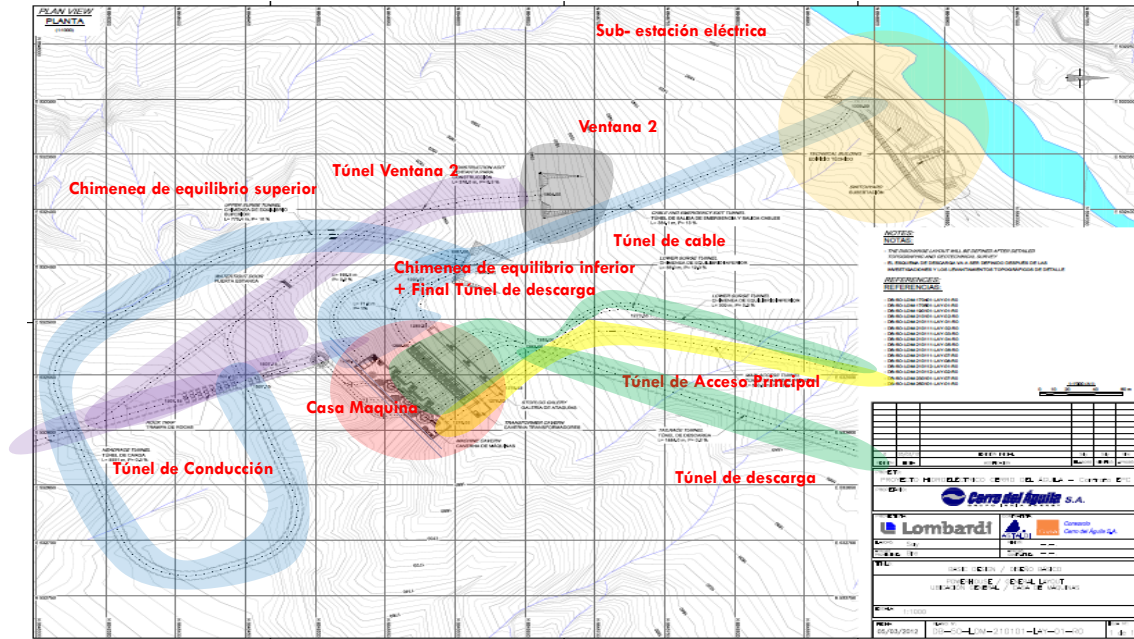


Figura 6.4: Layout de Obras de Casa de Maquinas

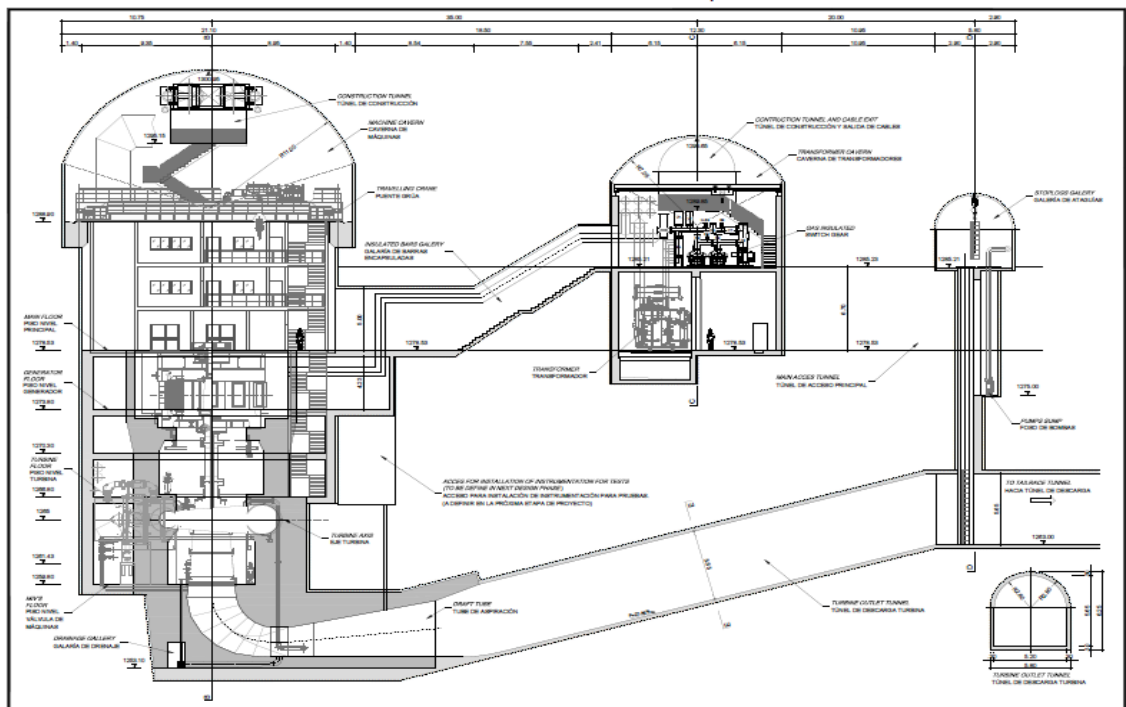


Figura 6.5: Sección Transversal de Casa de Maquinas

6.2. GESTIÓN DEL COSTO: CONTROL DE COSTOS

6.2.1. ANALISIS DE BRECHAS POR RUBROS DEL COSTO A LA FECHA.

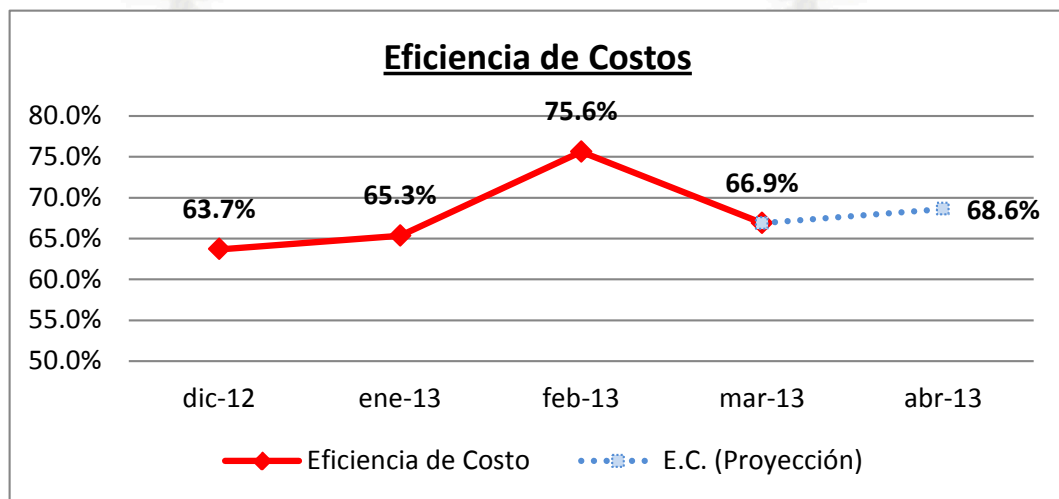
Completando la descripción de la metodología de control de costo en este ítem describiremos la metodología del análisis de brechas de costos por rubros, para el mismo partimos de que se tiene el cálculo de un costo real a la fecha y un costo previsto de la producción a la fecha.

- El costo real a la fecha resulta del cierre contable mensual mediante el reporte del “Congest” del sistema contable “Baan”.
- El costo previsto resulta del ingreso del avance de la venta al presupuesto meta del proyecto.

Resultado del Mes de MAR-13:

	Resultado MAR 13 Previsto	Gestion del mes MAR 13	Brecha del Mes
Mano de Obra	732,862.52	1,406,368.53	- 673,506.01
Materiales	1,296,598.97	1,709,064.80	- 412,465.83
Equípos	1,187,563.08	2,495,257.05	- 1,307,693.96
Alquileres	392,581.28	1,886,004.85	- 1,493,423.57
Depreciación Fiscal	794,981.80	609,252.20	- 185,729.60
Sub Contratas	568,017.90	485,205.50	82,812.39
Subcontratos	419,170.07	160,883.79	- 258,286.28
Transporte	148,847.82	324,321.71	- 175,473.88
Gastos Generales	2,130,984.02	2,854,541.90	- 723,557.88
Empleados Locales	775,021.55	704,205.61	- 70,815.93
Empleados	650,142.00	736,229.25	- 86,087.26
Gastos de Gestión	730,193.56	1,295,269.66	- 565,076.10
Gastos Generales	6,315.22	66,092.87	- 59,777.65
Expropiación e	233.64	83,666.45	- 83,432.81
* Seguros	133,155.54	133,155.54	-
* Impuestos	102,233.59	102,233.59	-
Sub Total Costos	5,916,026.49	8,950,437.78	- 3,034,411.29

Como podemos observar se tiene un brecha considerable del costo real respecto al costo previsto, hecho que se viene presentando en los últimos meses por los problemas de huaycos e interrupciones de accesos, lo que nos lleva a tener una menor producción con el mismo consumo de recursos comprometidos por la envergadura del proyecto.



Calculada las brechas del proyecto se procede con el análisis de las principales brechas con la finalidad de identificar los problemas asociados y presentar acciones de mejora, cabe indicar que el análisis de la brecha de materiales no se realizó por estar en una auditoria de almacenes.

