

INGENIERÍA Y ESTRATEGIA EN GRANDES PROYECTOS DE REFINO

Ignacio L. Pelizzari, YPF S.A., ignacio.pelizzari@ypf.com

Sinopsis

El presente trabajo pretende mostrar el vínculo íntimo que existe entre la estrategia de ejecución de un proyecto en el ámbito de las instalaciones de refino, en las diversas etapas y la ingeniería que se debe realizar.

En este sentido, toda ingeniería tiene un objetivo a cubrir, que no es el desarrollo en sí mismo de elaborados y cálculos, sino el logro de definiciones que permitan ejecutar cada etapa de los proyectos: cubriendo y dando contorno a los alcances; colaborando en la constructibilidad del proyecto; brindando información para las compras y contratos a desarrollar; y por supuesto viabilizar los objetivos que dan origen a la existencia de cada proyecto de inversión.

Sería un error pensar la ingeniería como un elemento separado de la estrategia de gestión y también la definición de la estrategia sin tener en cuenta el grado y madurez de la ingeniería en juego.

Asimismo, el nivel y calidad de la ingeniería tiene alta incidencia sobre *capex* y *opex* de los proyectos de inversión, por lo que su seguimiento y monitoreo permanente garantiza sin dudas, el camino hacia el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Por ello, se pretende brindar información relevante sobre aspectos a controlar en las diversas etapas del ciclo de vida.

Una adecuada ingeniería en cada etapa debe permitir obtener límites claros en las herramientas contractuales, transferencia de riesgos asumibles por las empresas y permitir una contratación eficiente en un mercado real de equipos, materiales y construcción donde cada proyecto se desarrolla.

Por último, la ingeniería es realizada por ingenieros, quienes deben contar con la experiencia suficiente y el conocimiento del mercado para lograr llevar a cabo los elaborados y cálculos cubriendo los aspectos mencionados, en el menor tiempo posible y así acortar los ciclos de vida de las inversiones.

Introducción

Existen diversas corrientes de definición respecto de las etapas de ingeniería de un proyecto de inversión de instalaciones de refino. Entre las principales, se pueden mencionar a la clasificación FEE (*Front End Engineering*), FEED (*Front End Engineering Design*), y PPP (*Pre-Project Planning*) y FEL (*Front End Loading*). Independientemente de la corriente que se adopte, todas tienen en común los objetivos de (i) lograr definiciones de alcance, (ii) corroborar la constructibilidad y (iii) brindar información para las compras y contratos y (iv) disminuir el nivel de incertidumbre respecto a los costos y plazos de la ejecución.

La definición más utilizada en la Argentina se divide en las siguientes etapas:

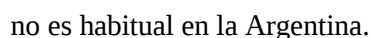
- A. Visualización
- B. Ingeniería Conceptual
- C. Ingeniería Básica
- D. Ingeniería Básica Extendida
- E. Ingeniería de Detalle
- F. Ingeniería Conforme a obra

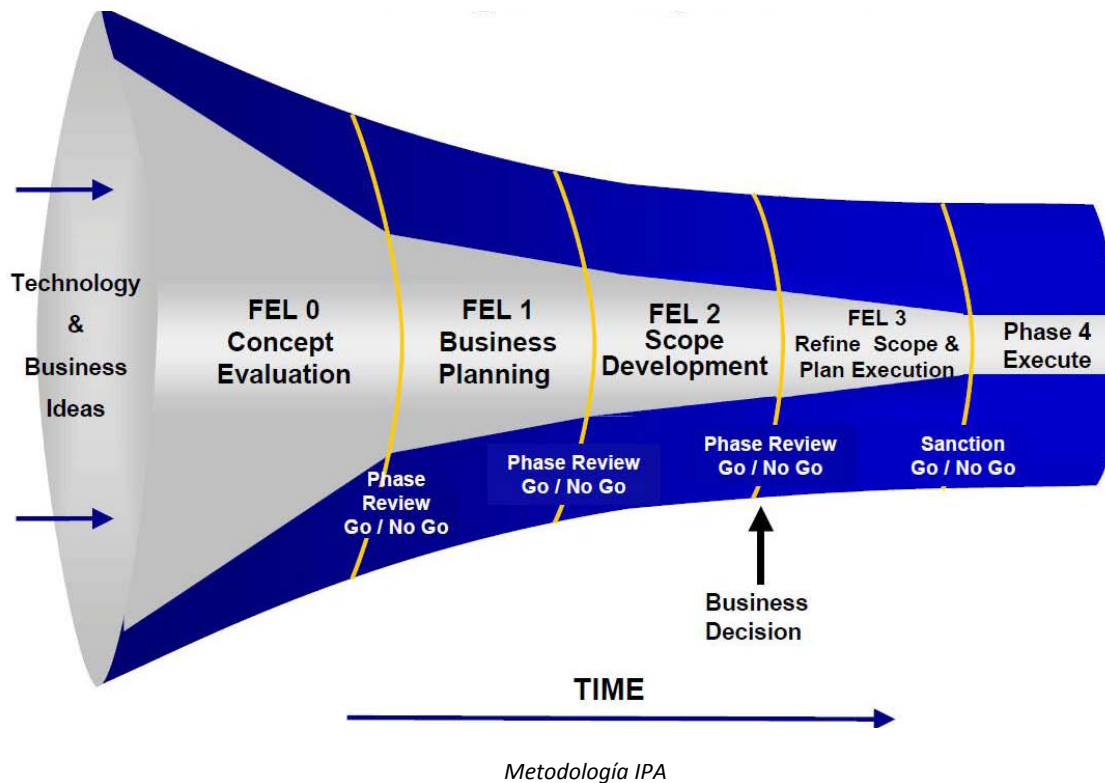
A continuación se desarrollarán las etapas mencionadas más arriba y su vinculación con la estrategia en la ejecución de un proyecto.

