

Desafíos de la Dirección de Proyectos Mineros EPCM-EPC

Alejandro M. Polanco Carrasco (1)

RESUMEN

Los proyectos mineros han evolucionado en su complejidad, plazos y montos de inversión. Si en el pasado el dueño ejecutaba sus proyectos en etapas secuenciales desde el estudio de perfil, factibilidad, ingeniería básica, detalles, construcción y puesta en marcha, actualmente las exigencias del mercado obligan a que estas etapas se traslapen e integren a través de proyectos que incluyen la Ingeniería con la Construcción. En este enfoque, la modalidad más usada y exitosa que utiliza el dueño es la adjudicación de proyectos tipo EPCM y EPC. Esto plantea un gran desafío para la Dirección de Proyectos y todos los profesionales y empresas involucradas. En este artículo se presenta desde la perspectiva del ejecutor del proyecto EPCM-EPC, un marco general teórico y práctico para un *Project Management* exitoso de estos proyectos. Se identifican los principales desafíos y se hacen recomendaciones basadas en la experiencia de la industria y en los estándares internacionales desarrollados por el Project Management Institute, institución internacional sin fines de lucro que promueve y desarrolla desde hace más de 40 años el Project Management como una especialidad indispensable para el éxito de los negocios. También son desafíos, las exigencias de seguridad, de cero accidentabilidad, de desarrollo sustentable, de impacto ambiental y de responsabilidad social, todos aspectos muy relevantes para la Minería y la industria.

(1) Ingeniero Civil Estructural de la Universidad de Chile, Certificación Project Management Professional, PMP® del PMI, Diplomado en Administración y Dirección de Proyectos, Pontificia Universidad Católica de Chile. Presidente PMI Santiago Chile Chapter 2008.

1.- Los Proyectos de Ingeniería y Construcción.

Los proyectos de Ingeniería y Construcción son proyectos que integran en su alcance tanto las fases de diseño y como las de fabricación, montaje y construcción de la solución de negocio solicitada por el dueño. Hablamos de instalaciones industriales que tienen que producir un producto final de acuerdo a especificaciones predefinidas, como plantas mineras, centrales hidroeléctricas, plantas de celulosa, etc. También están los proyectos de infraestructura como puentes, autopistas, aeropuertos, puertos, etc. Este trabajo está enfocado principalmente a proyectos de la gran minería, como por ejemplo plantas concentradoras, plantas de lixiviación y sus obras de infraestructura asociadas.

En general algunas características de estos proyectos son:

- Alta complejidad.
- Multidisciplinarios.
- Integrados con Construcción.
- Incluyen desafíos Tecnológicos.
- Larga duración (3-5 años).
- Altos montos de inversión (1000 – 4000 millones de dólares).
- Estratégicos para el dueño y su Negocio.
- Producto final es único y con exigentes especificaciones.
- Involucra muchos *stakeholders*.
- Requiere división en subproyectos y Subcontratos.
- Requiere compra de propiedades y Derechos.
- Requiere una compleja gestión de permisos ambientales y sectoriales
- Gran impacto social y del entorno
- Requieren prestamos bancarios y Pólizas de seguros.
- Requieren garantías de operación y en algunos casos de producción.

2.- El ciclo de vida de los proyectos de Ingeniería y Construcción.

En general en los proyectos mineros se pueden distinguir 4 fases o etapas principales (los plazos indicados son referenciales y pueden variar según las características del proyecto y su entorno):

a) Etapa de Pre-Inversión (2-3 años)

Definición del proyecto, su producto final y rentabilidad:

- Investigaciones del sitio (exploraciones, topografía, geotecnia, hidrología, sismicidad, etc.)
- Estudios de Ingeniería: perfil, pre-factibilidad, conceptual, factibilidad.
- Evaluación técnica y económica del proyecto: decisión si se hace o no se hace.
- Obtención del financiamiento- el modelo de negocio.

b) Etapa de Inversión (2-3 años)

Ingeniería del Proyecto (1-2 años)

- Ingeniería básica.
- Aprobación Ambiental (DIA, EIA).
- Ingeniería de detalles.
- Compras de equipos de procesos.
- Licitación de contratos de construcción y servicios especializados.