1. Análisis de Brecha de Mano de Obra: Para identificar la causa generadora de la brecha de mano de obra analizaremos la brecha por Cantidad y por Tarifas:

TOTAL		HH TOTAL DE PROYECTO			
ID	MANPOWER	PREVISTO	REAL	BRECHA (HH)	BRECHA (US\$)
1.00	CAPATAZ	7,186	8,509	-1,323	-10,497
2.00	OPERADOR Y OPERARIO	47,007	134,043	-87,036	-593,409
3.00	OFICIAL	14,076	42,247	-28,170	-147,755
4.00	PEON	17,302	67,056	-49,754	-228,735
		85,572	251,855	-166,283	-980,396

TOTAL		ANALISIS POR TARIFAS			
ID	MANPOWER	HH A LA FECHA	PREVISTO	REAL	BRECHA (US\$)
1.00	CAPATAZ	8,509	20.61	15.45	16,893
2.00	OPERADOR Y OPERARIO	134,043	17.71	16.76	49,436
3.00	OFICIAL	42,247	13.63	12.49	18,565
4.00	PEON	67,056	11.94	10.98	24,888
		251,855	16.12	14.46	109,782

De lo que concluimos que nuestra brecha se origina por cantidad, con esta consideración analizamos casos representativos que se presentaron:

- Stand By → 43 obreros (falta de Campamentos) → - 9,632 HH.
- Horas de Tránsito Pagadas → 1,188 obreros → - 13,577 HH.
- 01 Vigía y 01 Cuadrador x Equipo → Se tenía previsto solo 01 obrero x equipo → 68 obreros → - 20,400 HH.

DESCRIPCIÓN	CANT. EQ MAYORES	PERSONAL VIGÍA y/o CUADRADOR	BRECHA DE PERSONAL
CDM	26	45	19
ODP	80	129	49
TOTAL	106	174	68

- Mayor cantidad de Personal de Costo Indirecto → Pampas → - 20,700 HH.

AREA DE TRABAJO	PREVISTO	REAL	BRECHA
ALMACEN	-	5.00	-5.00
PDR Y GA	-	1.00	-1.00
PLANTA CHANCADORA	-	37.00	-37.00
SERVICIOS GENERALES	3.00	3.00	-
TRANSPORTES -EQUIPOS	17.00	43.00	-26.00
SUBTOTAL	20.00	89.00	-69.00

- Mayor cantidad de Operarios de Equipo Mayor en obras de Accesos → 81 Equipos Adicionales al previsto → -48,600 HH.

Considerando el Análisis Anterior se planteó las siguientes acciones de Mejora:

- A partir del 01.04.13 solo se pagará las HH efectivas trabajadas de RCC, no se tarea el día de salida y no se tarea las horas de transito de Pampas a Obra.
- Se restringió las horas extras solo para actividades de ruta crítica.
- Se optimizará las tareas de «Vigías y Cuadradores» de 02 a 01 obrero por equipo.
- Se tiene que reducir la cantidad de personal de RCC en las áreas de soporte de Almacenes y Transporte de Equipos.
- Se restringió el ingreso de personal RCC hasta que se pueda asegurar la capacidad de los campamentos.

2. Análisis de Brecha de Equipos: El rubro de equipos está compuesto por las naturalezas de alquileres y depreciación fiscal, presentándose el siguiente comportamiento:

	Resultado MAR 13 Previsto	Resultado MAR 13 Real	Brecha a la fecha
Equipos	20,566,067.47	24,373,027.69	3,806,960.22
Alquileres	15,802,641.97	20,345,912.00	4,543,270.03
Depreciación Fiscal	4,763,425.50	4,027,115.69	736,309.81

Identificándose la principal brecha en la naturaleza de alquileres, el mismo que está compuesta por los siguientes conceptos:

ANALISIS BRECHAS A LA FECHA (US\$)				
ID	DESCRIPCION	PREVISTO	REAL	BRECHA
1.00	Alquiler de Helicoptero	1,560,260.80	2,355,184.38	\$ -794,923.58
2.00	Alquiler de Equipos para Accesos (Incluye Rem. Amb)	1,365,292.33	3,368,264.37	\$ -2,002,972.04
3.00	Alquiler de Movilidades para Transporte Interno	177,541.29	729,303.68	\$ -551,762.39
4.00	Alquiler de Equipos para Tuneles y otros	-	857,057.16	\$ -857,057.16
5.00	Alquiler de Equipos para Serv. Generales	58,880.36	579,330.08	\$ -520,449.72
TOTAL (US\$)		3,161,974.78	7,889,139.67	\$ -4,727,164.89

Del mismo que podemos observar que la mayor brecha se da en el alquiler de equipos para accesos y esto se da por los re trabajos presentados y mayor número de frentes aperturados, así como a un porcentaje de utilización de equipos de un orden inferior al 70%, lo que se refleja en la mayor cantidad de equipos alquilados y el pago de horas mínimas.

BRECHA POR CANTIDAD DE EQ.- MAR 13 - (ACCESOS)				
Equipo	Cant. Prevista	Cant. Real Alquilada	Cant. Real Propios	Brecha
Cisterna de agua	3.00	6.00	1.00	-4.00
Camión Lubricador	1.00	1.00	1.00	-1.00
Camion Volquete 15 m3	12.00	3.00	14.00	-5.00
Cargador Frontal	2.00	5.00	2.00	-5.00
Cisterna de combustible	1.00	7.00		-6.00
Compresoras	6.00	17.00	6.00	-17.00
Excavadora	6.00	22.00	7.00	-23.00
Martillo Hidraulico	3.00	13.00	3.00	-13.00
Perforadora neumatica	3.00	5.00	1.00	-3.00
Retroexcavadora	-	6.00	2.00	-8.00
Rodillo	3.00	3.00	1.00	-1.00
Tractor D6, D7	4.00	12.00	4.00	-12.00
Motoniveladoras	4.00	-	4.00	-

Así mismo la brecha presentada en el Alquiler de Equipos de Túneles y Servicios Generales es producto del Plan de Aceleración:

Equipo	Cant.	Equipo	Cant.
Autohormigonero	4.0	Lavadora de Aridos	1.0
Camión Baranda	3.0	Microbus	1.0
Camión Furgón	2.0	Minibus	41.0
Camión Grúa	6.0	Minicargador	3.0
Camion Plataforma	7.0	Minivan	8.0
Camioneta	1.0	Planta de Concreto	1.0
Dumper	4.0	Planta Trituradora Barmac	1.0
Electrobomba	1.0	Prensa de concreto eléctrica	2.0
Grua 30 Tn	2.0	Scooptram	4.0
Grúa 60 Tn	1.0	Shotcretera	3.0
Grua Hidraulica 40 Tn	1.0	Sonda de Perforacion	1.0
Grupo Electrógeno 250 Kw	1.0	Torre de Iluminación	8.0
Jumbo de 01 brazo	1.0	Tracto - Cama baja	1.0
Jumbo Rocket Boomer 282	1.0	Total	110.0

Considerando el Análisis Anterior se planteó las siguientes acciones de mejora:

- Para la reducción de las horas de helicóptero se utilizara el «HUARO» → Para transporte de material F12 - F13 (CDM).
- Se negociara la reducción de horas mínimas y valorización de Horas mínimas acumuladas.
- Se procederá a la desmovilización de equipos en función del análisis de utilización.

3. Análisis de Brecha de Costos Indirectos: El análisis de los costos indirectos se realiza independientemente, considerando un costo mensualizado fijo, el mismo que no está en función de la producción sino que de un análisis preliminar mes a mes.

CDC	FAM	DESCRIPCIÓN	mar-13		
			COSTO PREVISTO (USD EQ.)	COSTO REAL (USD EQ.)	BRECHA
0099190		PERSONAL STAFF LOCAL	775,021.55	704,205.61	70,815.93
	STAFF	Personal Staff Local	775,021.55	704,205.61	70,815.93
0099191		PERSONAL STAFF EXPATRIADO	650,142.00	736,229.25	- 86,087.26
	STAFF	Personal Staff Expatriado	650,142.00	736,229.25	- 86,087.26
0099010		GASTOS GENERALES	234,937.78	294,715.43	- 59,777.65
	SEG	Seguros	- 133,157.88	- 133,157.88	-
	FIAN	Fianzas	361,780.44	361,780.44	-
	CON	Consultoria y otros	6,315.22	66,092.87	- 59,777.65
0099000		GASTOS DE GESTIÓN Y SERV. TERC	666,150.67	1,147,382.24	- 481,231.56
	ALIM	Alimentación	271,050.28	418,495.46	- 147,445.18
	ALOJ	Alojamiento	173,333.50	187,230.25	- 13,896.75
	SECURITY	Security	110,669.10	158,535.70	- 47,866.60
	TRANSP	Transporte de Personal	33,029.94	32,480.32	549.62
		Transporte - Staff (Incluye RCO)	16,695.15	12,968.37	3,726.78
		Transporte - Aéreo Staff	7,714.29	9,689.11	- 1,974.82
		Transporte - Taxis Staff	8,620.50	9,822.84	- 1,202.34
	SALUD	Salud	20,586.93	45,513.54	- 24,926.61
	REP	Representación	1,000.00	2,013.18	- 1,013.18
	ECON	Economato	7,858.61	32,886.58	- 25,027.97
	ENER	Suministro de Energía	882.46	5,683.16	- 4,800.70
	COM	Comunicaciones	23,275.90	14,625.66	8,650.24
	INF	Soporte Informático	1,600.00	6,485.75	- 4,885.75
	SERV T	Serv. Técnico de Equipos	22,863.96	243,432.64	- 220,568.68
		TOTAL	2,326,252.00	2,882,532.54	- 556,280.53

De este análisis detallaremos el análisis de la Alimentación:

ANALISIS DE BRECHAS				
ID	DESCRIPCION	PREVISTO	REAL	BRECHA (USD)
1.00	Análisis por Cantidad	245,644.05	312,308.21	- 66,664.16
2.00	Análisis por Tarifa	334,615.94	383,441.80	- 48,825.87
3.00	Análisis de adicionales	7,634.08	32,903.81	- 25,269.73
TOTAL (TAR.)				- 140,759.76

- Mayor cantidad de personal → 338 personas → **USD -66,660.00**
- Personal obrero consumiendo alimentación con tarifa Staff → 71% de Obreros → **USD – 48,800.00**

Considerando el análisis anterior se planteó como acción de mejora: la estandarización del consumo de alimentación del personal obrero con su tarifa respectiva.