Como, por definición, cada proyecto es único –según el PMI (*Project Management Institute*)–, en la práctica es tarea del equipo de proyecto adaptar las definiciones del nivel de detalle para cada etapa que utiliza cada compañía al proyecto y sus necesidades.

Otro factor importante en la reducción de costos es la capitalización de la experiencia adquirida en cada tipo de proyecto y la recurrencia en el desarrollo de instalaciones similares. En otros términos, mientras más certidumbre se tenga sobre la instalación, menor será la cantidad de ingeniería necesaria para definir alcances y estimar los costos.

En el mundo, las empresas con mayor experiencia y que poseen áreas propias de desarrollo de tecnología para realizar procesos complejos o licenciados, cuando desean disminuir el ciclo de inversión, lanzan la compra de los equipos críticos del proyecto de manera temprana tomando como base plantas similares y luego completan la ingeniería básica partiendo de dichos equipos. Esta práctica





Existe coincidencia en que, para obtener una precisión $\pm 10\%$ en plazo y costo, se debe realizar una ingeniería básica extendida, a veces nominada FEED o FEL 3 según el IPA (*Independent Project Analysis*).

Como muestran las figuras anteriores, con independencia de la denominación de las etapas, la finalidad es común.

Desde el punto de vista de una empresa comitente, otra forma de catalogar las etapas de ingeniería puede ser alinear los estimados de costos es la mencionada por AACE International (*Association for the Advancement of Cost Engineering*) en la práctica recomendada 18-R97 con el desarrollo del nivel de ingeniería.

	AACE Classification Standard	Major Consumer Products Company (Confidential)	Major Oil Company (Confidential)	Major Oil Company (Confidential)	Major Oil Company (Confidential)
INCREASING PROJECT DEFINITION	Class 5	Class S Strategic Estimate	Class V Order of Magnitude Estimate	Class A Prospect Estimate	Class V
				Class B Evaluation Estimate	
	Class 4	Class 1 Conceptual Estimate	Class IV Screening Estimate	Class C Feasibility Estimate	Class IV
				Class D Development Estimate	
	Class 3	Class 2 Semi-Detailed Estimate	Class III Primary Control Estimate	Class E Preliminary Estimate	Class III
	Class 2	Class 3 Detailed Estimate	Class II Master Control Estimate	Class F Master Control Estimate	Class II
	Class 1		Class I Current Control Estimate	Current Control Estimate	Class I