Construcción y puesta en marcha. (2-3 años)

- Obras tempranas.
- Obras de Infraestructura.
- Movimientos de Tierra.
- Hormigonado y montaje de estructuras metálicas.
- Obras Civiles
- Montajes Electromecánicos
- Puesta en marcha (*start up*)

- Entrega a operaciones.
- c) Etapa de Operación(10 -25 años)
- Producción del producto
 - Venta del producto
 - Mejoras del proyecto
 - Ampliaciones del proyecto
- d) Etapa de Cierre (1-2 años)

Se requiere un “proyecto de cierre de la planta”, el cual queda definido en alguna fase de la ingeniería del proyecto pues es también es requisito para la aprobación ambiental.

En general no hay mucha experiencia el cierre de plantas Mineras, pues es usual que las operaciones se extiendan en su vida útil. Resulta paradójico que en ciertos escenarios es más conveniente seguir con las operaciones en vez de cerrarlas, debido al alto costo del cierre.

3.- Los Proyectos EPCM y EPC

En la etapa inversional, para materializar el proyecto, es cada vez mas usual que para ahorrar tiempo y mejor manejo de los riesgos, el dueño encargue a un solo Contratista Principal la totalidad (o gran parte) del desarrollo del proyecto en la modalidad EPCM o EPC. Estas siglas en inglés corresponden a 2 tipos de alcances de servicios de Ingeniería y Construcción.

E= Engineering (Ingeniería)

P= Procurement (Compras, Contratos)

C= Construction (Construcción)

M= Management (Administración)

Se habla de **EPC** si el alcance asignado incluye la Ingeniería, Compras de equipos y materiales y la Construcción. El riesgo queda

mayoritariamente en el Contratista Principal pues la construcción es de su responsabilidad (independiente que a su vez se subcontrate parte de ésta).

En un **EPCM**, solo se administra el proceso de construcción, es decir, se actúa en representación del dueño para licitar, asignar y supervisar los contratistas de construcción. Es el dueño quien paga a los contratistas y entonces el riesgo queda mayoritariamente en este último

En ambos casos, el Contratista Principal cobra los servicios de EPCM o EPC según la modalidad de contrato escogida, suma alzada, precios unitarios, costos reembolsables. La gran complejidad y tamaño de este tipo de proyectos hace que se utilicen esquemas mixtos de contratos. El dueño también puede asignar una parte del proyecto como EPC y otra como EPCM. Es habitual que el proyecto se subdivida en varios contratos EPCM-EPC.

En general en ambos casos esta incluida la puesta en marcha (*start up*) de las instalaciones es decir se entregan “probadas” con fluidos que no son parte del proceso (por ejemplo aire o agua). También se puede incluir el llamado “*commissioning*”, que corresponde a la asistencia a inicio de las operaciones hasta lograr el régimen de producción de diseño.

Si el dueño ha solicitado financiamiento bancario para el proyecto, la liberación de las garantías (depósitos en efectivo) se produce en estas últimas etapas.

4.- Los Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.

De acuerdo al PMBOK®Guide[1] la Dirección de Proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y

técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer sus requisitos.

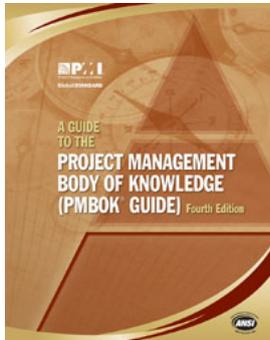


Fig. 1, PMBOK® Guide [1]

El PMBOK®Guide [1] también establece que la Dirección de Proyectos se materializa con la aplicación de procesos de trabajo interrelacionados entre sí y que se agrupan o clasifican en 5 grupos:

- Procesos de Inicio.
- Procesos de Planificación.
- Procesos de Ejecución.
- Procesos de Control.
- Procesos de Cierre.

Estos procesos se aplican en todas las fases del proyecto y su grado de implementación depende de la complejidad de cada proyecto.