6.2.2. PANEL DE CONTROL

El panel de control es un informe mensual que reporta de manera integrada y estandarizada el resultado de la gestión del proyecto, contiene los indicadores e información más relevante del proyecto, mediante la cual el Gerente de Proyecto y el Gerente de División pueden informarse del estado del mismo, permitiendo además consolidar los resultados de cada división, el mismo que con consta de los siguientes principales reportes:

- Prevencción de Riesgos:** Reporta los índices de frecuencia, gravedad, accidentabilidad y auditoría interna de los tres últimos meses.
- Riesgo de Incumplimiento:** Reporta el estado del proyecto en relación al plazo, de acuerdo a lo reportado a su vez en el Sistema de Alerta Roja (SAR).

C. Curva “S” de Avance Valorizado: Reporta el estado del avance mediante una Curva “S” de avance, el que presenta las siguientes curvas:

- Curva azul: Presupuesto de control + adicionales aprobados para todo el Proyecto.
- Curva roja: Avance valorizado real a la fecha. Incluye la última valorización presentada aunque no esté facturada.
- Curva verde: Nueva proyección a fin de Proyecto.

D. Resultado del Proyecto: Reporta el resumen por rubro de los resultados a la fecha y a fin de Proyecto obtenidos del proceso de Control de Costos, junto con las brechas respectivas contra el costo previsto.

E. Margen Bruto: Reporta gráficamente el margen meta, el margen a la fecha y el margen a fin de proyecto de los últimos cuatro meses, tomando los datos del último mes del Reporte “Resultado del Proyecto”.

F. Valorizaciones y Cobranzas a la Fecha: Reporta el avance de las cobranzas clasificando las valorizaciones (incluidos adicionales) de acuerdo a los siguientes casos:

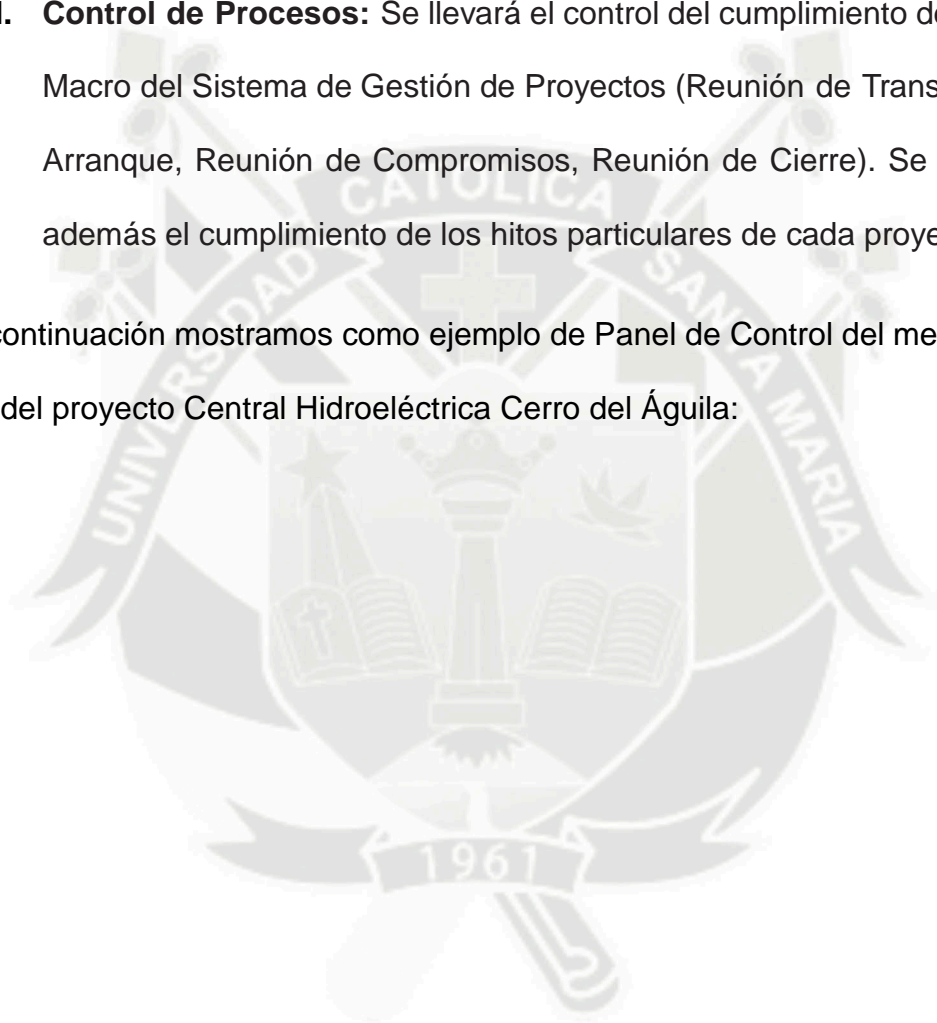
- Facturado y cobrado
- Facturado por cobrar vencido
- Facturado por cobrar no vencido
- Valorización presentada y no facturada (valorización del mes)
- Provisión de adicionales y reclamos (adicionales ejecutados no aprobados a la fecha)

G. Ratios de Productividad: Reporta los ratios de productividad de mano de obra y/o equipos obtenidos para las principales partidas.

H. Confiabilidad Semanal (PPC): El PPC (Porcentaje del Plan Cumplido) mide semanalmente el cumplimiento del trabajo programado.

I. Control de Procesos: Se llevará el control del cumplimiento de los Hitos Macro del Sistema de Gestión de Proyectos (Reunión de Transferencia y Arranque, Reunión de Compromisos, Reunión de Cierre). Se controlará además el cumplimiento de los hitos particulares de cada proyecto.

A continuación mostramos como ejemplo de Panel de Control del mes de MAR-13 del proyecto Central Hidroeléctrica Cerro del Águila:



7. CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

1. En la actualidad, la sociedad demanda de la industria de la construcción asumir mayores retos para el cumplimiento de sus metas en cuanto a sus alcances, plazos y costos por lo cual se viene experimentado un proceso de tecnificación e implementación de **nuevas filosofías de producción**, concibiéndose así que la competitividad de una empresa constructora se mida en función del nivel de formalización de sus **sistemas de gestión**, el mismo que le permita ser confiable para asumir estos retos con altos niveles de rentabilidad satisfaciendo de esta forma a su cliente interno y externo.
2. De la revisión de las herramientas aplicadas en los proyectos descritos, se puede concluir que el **sistema de gestión** es único y a medida para cada tipo proyecto, ya que depende del área de aplicación, influencia de la organización, complejidad del proyecto y disponibilidad de información.
3. En la actualidad existen muchas **metodologías de gestión de proyectos**, la más difundida internacionalmente es la propuesta por el PMI®, pero para la correcta aplicación de esta metodología en la industria de la construcción hay que considerar que, los procesos constructivos nunca podrán ser considerados como una línea de producción donde después de una entrada, el proceso sea tan directo como una simple transformación que entrega un resultado, ya que existen muchas otras actividades inherentes denominadas **flujos**, las cuales generan desperdicios, por lo que la no

consideración de estas en nuestro plazo y costo ocasionara inviablemente el fracaso del proyecto.

4. Los principios del **Lean Construction** presentan un nuevo enfoque de producción que considera una doble visión de producción que consiste en **conversiones y flujos**, buscando reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al producto final y volver más eficientes las actividades de conversión maximizando su valor.
5. De la aplicación de los principios del Lean Construction, pudimos demostrar en el Proyecto 1673: Planta de Molienda de Crudo y Piro Proceso – Yura, que la aplicación de la “**Teoría del último planificador**” nos permitió tener una mayor confiabilidad en nuestra planificación, incrementándose la misma en un 7%, mitigando así los altos niveles de incertidumbre y variabilidad que se presentan, lo que trajo consigo el cumplir la meta de entregar la obra con 01 mes “**Antes del Plazo**”.
6. En el Proyecto 1676: Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Arequipa Metropolitana, con el uso de la herramienta “**Tracking de cierre de Obra**” pudimos asegurar la entrega e inauguración de la obra, fortaleciendo nuestra política de “**Cumplimiento**”, la misma que nos brinda mayor **Competitividad** en el mercado, ya que al tomar las necesidad del Cliente como nuestras nos convertimos en socios estratégicos.
7. En el Proyecto 1757: Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW, a través de su herramienta de control de costos y análisis de brechas

podimos **detectar oportunamente** que no se tomaron adecuadamente algunas consideraciones presupuestales y de planeamiento, para medir el verdadero impacto en tiempo para la construcción de accesos y campamentos, así como las condiciones climatológicas y geomorfológicas de la zona, estas impresiones están representando pérdidas significativas en el proyecto, por lo cual tomando esta data real como **lección aprendida** y como parte del ciclo de mejora continua de nuestro sistema de gestión se está replanteando el planeamiento de este proyecto, este ciclo de mejora continua nos permite realizar una retroalimentación para futuros proyectos formando parte del “know how” de la empresa.

8. Otra herramienta de suma importancia mostrada en el Proyecto 1757: Central Hidroeléctrica Cerro del Águila - 510 MW, que también forma parte del ciclo de mejora continua de la empresa, es el **panel de control** el mismo que es una **foto instantánea** del proyecto que nos muestra indicadores cuantitativos que nos permiten una mejor toma de decisiones orientadas a sustentar nuestros resultados.
9. Es necesario destacar que el gran reto que se debe superar para la correcta aplicación del **sistema de gestión basado en principios del lean construction**, es el de crear la conciencia Lean en el equipo de obra, resaltando el objetivo de una mejora continua mediante una capacitación constante y estimulación en logro de objetivos; decimos esto ya que la industria de la construcción peruana presenta una gran resistencia a cambios e innovaciones que le permitan romper sus paradigmas ya que la

misma se caracteriza por ser empírica y tradicional basada ampliamente en la experiencia.