General Project Data:	ESTIMATE CLASSIFICATION				
	CLASS 5	CLASS 4	CLASS 3	CLASS 2	CLASS 1
Project Scope Description	General	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Plant Production/Facility Capacity	Assumed	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Plant Location	General	Approximate	Specific	Specific	Specific
Soils & Hydrology	None	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Integrated Project Plan	None	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Project Master Schedule	None	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Escalation Strategy	None	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Work Breakdown Structure	None	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Project Code of Accounts	None	Preliminary	Defined	Defined	Defined
Contracting Strategy	Assumed	Assumed	Preliminary	Defined	Defined
Engineering Deliverables:					
Block Flow Diagrams	S/P	P/C	C	C	C
Plot Plans		S	P/C	C	C
Process Flow Diagrams (PFDs)		S/P	P/C	C	C
Utility Flow Diagrams (UFDs)		S/P	P/C	C	C
Piping & Instrument Diagrams (P&IDs)		S	P/C	C	C
Heat & Material Balances		S	P/C	C	C
Process Equipment List		S/P	P/C	C	C
Utility Equipment List		S/P	P/C	C	C
Electrical One-Line Drawings		S/P	P/C	C	C
Specifications & Datasheets		S	P/C	C	C
General Equipment Arrangement Drawings		S	P/C	C	C
Spare Parts Listings			S/P	P	C
Mechanical Discipline Drawings			S	P	P/C
Electrical Discipline Drawings			S	P	P/C
Instrumentation/Control System Discipline Drawings			S	P	P/C
Civil/Structural/Site Discipline Drawings			S	P	P/C

*Comparativa de clasificación de prácticas de estimado de costos según el AACE
para la industria de procesos*

- *None (blank): development of the deliverable has not begun.*
- *Started (S): work on the deliverable has begun. Development is typically limited to sketches, rough outlines, or similar levels of early completion.*
- *Preliminary (P): work on the deliverable is advanced. Interim, cross-functional reviews have usually been conducted. Development may be near completion except for final reviews and approvals.*
- *Complete (C): the deliverable has been reviewed and approved as appropriate.*

En el nivel internacional, algunas compañías petroleras, para sus proyectos del *Downstream*, han desarrollado sistemas informáticos exclusivamente con la finalidad de implementar estas prácticas en sus procesos de ingeniería, con el objeto de asegurar el cumplimiento de la metodología por etapas y la madurez de la ingeniería necesaria para satisfacer sus objetivos. Podemos mencionar, entre otros, a Shell y su sistema iPMS.

A continuación se desarrollará, para cada etapa, las consideraciones que son aplicables en materia de estrategia. Para todas las etapas que serán objeto de este desarrollo, es deseable desarrollar prácticas de Ingeniería de Valor, tal como propone el PMI. Para ello, es necesario contar con profesionales que posean un *know how* sólido y la capacidad de tener una visión objetiva respecto del monto de inversión del proyecto. Cuanto antes en el desarrollo del proyecto se adopten estas prácticas, mayores serán los beneficios que de ello se obtengan. Esto es especialmente importante en proyectos que hayan sido contratados con modalidades en la que los costos admitan variaciones y ello impacte sobre el beneficio del contratista. Se pueden encontrar estas características en los equipos de ingeniería de la propiedad de los comitentes.

A. Visualización

La mayoría de las veces, esta ingeniería la realizan las mismas empresas de refino y no se suelen contratar porque: (i) el conocimiento del negocio lo tiene la propia compañía, (ii) contiene información confidencial relacionada al negocio mismo y (iii) está íntimamente relacionada con los planes estratégicos.

Para desarrollar los estimados de costos, generalmente se toma información de bases de datos internacionales ya que, para generar información estadística, se debe contar con un cierto volumen de proyectos ejecutados con tecnologías disponibles y actualizadas.

El principal punto de atención a tener en cuenta en esta etapa es que queden asentadas, en un documento formal, (i) las bases de diseño consideradas, (ii) los drivers de la toma de decisión, (iii) las capacidades esperadas, (iv) productos de entrada y salida esperados y, finalmente, (iv) si se trata de la inserción de una nueva unidad dentro de una instalación existente, el contexto de la instalación completa.

B. Ingeniería Conceptual

Para realizar el análisis correspondiente a la Ingeniería Conceptual es necesario dividirlo en dos:

o Proyectos ISBL (*inside battery limits*) con desarrollo de tecnología de procesos licenciados:

En esta etapa se suele realizar el proceso de selección de tecnología, que es el proceso de contratación de la Ingeniería Básica y es, desde mi punto de vista, el proceso de contratación más complejo respecto de cualquier otra ingeniería.