Por otra parte el PMBOK®Guide[1] ha identificado que la Dirección de Proyectos requiere la aplicación de 9 áreas de conocimiento y en particular para los proyectos de Construcción, el Construction Extension to the PMBOK® Third Edition [2] identifica 4 áreas de conocimiento adicionales. Entonces, para los proyectos EPCM-EPC se tienen 13, a saber:

1. Gestión de Integración
2. Gestión del Alcance

3. Gestión del Tiempo
4. Gestión de los Costos
5. Gestión de la Calidad
6. Gestión de Recursos Humanos
7. Gestión de las Comunicaciones
8. Gestión de los Riesgos
9. Gestión de las Adquisiciones
10. Gestión de la Seguridad
11. Gestión del Medio Ambiente
12. Gestión Financiera
13. Gestión de Claims (Reclamos)

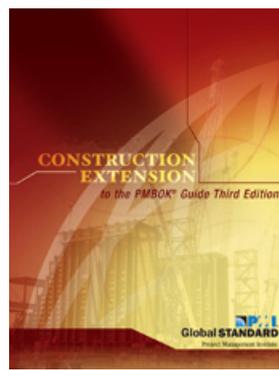


Fig.2, Construction Extension to the PMBOK® Third Edition.

5.- El inicio de Proyectos EPCM-EPC

En general el inicio de un proyecto o fase del mismo debe ser un hito formal y requiere por tanto un protocolo de aprobaciones y documentación. En general se utiliza un documento oficial llamado en algunas organizaciones “Project Charter”.

En particular para los proyectos EPCM-EPC el inicio formal queda definido por:

- La carta de intención del dueño de adjudicar el proyecto EPCM-EPC.
- Firma del Contrato EPCM-EPC entre el dueño y el Contratista Principal.

En la etapa de inicio, el PMBOK®Guide[1] recomienda que se identifiquen todos los *stakeholders* y su actitud hacia el proyecto. El concepto de *stakeholders* se refiere a “Personas y organizaciones que participan de forma activa en el proyecto o cuyos intereses pueden verse afectados como resultado de la ejecución del proyecto o su termino “, PMBOK® Guide [1].

La identificación de los *stakeholders* significa además de individualizarlos, determinar sus requisitos y expectativas y, en la medida de lo posible, gestionar su influencia en relación con los requisitos para asegurar un proyecto exitoso

Los *stakeholders* pueden influir de manera positiva o negativa en el proyecto y tienen niveles de responsabilidad y autoridad variable al participar en el proyecto. Se recomienda preparar una matriz de *Stakeholders* (ver figura 3).

STAKEHOLDER	A FAVOR	NEUTRO	EN CONTRA
Dueño	x		
Contratista EPCM-EPC	x		
Proveedores	x		
Comunidad			x
Otros		x	

Fig. 3, Matriz de *Stakeholders*

6.- La Planificación de los Proyectos EPCM-EPC.

La planificación es un proceso clave para el éxito de cualquier emprendimiento, de cualquier tipo de proyectos y forma parte del ciclo de mejora continua, pues necesariamente es un proceso iterativo.

A nivel global, los desafíos para los proyectos mineros son la obtención del agua y de la energía, por ello son temas que deben abordarse tempranamente en la planificación del EPCM-EPC.

El desafío en los proyectos EPCM-EPC es realizar una planificación oportuna, integrada y con el nivel de detalle adecuado que permita una ejecución y control efectivo y que agregue valor a los *stakeholders*.

Este tipo de proyectos tienen un gran desafío en el manejo de recursos humanos. Por ejemplo para un proyecto “mediano” (USD1000 millones), las horas profesionales utilizadas pueden ser del orden de 600.000 y las horas del personal de construcción llegar a 8 millones. La cantidad de personas puede llegar a 300 profesionales-técnicos en oficina y en obra a 4000 trabajadores.

El desafío de la estructura organizacional a implementar en los proyectos es lograr una organización flexible y de gran capacidad de respuesta. Las funciones más usadas en los proyectos EPCM-EPC son:

Sponsor del Proyecto

Gerente del Proyecto

Gerente de Ingeniería

Gerente de Adquisiciones

Gerente de Contratos

Gerente de Negocios (*)

Gerente de Control de proyectos

Gerente de Construcción

Gerente de Puesta en marcha

(*) Función opcional y que esta orientada al manejo del contrato de servicios EPCM-EPC con el dueño.