10. Finalmente es importante concluir que el **sistema de gestión basado en principios del Lean Construction** es un sistema de procesos de mejora continua, que nos brinda un flujo de trabajo estable y busca permanentemente la optimización de sus procesos.

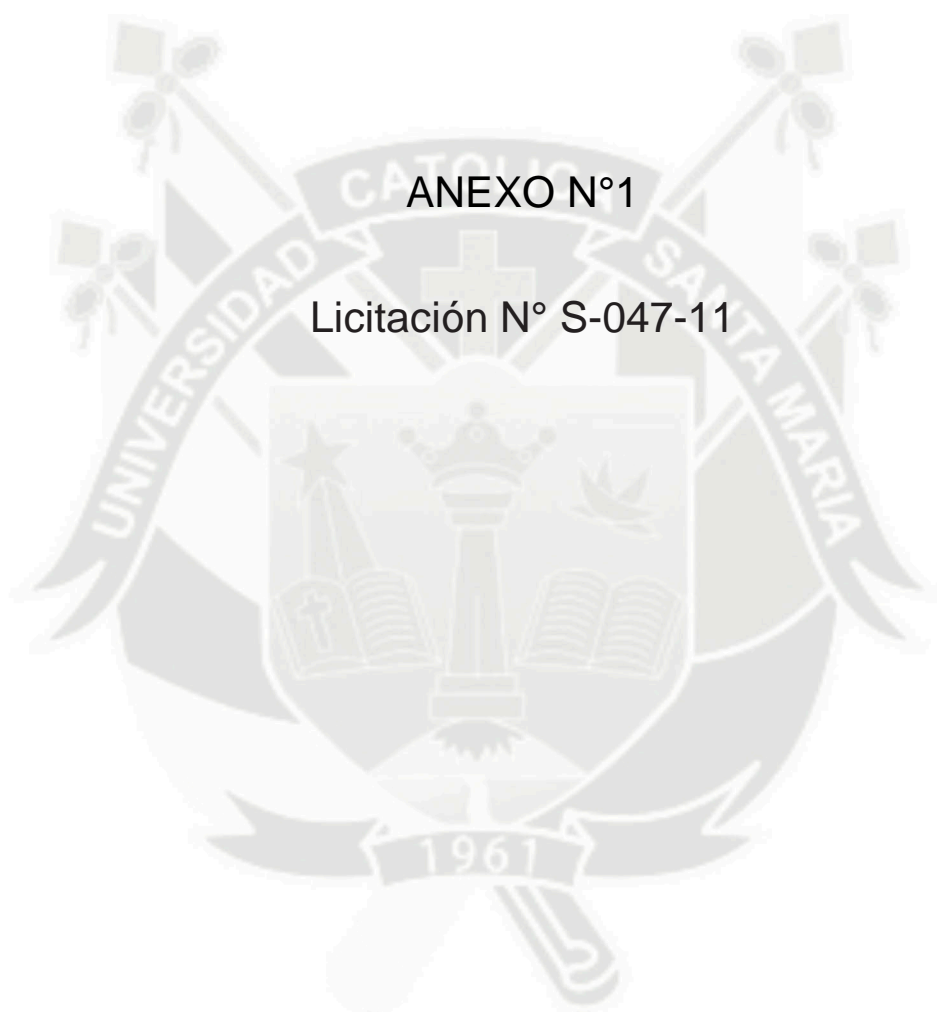
7.2. RECOMENDACIONES

- 1.** Del análisis de causas de incumpliendo de la programación de proyectos EPC (Ingeniería, Procura y Construcción) - Fast Track, recomendamos dedicar el tiempo, recursos y experiencia necesaria, para la interacción del equipo de obra con el equipo presupuestador, a fin de reducir las imprecisiones en la definición del alcance, tiempo y costo del proyecto.
- 2.** Sobre el Sistema de Gestión basado en Principios del Lean Construction se recomienda su aplicación en obras de reducida variabilidad por agentes externos, ya que los mismos son difíciles de manejar y son los que acarrear las mayores pérdidas de productividad, en la práctica se conoce que las obras que mayor éxito han tenido con este sistema son las Edificaciones.
- 3.** Como parte de la mejora continua se recomienda la utilización de software especializado que nos permita el modelamiento y planeamiento de los proyectos, reduciendo la variabilidad e improductividad por re trabajos, ya que la compatibilización de ingenierías y etapas constructivas se modela en un entorno virtual como lo ejecuta el BIM (Building Information Modeling).

8. BIBLIOGRAFÍA

- **PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE**, *Guía de la Dirección de Proyectos (PMBOK) (Vol. Cuarta edición). (2004). Newton Square, Pennsylvania*
- **VIRGILIO GHIO CASTILLO**, *Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta (Vol. Primera Edición). (2004) Editorial PUCP.*
- **GyM S.A.**, *Manual de Gestión de Proyectos (2008), Perú*
- **ELIYAHU M. GOLDRATT Y JEFF COX**, *La Meta – Un proceso de Mejora Continua, Ediciones Castillo, Monterrey México, (1996).*
- **PORTAL DE INGENIERIA**, *Especial Lean Construction – Una nueva forma de ver la ingeniería, www.portaldeingenieria.com, (2011), Perú*
- **PABLO ORIHUELA**, *Metodologías estándar de gerencia de proyectos, www.motiva.com.pe, (2008), Perú*
- **PABLO ORIHUELA**, *Aplicación de la Teoría de Restricciones a una proceso constructivo, www.motiva.com.pe, (2008), Perú*
- **DANIELA ANDREA DÍAZ MONTECINO**, *Aplicación del sistema de Planificación 'Last Planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura, Memoria de título, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, (2007).*
- **CAME**, *Esquema de un Sistema de Producción, OP-NT-00089, Lima Perú, (2011).*
- **JAVIER CANDO**, *Lean Construction en la Dirección de Proyectos, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Central del Ecuador, (2011).*

9. ANEXOS



ANEXO N°1

Licitación N° S-047-11

AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE
AREQUIPA METROPOLITANA

LICITACION N° S-047-11

Suministro e Instalación de Cerco Eléctrico en la
PTAP

Rev. 0

APROBADO POR:

Gerente de Ingeniería Ing. Javier Perez

Gerente de Proyecto Ing. Carlos Andreo Benamon

Cliente Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A.

Revisión	Hecho Por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
0	R. Acero	Emitido para Aprobación	05/07/11		

--	--	--	--	--	--

<p>S-047-11</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE AREQUIPA METROPOLITANA</p> <p>Suministro e Instalación de Cerco eléctrico en la PTAP</p>	<p>Fecha: 05/07/2011</p> <p>Página 2 de 5</p>
------------------------------------	--	---

1. GENERAL

La empresa Sociedad Minero Cerro Verde (SMCV) dentro del marco de responsabilidad social y apoyo al desarrollo sostenible de Arequipa, ha decidido de participar en el diseño y Construcción de una línea de conducción y Planta de Tratamiento de Agua Potable para beneficiar a la ciudad de Arequipa.

SMCV ha encargado al Consorcio Alto Cayma la construcción y puesta en marcha del sistema descrito anteriormente al cual se ha denominado AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE AREQUIPA METROPOLITANA.

2. OBJETIVO

La presente licitación tiene por objeto el de subcontratar a una empresa para el Suministro e Instalación de Cerco Eléctrico para la PTAP según planos y alcances descritos abajo.

Los postores deberán presentar su oferta de acuerdo a las condiciones administrativas, técnicas y comerciales establecidas en la presente invitación y sus Anexos.

3. LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS:

Los trabajos se desarrollaran en la Planta Tratamiento de Agua, distrito de Cayma, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa.

4. MODALIDAD DE CONTRATACIÓN

La modalidad para la presente licitación es a Precios Unitarios, el contratista debe de presentar sus análisis unitarios respectivos y metrados.

5. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de obra debe ser ofertado por el contratista.

6. ALCANCE DEL SERVICIO:

El desarrollo de los trabajos se describe a continuación:

- Suministro e Instalación de Cerco eléctrico, en cerco perimétrico de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas respectivas.
- El cerco eléctrico deberá estar provisto de un energizador de alto voltaje con cargador de batería y salida de sirena.
- Se deberá considerar ocho (08) letreros de neutra advertencia

Alcances generales

- El subcontratista considerará todo el suministro necesario de mano de obra, materiales permanentes y materiales consumibles, herramientas, equipos menores y mayores, personal técnico calificado, implementos de seguridad, seguros y beneficios sociales (SCTR salud y pension), exámenes médicos, para todo el personal del Prestador, gastos generales y utilidad.
- Deberá de considerar un sistema de andamios certificados bajo estándares del proyecto arriba indicado.