En cada una de estas gerencias, se tiene un segundo nivel de jefaturas, por ejemplo los Jefes de Especialidad de Ingeniería, Coordinadores de ingeniería, etc.

En esta etapa se deben definir los objetivos del proyecto. Esta definición debe ser clara y entendible por todos los *stakeholders*. El desafío es lograr definir objetivos medibles fácilmente y sin ambigüedad.

Una buena práctica para los proyectos que involucran instalaciones físicas y más aún en los proyectos EPCM-EPC es definir y planificar el alcance en 2 dimensiones:

- Alcance de las Instalaciones: las instalaciones físicas de la planta que se incluyen en el proyecto EPCM-EPC.
- Alcance de los Servicios: los servicios que se incluyen el contrato del proyecto EPCM-EPC.

Un desafío importante es establecer los límites e interfaces físicos y/o de servicios con contratistas, proveedores e instalaciones existentes. En algunos casos hay parte del proyecto que ejecuta el mismo dueño. Las interfaces con las diferentes disciplinas de ingeniería también son clave. Las exclusiones, los supuestos y las restricciones deben quedar definidas formalmente en el proceso de planificación.

La división jerárquica del alcance, es decir el Work BreakDown Structures (WBS),[6] es una práctica habitual y muy necesaria en este

tipo de proyectos. La división debe enfocarse a entregables y llegar hasta los niveles de detalle necesario para un mejor control.

Los riesgos también deben considerarse en el proceso de planificación. Un riesgo es un evento incierto que si sucede produce un impacto positivo o negativo en los objetivos del proyecto. El Practice Standard for Project Risk Management [3] recomienda preparar un plan de riesgos, el cual debe incluir los riesgos para las personas, bienes materiales, procesos, servicios, medio ambiente y considerar los procesos de identificación análisis cualitativo, análisis cuantitativo y plan de respuesta para cada riesgo.

El objetivo del plan debe ser aumentar la probabilidad e impacto de los eventos positivos y disminuir el impacto y probabilidad de los eventos negativos.

Desde una perspectiva global, la planificación total del proyecto debe centralizarse en un documento único llamado plan del proyecto, plan de la dirección del proyecto, o también plan de ejecución del proyecto. Adicionalmente dada la complejidad y tamaño de este tipo de proyectos, es imprescindible preparar un Manual de Procedimientos especial para el proyecto.

6.1 Planificación de la Ingeniería

La planificación de la Ingeniería debe considerar aspectos especiales en los proyectos EPCM-EPC:

- Alcance
- Entregables
- Cronograma
- Estandarización de los Diseños

- Requisitos Operaciones
- Requisitos de Constructibilidad
- Requisitos de Mantenimiento
- Control documental
- Cronograma

Los entregables de Ingeniería también son diferentes y más complejos en este tipo de proyectos. Además de los criterios de diseño, especificaciones técnicas, planos, memorias de cálculo, informes técnicos, se requieren además ubicaciones detalladas de materiales y equipos, listas de materiales, documentos para requisiciones y alcances de trabajo para contratos. El formato y forma de entrega del entregable (digital, copia duras) debe quedar previamente definido con el dueño y registrado en los procedimientos del proyecto.

Se destaca la extrema importancia de los documentos clave de Ingeniería, que son los criterios de diseño de cada especialidad de ingeniería, los diagramas de flujo y los diagramas de proceso e instrumentación.

El desafío es que los ingenieros, además del diseño, deben enfocarse a desarrollar paquetes de diseño y documentos técnicos que permitan licitar las compras y contratos tempranamente.

El proceso de aprobación de los entregables también es un aspecto crucial en la planificación y se debe definir cuales entregables requieren aprobación del dueño y en que plazos. El formato de las firmas de aprobación (copia dura, digital) también debe quedar predefinido.

La estandarización de los diseños es también un desafío para los ingenieros. Se debe orientar el diseño a los requerimientos de construcción, en especial a las metodologías de fabricación y montaje del acero

estructural, pernos de conexión, insertos, cañerías, cables eléctricos, etc. Un diseño optimizado desde el punto de vista de ingeniería podría no serlo en términos de plazos y costos de fabricación y montaje. También es importante definir los materiales y soluciones preferidas, por ejemplo uso de acero estructural versus concreto reforzado, elementos prefabricados o pre-ensamblados versus construcción en obra.

Los aspectos de seguridad también se deben considerar en los diseños para asegurar al menos:

- Construcción segura
- Operación segura
- Mantenimiento seguro

En este tipo de proyectos la parte de Ingeniería para un proyecto “mediano” puede requerir del orden de 400.000 horas profesionales que pueden significar 200 personas en el periodo *peak*.

Respecto a la cantidad de entregables de ingeniería, para un proyecto “mediano” puede ser del orden de 2000 planos y 500 documentos.

En la planificación del Tiempo, en particular en proceso del desarrollo del cronograma, el desafío es considerar de manera realista las relaciones lógicas e interdependencias entre las actividades de ingeniería, adquisiciones y construcción. La meta es un cronograma integrado y realista. La fecha de construcción condiciona la fecha de término del diseño y si éste requiere la información de un equipo de proceso (planos *vendor*) entonces se condiciona la fecha de la compra de ese equipo. Es habitual, debido a las exigencias y oportunidades del mercado, realizar los proyectos *fast-track*. Esto significa traslapar las secuencias tradicionales y realizar las

compras e incluso la construcción a medida que la ingeniería se va terminando. Las secuencias tradicionales ya no sirven y a veces es necesario invertir las, por ejemplo comprar un equipo muy tempranamente y después simplemente adaptar el diseño a lo comprado.

Los procesos de licitación de compras y contratos requieren de 3 a 4 meses y la ingeniería debe planificarse considerando estos plazos.

Respecto al presupuesto, las tareas de cubriciones (cantidades de obra) es una tarea usualmente subdimensionada. Se debe considerar el tiempo y recursos necesarios para obtener un presupuesto realista y consistente. Las metas de reducción de costos o ahorros deben quedar claramente establecidas en la planificación.

6.2 Planificación de las Adquisiciones

La planificación de Adquisiciones debe considerar todas las compras de equipos de proceso de la planta minera y los materiales requeridos para su construcción. El desafío más importante es la identificación temprana de todas las compras y la asignación de responsabilidades. Esto incluye de la definición de las compras que son por parte del dueño y las que serán incluidas en subcontratos del proyecto EPCM-EPC. En los proyectos EPCM se actúa como agente del dueño y en los EPC las compras son hechas directamente por el Contratista Principal.

La compra de Equipos de Proceso incluye molinos, chancadoras, correas, bombas, celdas de flotación, puentes grúa, transformadores, etc.) Los plazos de fabricación de los equipos principales de las plantas de proceso son largos, por ejemplo para molinos SAG, Bolas se puede llegar a 24 meses.

La compra de Materiales de Construcción incluye acero estructural, acero de refuerzo de hormigón, insertos, pernos de anclaje, cañerías, cables eléctricos, etc. Un tema importante es la estrategia de detallamiento y fabricación del acero estructural. Se deben analizar las opciones de proveedores locales versus internacionales. La opción de fabricación en China por ejemplo puede ser una alternativa atractiva de analizar.

Otros aspectos clave a considerar en las Adquisiciones son:

- Banda de Precios – variaciones y la dependencia del mercado internacional.
- El financiamiento, capital de trabajo, precios y tasas de cambio.
- Política de manejo del *Sur plus* (sobrantes).
- Política de compra de Repuestos.
- Aduana, Transporte, Seguros, Logística, Bodega.

En un proyecto “mediano” se puede requerir preparar y gestionar del orden de 100 órdenes de compra y el desafío es la gestión ordenada y transparente. El uso de plataformas informáticas, portal de compras y procedimientos formales son prácticamente imprescindibles.

6.3 Planificación de la Construcción

La planificación de la Construcción debe considerar aspectos específicos de este tipo de proyectos, en particular la estrategia de construcción. En un proyecto mediano por ejemplo se puede requerir realizar del orden de 50 subcontratos, algunos de construcción y la gran mayoría de servicios.