<p>S-047-11</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE AREQUIPA METROPOLITANA</p> <p>Suministro e Instalación de Cerco eléctrico en la PTAP</p>	<p>Fecha: 05/07/2011</p> <p>Página 3 de 5</p>
------------------------------------	--	---

- El contratista deberá de considerar todo lo necesario para realizar el trabajo de una manera adecuada.
- El contratista deberá de considerar agua para el personal y para la construcción misma.
- El contratista deberá de considerar 01 Ing de Seguridad y 01 Ing Residente a tiempo completo.
- El subcontratista debe considerar en su propuesta todo un plan de seguridad bajo los estándares del Consorcio Alto Cayma y la minera SMCV, antes del inicio de las labores del subcontratista este deberá de presentar un plan de seguridad al Consorcio Alto Cayma para su aprobación respectiva.
- El combustible para todos sus equipos y herramientas será suministrado por el Postor Adjudicado
- Considerar en su propuesta que todo equipo a utilizar no deberá ser mayor a 10 años de antigüedad.
- El contratista deberá de coordinar con antelación los trabajos con el objeto de no obstaculizar las labores propias del CAC y labores del subcontratista. Cualquier demora o perjuicio por trabajos no coordinados será de responsabilidad del contratista.
- No se considerara como adicionales horas hombres en stanby por causales de ambas partes, el subcontratista deberá de programar adecuadamente.
- En caso se de cambios, o adicionales a los trabajos, será solicitado por el CAC a través de una orden de cambio, los costo directos e indirectos por los adicionales que se tenga serán bajo las mismas condiciones y/o consideraciones de la OS o contrato aceptado y firmado por el subcontratista.
- El contratista deberá de realizar y presentar un Dossier de calidad de todos los trabajos mencionados en la presente licitación, cumpliendo con todo lo mostrado en planos y especificaciones técnicas.
- El contratista deberá de realizar un plan de calidad antes de iniciar con los trabajos, este plan debe ser revisado y aprobado por el área de calidad del CAC.
- El contratista deberá de prever personal calificado, operadores de equipo, y todo lo necesario para cumplir con los estándares de calidad y seguridad
- El contratista deberá prever todo lo necesario para cumplir con las normas de seguridad y gestión ambiental (control de polvos).

7. ALCANCES DEL CAC:

- Entregara un área 100m2 terreno libre para sus almacenes y talleres cerca de la zona de trabajo.
- Entregara un punto de energía en 220v a 100m del punto de trabajo.

8. CONTROL DE EJECUCIÓN:

El cliente podrá solicitar del Adjudicatario cualquier otra información, o documentación que se considere necesaria para comprobar la buena marcha y calidad de la ejecución del expediente, y construcción. Esto será independiente de la posible comunicación telefónica que pudiera establecerse y de las reuniones a las que sea convocado el Adjudicatario, por parte de la Dirección del Proyecto.

9. INFORMACION DEL POSTOR Y PROPUESTA TÉCNICA:

El postor deberá considerar dentro de su propuesta como mínimo lo siguiente:

Información del Postor

- Razón o denominación social completa.
- Número de RUC.
- Domicilio legal.
- Teléfono y Fax.
- Datos de inscripción en el Registro de Personas Jurídicas.

<p>S-047-11</p> <p>Revisión: 0</p>	<p>AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE AREQUIPA METROPOLITANA</p> <p>Suministro e Instalación de Cerco eléctrico en la PTAP</p>	<p>Fecha: 05/07/2011</p> <p>Página 4 de 5</p>
------------------------------------	--	---

- Nombre de su representante legal, el que deberá tener poder suficiente para presentar la oferta en representación de la empresa postora y posteriormente, suscribir el eventual contrato a que esta invitación diere lugar y;
- Datos del representante designado para este concurso.

Oferta Económica

- Oferta formal con membrete de su empresa y que indique lo siguiente:
Precio total (presupuesto desagregado con metrados) + gastos generales, y utilidad.
Deberá de presentar Análisis precios unitarios
- Forma de pago, valorización mensual y pago a 60 días de presentada la factura
- CAC entregara adelanto hasta un 30% del monto contratado previa presentación de carta fianza por parte del subcontratista, este adelanto solo se tramitara a solicitud del contratista.
- Indicar validez de la oferta.
- Plazo de Ejecución según párrafo anterior
- Lista de Suministros a cargo del contratista.

Oferta Técnica

- Para la instalación, presentación del plan de trabajo, cronograma y relación de equipos a utilizar.

10. RECEPCION DE CONSULTAS Y ABSOLUCION DE CONSULTAS

Los Postores podrán efectuar todas las consultas, vía correo electrónico, que estimen necesarias, ya sea para aclarar el contenido de los antecedentes de la licitación, tanto administrativos como técnicos, como de la presentación de la Propuesta misma.

Sólo se aceptarán aquellas consultas que sean recibidas en las fechas indicadas en el calendario y a través de una comunicación escrita. No se aceptarán consultas verbales.

El CAC absolverá todas las consultas efectuadas por los postores en la fecha indicada en el calendario del proceso, vía e-mail y a todos los postores en forma simultánea.

11. RECEPCIÓN DE PROPUESTAS

Las propuestas deberán ser entregadas en electrónico y físico (sobres), impostergablemente en la fecha y lugar indicados en el calendario. Ninguna propuesta será aceptada después de dicho plazo.

12. EVALUACIÓN DE LAS PROPUESTAS Y ADJUDICACIÓN:

El CAC (Consortio Alto Cayma) podrá aceptar cualquiera de las propuestas, aunque no sea la más baja; y podrá dejar fuera de bases cualquiera de ellas si es que representan un conflicto de intereses; si del análisis que se haga así se determina; negociar con los Postores que presenten la mejor oferta, a juicio del CCAC; o rechazarlas en su totalidad y declarar desierta la licitación, sin expresión de causa y sin que por ello los Postores puedan pretender indemnización alguna. Asimismo, los criterios de selección de la oferta son de exclusiva incumbencia del CAC.

El CAC no está obligado a dar explicación alguna por la decisión que tome al respecto.

S-047-11 Revisión: 0	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE AREQUIPA METROPOLITANA Suministro e Instalación de Cerco eléctrico en la PTAP	Fecha: 05/07/2011 Página 5 de 5
-------------------------	---	--

En tal sentido, queda expresamente establecido que los postores no tendrán derecho a presentar reclamo alguno, de ninguna índole, ni pretender indemnización o compensación de ningún tipo, por reembolso de gastos incurridos ni por ningún otro concepto, si sus ofertas no son aceptadas o se interrumpe el proceso. Una vez seleccionada la mejor propuesta, El CCAC notificará por escrito al postor adjudicado, así como también a los postores no seleccionados.

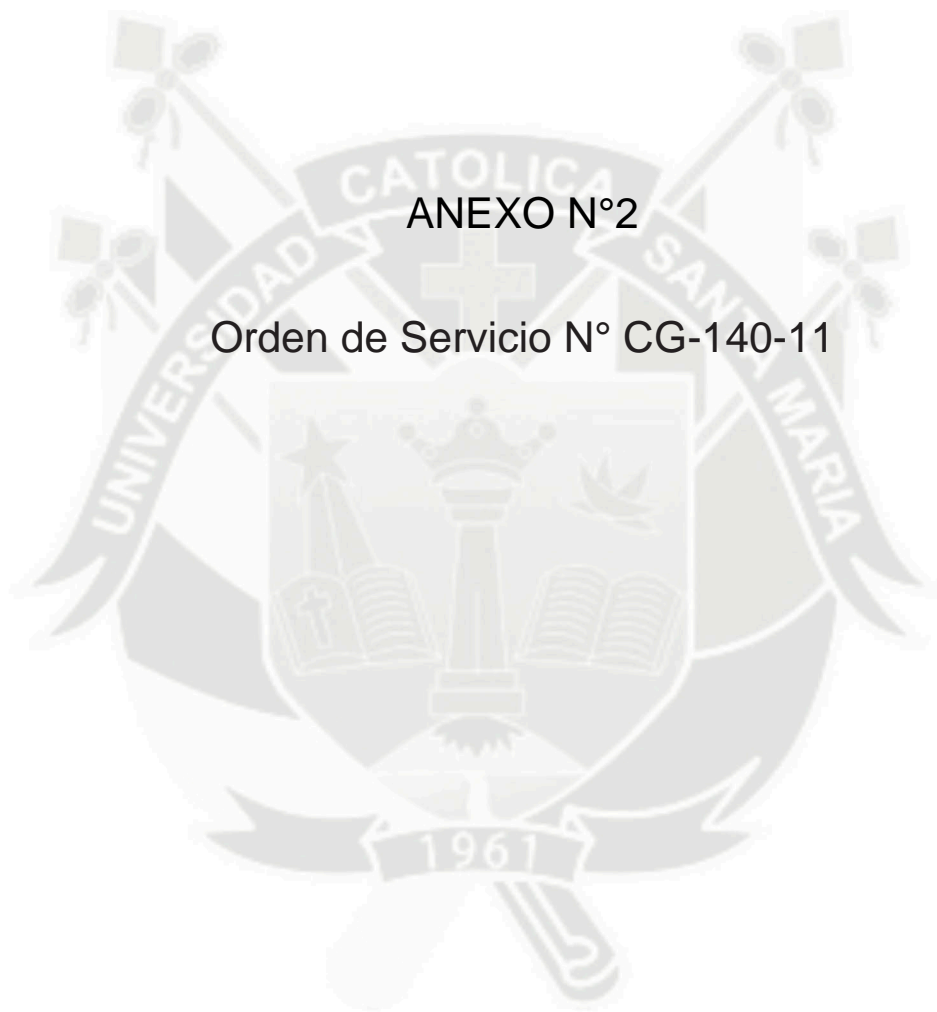
13. CALENDARIO DEL PROCESO:

Actividad	Fecha	Hora	Lugar
Envío de Bases	05/07/11	4:00 pm	Por vía electrónica.
Presentación de Consultas	07/07/11	12:00 m	Por vía electrónica al correo: racero@gym.com.pe
Absolución de Consultas	08/07/11	4:00 pm	Por vía electrónica al correo: racero@gym.com.pe
Presentación de Ofertas Finales	09/07/11	4:00 pm	Por medio electrónico y físico en Urb. San Jose B-1 Yanahuara. Dirigida al Consorcio Constructor Alto Cayma, Obra 1676 , Contacto: Roberto Acero Por vía electrónica al correo: racero@gym.com.pe

14. DOCUMENTOS ADJUNTOS:

Se adjuntan los siguientes para su conocimiento y aceptación:

1. Condiciones Generales de Contratación del CCAC.
2. Planos:
 - CAC2-PG-07-600_Rev0
 - CAC2-PG-07-601_Rev0
 - CAC2-PG-07-MC-03_Rev0