La Seguridad, filosofía de cero accidentes, cero incidentes, metas de horas hombre sin accidentes y/o incidentes con tiempo perdido son muy importantes en este tipo de proyectos.

La estrategia de construcción debe considerar la disponibilidad de recursos humanos, políticas de uso de manos de obra, (maximizar o minimizar), las prácticas locales .relaciones laborales, sindicatos. La opción de realizar alianzas estratégicas con empresas constructoras es una práctica habitual de la industria.

Algunos aspectos clave que se deben tomar en cuenta en la planificación son:

- Permisos de inicio de construcción.
- Instalaciones temporales.
- Campamento de construcción e infraestructura.
- Condiciones Climáticas y estacionalidades.
- Política de uso de elementos prefabricados, modulares.
- Disponibilidad de equipos de construcción especiales.

Un aspecto también muy importante es la administración del contrato EPCM-EPC con el dueño y la estrategia de gestión de *claims*, con los subcontratistas, proveedores y eventualmente con el dueño.

7.- La Ejecución de la Dirección de Proyectos EPCM-EPC.

La dirección de proyectos requiere además de la planificación y control, un liderazgo y supervisión de todas las actividades que se realizan para hacer del proyecto una realidad. El PMBOK®Guide[1] llama a estos procesos,

procesos de ejecución de la dirección de proyectos. Esta función es responsabilidad de todas las gerencias del proyecto bajo los lineamientos del Gerente del Proyecto.

En general el estilo de liderazgo ideal depende del avance en que esta el proyecto. En su inicio y cierre, se requiere de mucha energía y claridad luego un liderazgo autoritario podría sea necesario. En cambio en la etapa de planificación, se recomienda la participación de todo el equipo y por ende, un liderazgo participativo puede ser más recomendable.

La identificación y asignación o contratación del equipo de profesionales requerido, su posterior inducción, entrenamiento y constante motivación, es otro desafío que se debe abordar por la gerencia del proyecto. Esto es muy relevante por la gran cantidad de personas que participan y que en general requieren ser contratadas especialmente para el proyecto. Los equipos humanos necesitan conocerse, integrarse y adaptarse entre sí y a los procedimientos del proyecto.

La complejidad y globalidad hacen cada vez mas frecuente el uso de equipos multiculturales, multilingües e incluso virtuales.

Las actividades de aseguramiento de calidad, auditorias de procedimientos, auditorias ambientales, ingeniería de valor, son parte también de las actividades habituales de liderazgo y gerencia del proyecto.

Las comunicaciones (externas e internas) son un aspecto a veces subdimensionado por el equipo del proyecto y el desafío es evitar:

- Ausencia de información.
- Duplicidad de información.
- Exceso de información.
- Desactualización de la información.

Se debe acordar con el dueño y los *stakeholders* los procedimientos y canales de comunicaciones. Actualmente se acepta el uso de correos electrónicos como comunicación oficial y el desafío es implementar un sistema de registro, seguimiento y archivo adecuado al tamaño y complejidad del proyecto.

Las reuniones efectivas son también un desafío para todo tipo de proyectos y en particular es mayor para los EPCM-EPC por la gran cantidad y diversidad de profesionales involucrados. En general los problemas asociados a las reuniones es que se hacen muchas, se invita a mucha gente, no siempre hay una agenda definida, no se hace minuta y si se hace, se distribuye a los asistentes y no a todos los involucrados. Antes de hacer una reunión, la pregunta clave es si se necesita hacer una reunión para resolver el tema en cuestión. Es una mala señal cuando el equipo del proyecto se queja de que pasa la mayor parte de su tiempo en reuniones.

Otra responsabilidad de la gerencia del proyecto es la gestión de conflictos.

Independientemente que los conflictos sean inevitables o previsibles, el tema de fondo es que por la complejidad y gran cantidad de personas que participa en este tipo de proyectos, estos aparecerán. El desafío entonces es tener implementado un sistema de prevención y solución de conflictos y que el estilo de liderazgo de la gerencia del proyecto este alineado a él.

La complejidad y tamaño de este tipo de proyectos hace deseable y rentable a la vez, el desarrollo e implementación de un Sistema de Dirección de Proyectos (*Project Management System*) que aborde todos los procesos de la Dirección de Proyectos de manera automatizada.

8.- El Control de los proyectos EPCM-EPC.

El control de este tipo de proyectos es complejo y multivariable. El desafío es implementar un Sistema de Control efectivo y que agregue valor a la ejecución del proyecto.

Se debe evitar un exceso de control o un control invasivo que termina siendo perjudicial para el equipo. También se debe evitar sobre reaccionar y pasar a un nivel de que todo es urgente.

Los objetivos e indicadores de desempeño deben quedar claramente definidos y acordados en la etapa de planificación y formalizados contractualmente. También se debe evitar los incentivos contradictorios que en el largo plazo inducen comportamientos no deseados.

El Sistema de Control del proyecto debe incluir al menos el control de:

- Alcance (entregables).
- Tiempo (cronograma).
- Costos (presupuesto).
- Calidad (especificaciones).
- Riesgos (ocurrencias, respuestas).
- Seguridad (accidentabilidad).
- Financiamiento y flujo de caja.
- Desviaciones y cambios.

A nivel conceptual, el Sistema de Control, debe orientarse a la medición y seguimiento de las desviaciones al plan, medidas a la fecha de control y también a la fecha de término (pronóstico).

Por otra parte los parámetros habituales que se utilizan en el control de los proyectos EPCM-EPC son los siguientes:

- Avances (progreso del trabajo)

- Horas
- Costos
- Cantidades de Obra
- Cantidades de entregables

los cuales se analizan en las 3 categorías:

- valor real a la fecha.
- valor plan a la fecha.
- valor pronosticado al término del proyecto.

El uso de técnicas adecuadas de medición de avances y cumplimientos es clave. Los avances se miden tanto para las actividades de Ingeniería, Adquisiciones y Construcción. El método del valor ganado es uno de los métodos para ello mas ampliamente utilizado en este tipo de proyectos y existe amplia literatura al respecto, ver Practice Standard for Earned value Management [4].

El control de la Calidad significa cumplir los requisitos, en particular con las especificaciones técnicas, normativas locales e internacionales definidas para el proyecto. Esto último es relevante si el proyecto se diseña en un país diferente al donde se construirá. La consistencia entre los diferentes documentos generados por proyecto es también clave para asegurar la calidad. Una buena práctica recomendada es realizar revisiones independientes (por terceros) de los diseños mas importantes y complejos.

Respecto al control del presupuesto, el desafío es conocer en detalle e identificar tempranamente las desviaciones para obtener las aprobaciones cuando corresponda. La codificación y posterior asignación de gastos reales es clave.

Los informes (reportes) requeridos son muy variados en contenidos y frecuencia En general se utilizan 3 tipos; informe mensual, informe quincenal, informe semanal. El contenido de los informes debe considerar todas las actividades del proyecto, es decir Ingeniería, Adquisiciones y Construcción. El gran desafío para la Dirección del Proyecto es lograr tener informes oportunos y de calidad. Esto último significa informes con información que represente de manera adecuada la situación del proyecto y a tiempo que permita tomar las acciones correctivas y preventivas necesarias. El informe no es un objetivo en si mismo, es una herramienta de gestión y muchas veces se pierde esta perspectiva. También es bueno preguntarse cuanto cuesta (en horas y dinero) la preparación de todos los informes de control de proyectos y así evaluar si se ameritan.

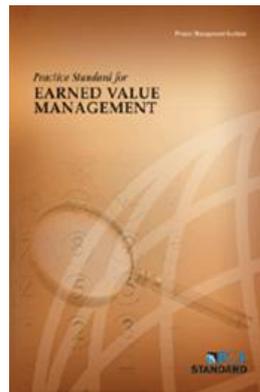


Fig. 4, Practice Standard for Earned value Management [4].

Adicionalmente se debe tener especial cuidado en el control de los aspectos Ambientales de Ingeniería y Construcción.