ANEXO N°2

Orden de Servicio N° CG-140-11

ORDEN DE SERVICIO N° CG – 140 - 11

Fecha: 18 de Julio del 2011

Señores:
FOX MASTER

Presente.-

At.: Sr. Jorge Luis Rios Mendoza
Gerente General

Ref. **Contrato "Instalación de Cerco eléctrico en la PTAP"**

La presente orden de servicio constituye, junto con sus anexos y las Condiciones Generales de Contratación del Consorcio Constructor Alto Cayma, el contrato entre **EL CONSORCIO CONSTRUCTOR ALTO CAYMA** con domicilio en Av. Canaval y Moreyra N° 562, San Isidro, provincia y departamento de Lima, con RUC N° 20524144825, debidamente representada por el señor Carlos Albinagorta Olortegui identificado con DNI 10540308, y el señor Administrador Oswaldo Scamarone Ampuero, identificado con DNI 07943263, ambos facultados según poderes otorgados por Escritura Pública de fecha 19 de noviembre de 2009 y 28 de julio del 2010 (de aquí en adelante denominado también **EL COMITENTE**) y **FOX MASTER** con RUC N° 10296388900, con domicilio en Calle Octavio Muñoz Najara N° 232 Arequipa, debidamente representada por su Gerente General Jorge Luis Rios Mendoza identificado con DNI N° 29638890 (de aquí en adelante denominados también **EL PRESTADOR**), para el Servicio de **"Instalación de Cerco Eléctrico en la PTAP"** para la obra denominada "Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de Arequipa" conforme al Contrato (en adelante **EL CONTRATO PRINCIPAL**) suscrito entre el Consorcio Alto Cayma y Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. (en adelante, denominado **EI CLIENTE**).

1. **Documentos que integran el presente Contrato**

- (i) Orden de Servicio N° CG – 0140 -11
- (ii) Condiciones Generales de Contratación Versión 1 de **EL COMITENTE**.
- (iii) Compromiso Ineludible de Subcontratas
- (iv) Procedimiento de Subcontratistas Pdr-Ga.

En caso de discrepancia entre los documentos arriba indicados, el orden de prelación entre ellos será el que aparece arriba; es decir, la orden de compra será el documento que prevalecerá sobre todos los demás, siguiendo en el orden de prelación según lo indicado y así sucesivamente.

2. Descripción y Alcance de las Prestaciones a cargo del Prestador

El presente Contrato abarca el Servicio de Instalación de Cerco Eléctrico en la PTAP por parte de **EL PRESTADOR** en estricta observancia de todos y cada uno de los requisitos, condiciones y plazos establecidos en esta Orden de Servicio.

El PRESTADOR se compromete a desarrollar todo lo indicado en los siguientes alcances:

- Instalación de Cerco Eléctrico de 4 líneas positivas y 01 línea a tierra
- Instalación de sistema perimetral incluido accesorios
- Suministro e Instalación de sirena de 30 Watts – doble tono
- Suministro e instalación de central de alarmas
- Suministro e instalación de 03 generadores de alta tensión
- Cableado y conexión de sensores.
- La mano de obra calificada y no calificada habilitada en cantidades suficientes y necesarias para garantizar la continuidad ininterrumpida del trabajo, cumpliendo las exigencias del CLIENTE y las especificaciones técnicas.
- Los equipos, herramientas, combustible y consumibles vinculados a los equipos para la ejecución de los trabajos.
- EL Prestador deberá de cumplir con las especificaciones técnicas adjuntas.
- El combustible para todos sus equipos y herramientas será suministrado por el Postor Adjudicado
- Los equipos propuestos por el Prestador a utilizar en el proyecto no deberá ser mayor a 10 años de antigüedad.
- El contratista deberá de coordinar con antelación los trabajos con el objeto de no obstaculizar las labores propias del CCAC. Cualquier demora o perjuicio por trabajos no coordinados será de responsabilidad del contratista.
- Cumplir las normas vigentes en seguridad y salud ocupacional en toda la zona de la Obra, seguir las indicaciones y recomendaciones de las Especificaciones Técnicas y cumplir con las indicaciones que al respecto determine el Área de Prevención de Riesgos
- El Agua para este trabajo será a cargo del Postor adjudicado.
- Cumplir con las leyes sociales, movilización y desmovilización, alimentación y obligaciones laborales de ley para todo su personal que emplee en la ejecución del presente servicio.
- **EL PRESTADOR** asumirá el costo del Examen Médico de todo su personal.

El COMITENTE se compromete a proporcionar lo siguiente:

- El Comitente proporcionará un área para almacenamiento de herramientas y equipos del Prestador
- El Comitente Proporcionará energía de 220 V a 100 del punto de trabajo para que el Prestador realice los trabajos descritos en la presente orden de servicio

3. Precio

La presente Orden de Servicio se regirá bajo la modalidad de **Precios Unitarios** siendo el monto de señalado en la presente cláusula incluye, impuestos, tributos, gastos generales, utilidad, seguros, transporte, todos los costos directos e indirectos y utilidades para la ejecución de los trabajos a cargo de **EL PRESTADOR**.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US\$	Subtotal US\$
Generador de Alta tensión - HR 15000 - 3 Joule. Programación de todo el sistema perimetral Dispositivos incluido 100 metros de cable de 4 filamentos para Alarma	Unidad	3.00	211.86	635.58
Cerco eléctrico de 4 líneas positivas y 1 línea a tierra del equipos, incluye alambre acerado calibre 2.5 mm, argollas de alambre N° 10, aisladores temporales tipo Nuez y aisladores templadores con microswitch. Instalación de todo el sistema perimetral incluido pernos de uniones y otros accesorios	Metro	1,500.00	12.84	19,260.00
Sirena de 30 Watts, doble tono	Unidad	2.00	29.66	59.32
Batería de 12 VDC 7 amperios, recargables	Unidad	3.00	29.66	88.98
Cable bujía para unión de tramos de cerco eléctrico soporta alto voltaje	Metro	200.00	0.68	136.00
kit de alarmas marca DSC de 8 zonas, incluye 01 una central de alarmas PC 1832 con teclado y gabinete, 01 batería de 12 VDC de 7 Amperios, 450 tubos de PVC, 16 rollos de cable 2*22, cableado y conexión de los sensores	Unidad	1.00	837.07	837.07
Subtotal				21,016.95
IGV 18%				3,783.05
TOTAL				24,800.00

Monto Total = US\$. 24, 800.00 (Veinticuatro mil Ochocientos con 00/100 Dólares Americanos)

En caso **EL COMITENTE** proveyese algún recurso o insumo que fuese responsabilidad del **PRESTADOR**, se procederá a descontar dicho monto, adicionándole un 10% bajo los conceptos de gastos administrativos. Se deja constancia que dichos recursos o insumos, provistos por **EL COMITENTE**, se mantendrán como propiedad exclusiva del **COMITENTE** debiendo ser consumidos solamente en beneficio del **COMITENTE** para la ejecución del **CONTRATO PRINCIPAL**. En este sentido, la provisión de recursos o insumos por **EL COMITENTE** de ninguna manera implicará una transferencia de propiedad a favor del **PRESTADOR** ni una cesión en uso para este último.

4. Forma de Pago

Se procederá a valorizaciones mensuales donde solo se aprobara y remunera las actividades descritas en la planilla anterior, así mismo se aprobara las cantidades debidamente sustentadas por el prestador, cada valorización reflejara el avance real mensual.

Cada valorización mensual deberá contar con la aprobación del supervisor de **EL COMITENTE**.

EL PRESTADOR presentará la factura acompañada de la valorización aprobada, planilla de metrados como sustento, copia de la orden de servicio, copia que sustente el pago de las Obligaciones Laborales según ley.

Para el pago de la última valorización este se cancelará con la presentación del acta de conformidad del servicio del presente contrato, entrega del dossier de calidad, entrega de los planos as-built.

EL COMITENTE realizará el pago de la valorizaciones a 30 días de presentada la factura.

5. Plazos

El plazo de entrega se procederá según lo ofertado por el **PRESTADOR**, siendo de la siguiente forma:

- a- **EL PRESTADOR** se compromete a un plazo de 90 días útiles (se considera días utiles de lunes a sábado en un tuno) para todo el servicio.

El plazo se computara a partir del día 18 de Julio del 2011 hasta 18 de Octubre del 2011.

6. Penalidad

En el supuesto que el **PRESTADOR** incumpla cualquiera de las obligaciones asumidas en esta Orden de Servicio y/o en las presentes Condiciones Generales de Contratación, sin perjuicio del plazo para subsanar el incumplimiento que pudiera otorgar el **COMITENTE**, **EL PRESTADOR** deberá pagar al **COMITENTE** una penalidad expuesta en el numeral 17 de las condiciones generales, sin perjuicio del derecho del **COMITENTE** a cobrar al **PRESTADOR** la cuantía del daño ulterior que no resulte cubierto por la penalidad.

7. Garantía

El PRESTADOR garantiza la calidad del trabajo a realizar, donde los trabajos realizados que no cumplan las especificaciones técnicas indicadas serán repuestos sin costo alguno.

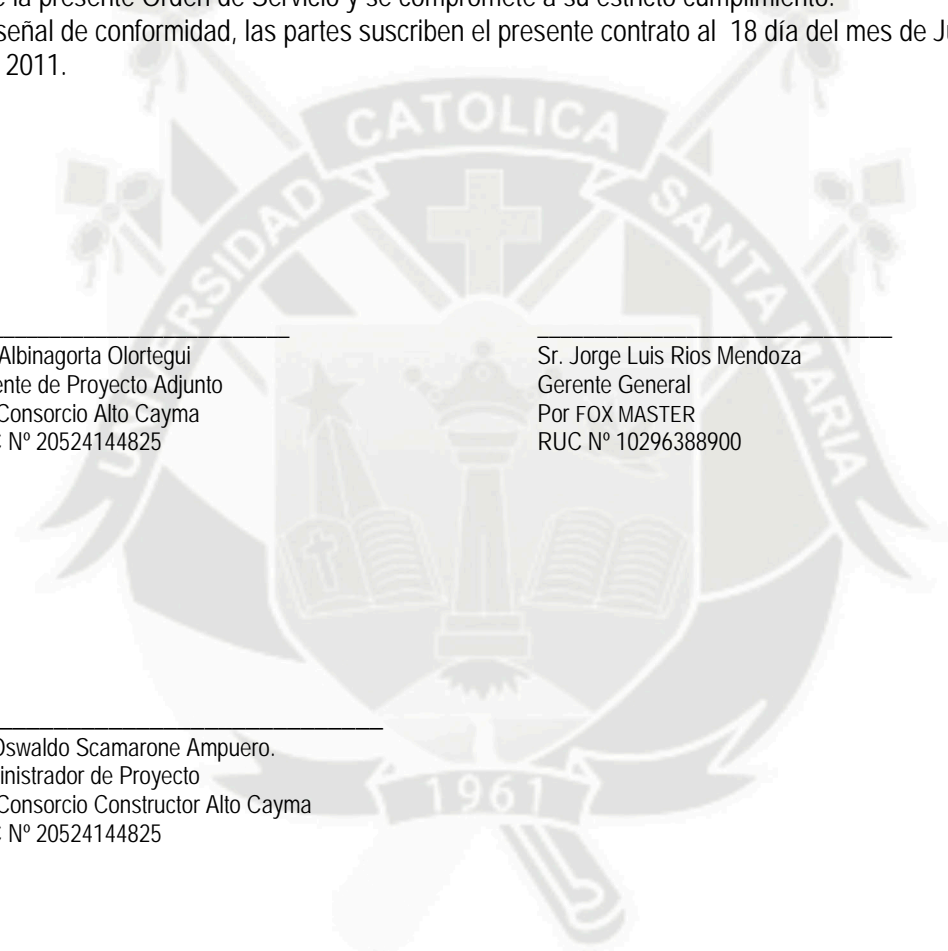
EL PRESTADOR declara y reconoce haber recibido los documentos que se indican en el Punto 1 de la presente Orden de Servicio y se compromete a su estricto cumplimiento.

En señal de conformidad, las partes suscriben el presente contrato al 18 día del mes de Julio del año 2011.

Ing. Albinagorta Olortegui
Gerente de Proyecto Adjunto
Por Consortio Alto Cayma
RUC N° 20524144825

Sr. Jorge Luis Rios Mendoza
Gerente General
Por FOX MASTER
RUC N° 10296388900

Sr. Oswaldo Scamarone Ampuero.
Administrador de Proyecto
Por Consortio Constructor Alto Cayma
RUC N° 20524144825





ANEXO N°3

Orden de Servicio N° 16760002036

CONSORCIO CONSTRUCTOR ALTO CAYMA

RUC : 20524144825

AV. PASEO DE LA REPÚBLICA No 4675 - SURQUILLO

Telefono :

Fax :

Page 1 of 1

Fecha : 30 NOV 2011

ORDEN DE SERVICIO

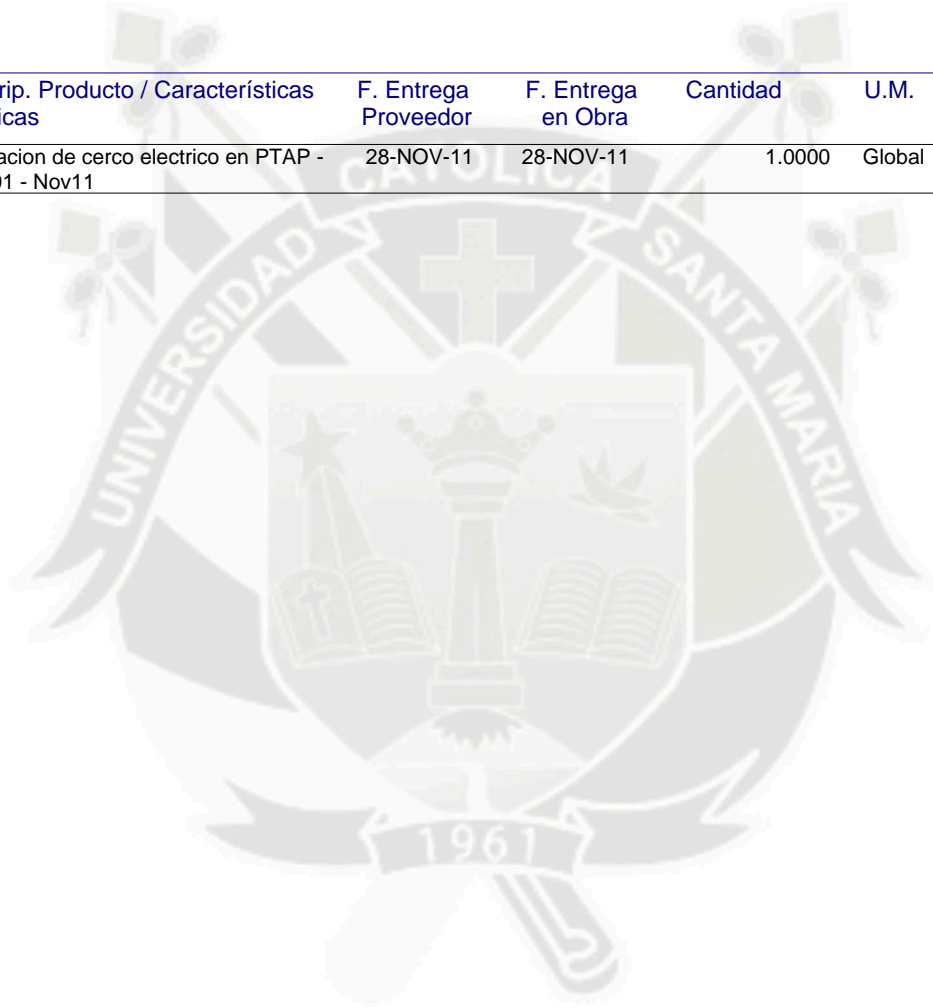
Proveedor : 10296388900 - RIOS MENDOZA JORGE LUIS
Direccion : CAL. OCTAVIO MUÑOZ NAJAR NRO. 223 INT. 232
Telefono : Fax :
Cond de Pago : 30 DIAS Moneda : USD 2.713
Fecha : 28/NOVIEMBRE /2011 Fec.Acuerdo :
Obra : 1676 - Consorcio Constructor Alto Cayma
No.Orden : 16760002036
No.OC Rev :
No.Reque. :

Nota Vendedor :

Nota para Recepcion:

Nota para Comprador:

Linea	Codigo	Descrip. Producto / Características Técnicas	F. Entrega Proveedor	F. Entrega en Obra	Cantidad	U.M.	Prc.Unit.	Valor Total
1		Instalacion de cerco electrico en PTAP - VAL 01 - Nov11	28-NOV-11	28-NOV-11	1.0000	Global	12120.9600	12,120.96



Subtotal : 12,120.96
IGV 18 % : 2,181.77

Hecho por :
ACERO CONDORI, Sr. ROBERTO

Aprobado Por :
ACERO CONDORI, Sr. CARLOS

Acceptado por Proveedor :

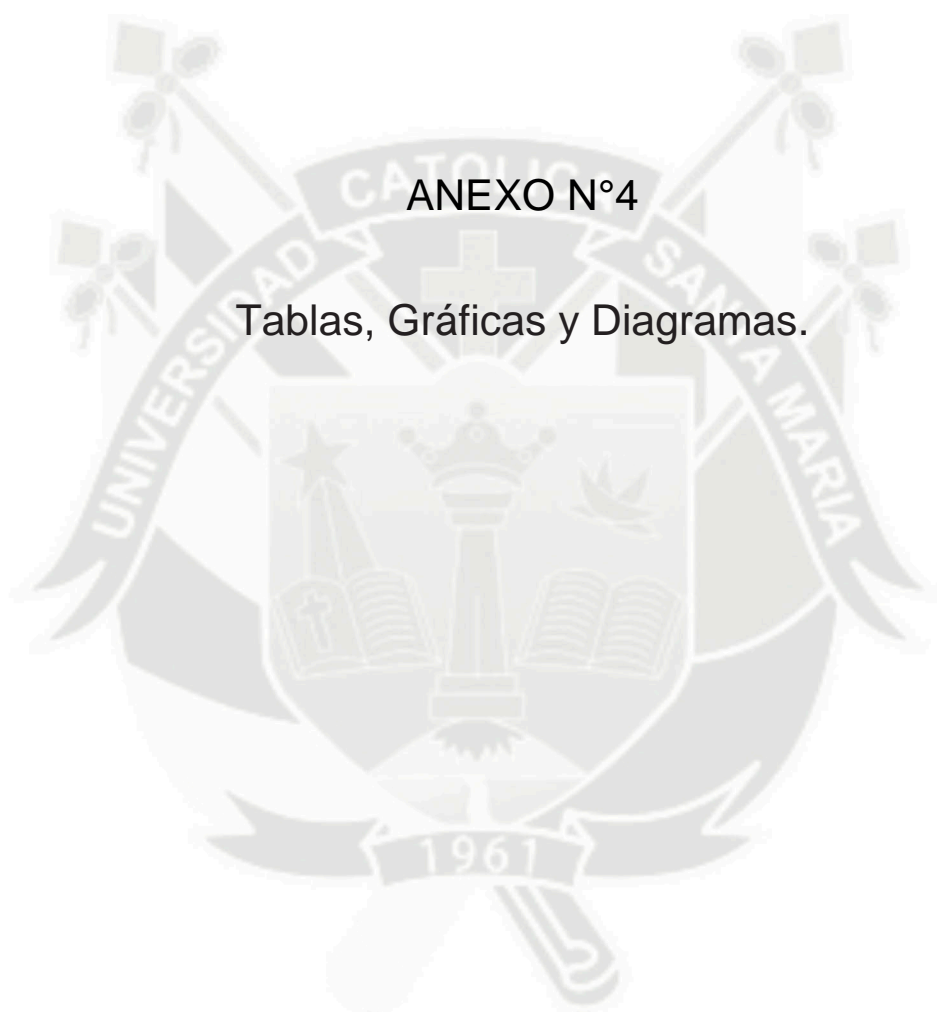
TOTAL : 14,302.73

Son: CATORCE MIL TRESCIENTOS DOS Y 73/100 DOLARES AMERICANOS*****

Lugar Entrega: Av. Charcani s/n Zona de Alto Cayma, Distrito de Cayma Arequipa .