Respecto a los cambios, estos son inevitables y a la vez necesarios para mejorar o corregir el proyecto. El desafío es tener un sistema integrado de control de cambios que incluya los procesos de identificación, evaluación de impactos en costos, plazos y riesgos, la aprobación o rechazo, la implementación de los cambios aprobados y el registro de todo. El

nivel de esfuerzo y recursos necesarios para un buen sistema de control y gestión de los cambios es muchas veces sub dimensionado.

9.- El Cierre de los Proyectos EPCM-EPC

El cierre formal y documentado del proyectos es muy importante para capitalizar el conocimiento adquirido y generar respaldos para futuros requerimientos y eventuales reclamos. El Construction Extension to the PMBOK®Guide Third edition [2] propone 5 procesos de cierre:

- el cierre del proyecto propiamente tal.
- el cierre contractual de todos los contratos y adquisiciones.
- el cierre de los contratos-vínculos del personal especialmente contratado para el proyecto.
- El cierre financiero del proyecto.
- El cierre de los reclamos- *claims*.

Una buena práctica para un proceso de cierre metódico y ordenado es usar las llamadas “*Punch lists*”, que son listas de temas pendientes que se preparan para cada área/gerencia del proyecto y se monitorean y actualizan periódicamente.

Otro aspecto relevante a considerar al cierre de todo proyecto y en particular en los proyectos EPCM-EPC, son las llamadas “Lecciones Aprendidas”. Si embargo este registro de los aciertos y errores cometidos, así como de las acciones correctivas tomadas, pasan a ser una información confidencial y por ello de divulgación restringida. También es importante reconocer que las lecciones aprendidas son válidas para los profesionales que participaron en el proyecto y no necesariamente son transferibles a otro equipo.

10.- Criterios de Éxito de los proyectos EPCM-EPC.

En general, para todo tipo de proyectos, los criterios clásicos, de cumplimiento de presupuesto, plazo y calidad ya no son suficientes.

El éxito es una percepción y por tanto se debe traducir en criterios pre establecidos y medibles objetivamente, para asegurar que representen las expectativas y requisitos de los *stakeholders* (Polanco,2008).

Es posible que para algunos *stakeholders* el proyecto sea considerado exitoso y para otros no. También puede suceder que un solo evento negativo (por ejemplo accidentes con fatalidad) condicione el proyecto a una percepción de fracaso.

Una aproximación conceptual a los criterios de éxito de proyectos EPCM-EPC se propone a continuación:

Para el Ejecutor del Proyecto EPCM-EPC

- Cumplimiento o adelanto del plazo del proyecto.
- Cumplimiento o ahorro de costos del proyecto.
- Cumplimiento o superación de metas económicas por la prestación de los servicios EPCM-EPC.

Para el Dueño

- Cumplimiento del VAN del proyecto.
- Cumplimiento de metas de Venta de su producto.
- Metas de continuidad Operacional.
- Cumplimiento o reducción de costos de operación.

Para la Comunidad

- Impacto en medio ambiente.
- Impacto en la economía local.

También para todos los *stakeholders* el cumplimiento con los códigos de ética aplicables es y debe ser la única forma de desarrollar el proyecto.

El desafío a nivel general es que los criterios y metodologías de evaluación del éxito de los proyectos deben seguir desarrollándose y evolucionando desde el nivel de prácticas aisladas, al nivel de mejores prácticas y finalmente al nivel de estándar de la industria.

11.- References

- [1] Project Management Institute, 2008. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 4th edition.
- [2] Project Management Institute, 2007. Construction Extension to the PMBOK®Guide Third edition. Second edition.
- [3] Project Management Institute, 2009. Practice Standard for Project Risk Management.
- [4] Project Management Institute, 2005. Practice Standard for Earned Value Management.
- [5] Project Management Institute, 2007. Practice Standard for Scheduling.
- [6] Project Management Institute, 2006. Practice Standard for Work Breakdown Structures, second edition.
- [7] Project Management Institute. Design-Procurement-Construction Specific Interest Group, 1997. The ABCs of DPC: A Primer

on Design Procurement Construction for the Project Manager.

- [8] Polanco, Alejandro C., 2008. Criterios de Éxito para Proyectos. IV Congreso Regional de Dirección de proyectos. Latinoamérica Sur. Project Management Institute. Capítulo de Montevideo.