Notas Importantes :

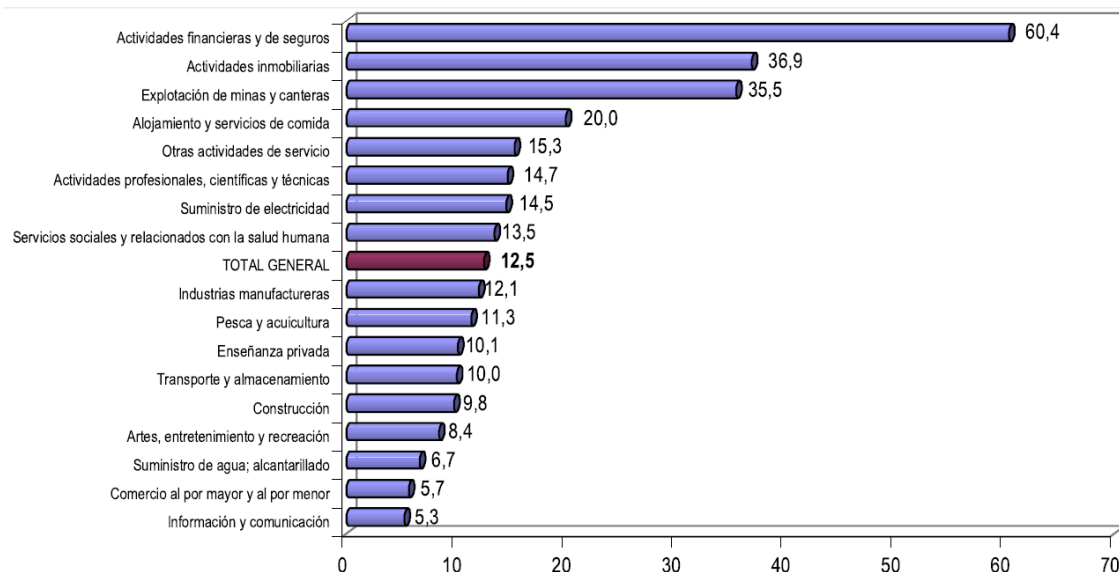
- 1.- Esta O/C tiene validez hasta la fecha de entrega aqui indicada por la parte del PROVEEDOR, de no cumplir esta quedara ANULADA.
- 2.- Al momento de ingresar el producto en nuestro ALMACEN, adjuntar GUIA DE REMISION, 02 copias de GUIA DE REMISION y 02 copias de ORDEN DE COMPRA, de no cumplir con estos requisitos, el producto no será recibido.
- 3.- La FACTURA ORIGINAL se entregará de manera conjunta con copia SUNAT, 01 copia de GUIA DE REMISION y 01 copia de ORDEN DE COMPRA.
- 4.- Es obligatorio escribir en la factura el número de orden de compra y el número de guía de remisión.



ANEXO N°4

Tablas, Gráficas y Diagramas.

INDICADORES DE RENTABILIDAD



*Gráfica 9.1: Rentabilidad sobre ventas, según actividad económica.
(Fuente: INEI – Indicadores Económicos – Financieros Empresariales)*

SISTEMAS DE GESTION



Diagrama 9.1: Relación entre la formalización y complejidad de una organización con su madurez, eficacia y eficiencia.

TEORIAS DE PRODUCCION

CONSIDERACION	TRANSFORMACIÓN	FLUJO	GENERACIÓN VALOR
PRODUCCIÓN ES ...	Transformación de inputs en outputs	Transformación, movimiento, inspección y espera	Creación de Valor para el cliente a través del cumplimiento de sus requerimientos
PRINCIPIOS	Descomposición del trabajo en tareas y optimización de las mismas	Eliminación Pérdidas reduciendo la No-Transformación, Reducir Variabilidad	Tener en cuenta todos los requerimientos del Cliente y su flujo
NOMBRE DE TÉCNICA	Task Management	Flow Management	Value Management
CONTRIBUYE A ...	Ocuparnos de lo que tiene que hacerse	Ocuparnos de que lo innecesario se haga tan poco como sea posible	Todos las necesidades del cliente son obtenidos de la mejor manera posible

Tabla 9.1: Comparativos de teorías de Producción: Task – Flow – Value Management

INDICADORES DEL SISTEMA DE ENCOFRADO DESLIZANTE

INDICADOR	VALOR	RATIOS DE PRODUCTIVIDAD - MO		
		PARTIDA	PREVISTO	REAL
Rendimiento de izaje	3.34 m/ día	Acero	0.035 hh/kg	0.027 hh/kg
Vertido de Concreto	3.98 m3/hr	Encofrado	1.592 hh/m2	1.993 hh/m2
Cuadrilla Promedio	72 obreros / turno	Concreto	7.213 hh/m3	6.346 hh/m3

Tabla 9.2: Indicadores obtenidos en el vaciado del Silo de Homogenización con uso de Sistema de Encofrado Deslizante

SISTEMA DE PRODUCCION Y CONTROL DE GYM S.A.

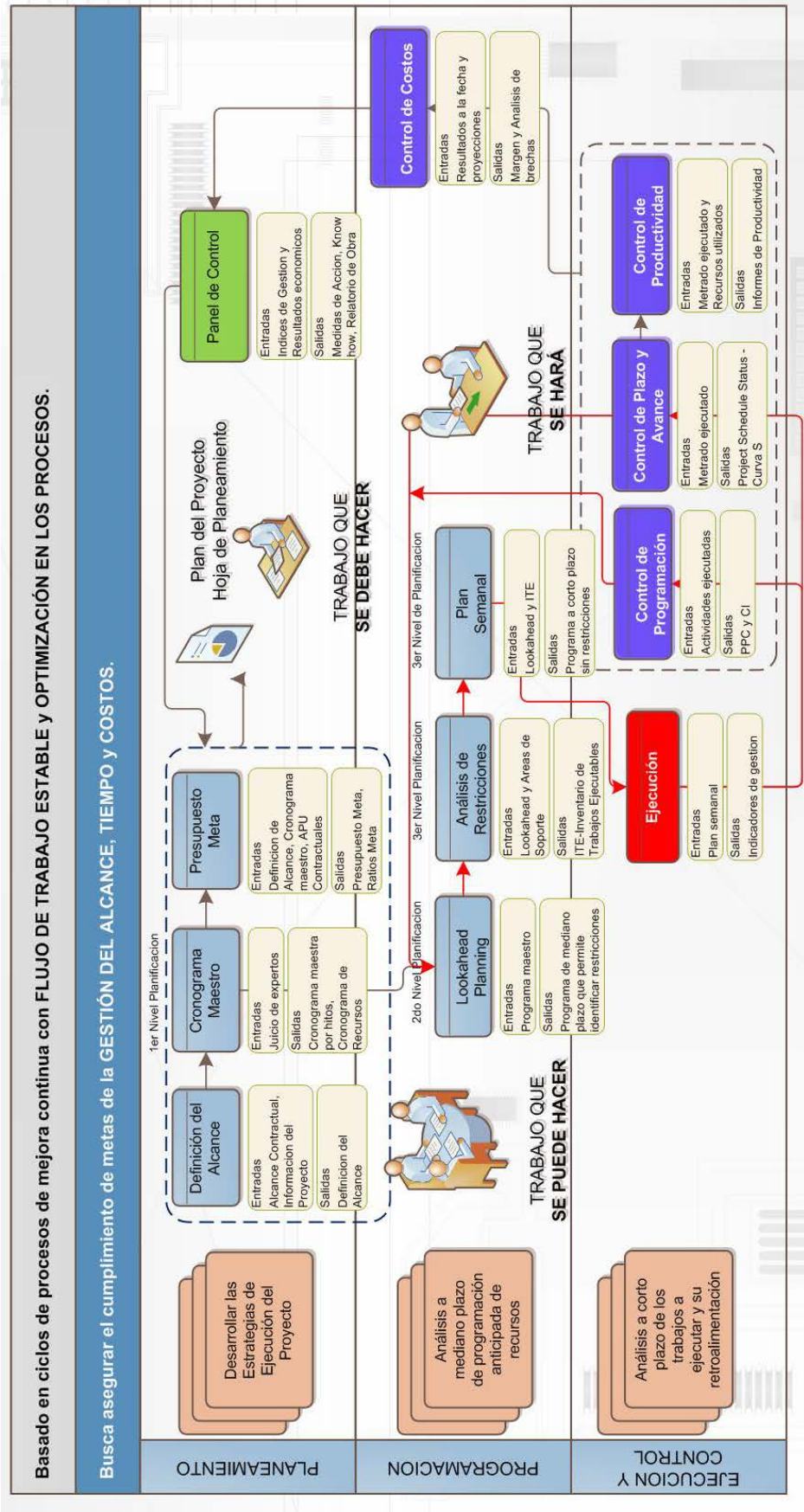


Diagrama 9.2: Flujos del Sistema de Producción y Control de GYM S.A.