Además de nominar las bases de diseño, normalmente tomadas de la Visualización, resulta clave tener en cuenta en este proceso todo aquello que pueda tener impacto en el diseño del proyecto, en los condicionantes económicos y el ciclo completo de la inversión, por ejemplo:

- Productos de entrada y salida esperados
- Responsabilidades contractuales a asumir por los tecnólogos
- Definiciones respecto de la aplicación futura de licencias o royalties (pagos por hitos por única vez o pagos en función de la producción)
- Nivel y condiciones de involucramiento de los tecnólogos en los procesos de desarrollo de ingeniería posteriores en el proyecto
- Definición clara de equipamiento propietario, es decir, contar con especificación, alcance, plazo, costo y condiciones comerciales del equipamiento que el tecnólogo obligará al comitente a comprarle a él mismo
- En el caso que la unidad licenciada utilicen catalizadores que deban ser suministrados por el tecnólogo, es también necesaria una definición clara respecto de especificación, cantidad, costo y condiciones comerciales (especialmente garantías)
- Definición clara de equipamiento mandatorio, es decir, procurar que el tecnólogo a defina si la ingeniería básica asume que algún equipo deba ser comprado a terceros nominados, sin los cuales su tecnología no es garantizada
- Nivel y condiciones de los servicios a prestar durante la construcción, precomisionado, comisionado, puesta en marcha y test run de la instalación

Es recomendable solicitar, además, durante el proceso de selección de tecnología, que se presente un estimado de costo (en costa de golfo) y/o cantidades asociadas a las unidades que se han construido con la tecnología propuesta, e intentar contrastar el mismo con las bases de datos internacionales.

- o Proyectos ISBL con desarrollo de procesos no licenciados (*open art*) y proyectos de OSBL (*outside battery limits*) o instalaciones

Para estos proyectos o parte de los proyectos, se espera básicamente del desarrollo de la ingeniería conceptual las definiciones de alcance y completamiento de las bases de diseño que permitan la correcta ejecución del proyecto.

Se busca como objetivo fundamentalmente analizar la factibilidad técnica y obtener los documentos que permitan el desarrollar un estimado Clase 4 según AACE.

Es necesario evitar restarle importancia al desarrollo de las ingenierías conceptuales de los OSBL, descuidando el estimado de costo global de los proyectos. El documento resultante de esta etapa permitirá, en el nivel de decisión que corresponda, definir si se avanza no con las etapas subsiguientes del proyecto.

C. Ingeniería Básica

La ingeniería básica es la realizada por un tecnólogo tanto sobre un proceso licenciado como uno *open art*. Se espera de su desarrollo que las definiciones de proceso que existan para poder obtener el resultado de dicho proceso cumpliendo con los compromisos de las garantías que se han comprometido en el proceso de selección de tecnología.

Uno de los problemas frecuentes en este desarrollo es la tensión que existe entre la normativa y definiciones técnicas propias de la experiencia del tecnólogo y las propias de cada comitente. La opción entre un estándar y otro es fundamental y no solo tiene impacto en la ingeniería básica, sino en el resto de los desarrollos y tomas de decisión que el proyecto deberá realizar más adelante.

Otra dificultad radica en cómo integrar la normativa y regulaciones específicas del sitio de implantación del proyecto a ser consideradas en el diseño. Las ingenierías internacionales no conocen y no suelen comprometerse a considerar en sus diseños aspectos regulatorios locales, por lo que el comitente debe analizar la matriz legal aplicable al proyecto y asegurarse que su desarrollo haya sido contratado considerando estos requerimientos.

En el mercado, los paquetes de diseño (entregables y su contenido) que ofrecen los diferentes tecnólogos suelen abarcar espectros distintos en la calidad y cantidad de información suministrada, requiriendo un mayor o menor esfuerzo en las ingenierías de etapas posteriores. Adicionalmente, la tendencia de los tecnólogos de ofrecer paquetes de diseño “enlatados” implica que resulte conveniente analizar el esfuerzo invertido por los tecnólogos para adaptar su *know how* al proyecto en particular.

D. Ingeniería Básica Extendida

Para analizar esta ingeniería y su interrelación con las estrategias de ejecución de proyectos conviene centrarse en los siguientes aspectos:

o Alcance

Por definición es una ingeniería intermedia entre la ampliación de la ingeniería conceptual o básica, y el 30% de la ingeniería de detalle completa.

Normalmente se desarrollan estudios especiales (estudios de suelos, topografía, estudios de impacto ambiental, análisis de riesgos, HAZOP, etc) de manera de asegurar que los diseños cumplen con la expectativas y la normativa.

Esta ingeniería debe cubrir aspectos de la constructibilidad del proyecto, debiendo asegurar que se cuenta con definiciones que permitan hacerlo físicamente posible.

Si no se monitorean los cálculos resultantes de las ingenierías en esta etapa, se corre el riesgo de ejecutar proyectos sobrevaluados en alcances que no hacen al driver del proyecto.

o Relación con el estimado de costo y contrataciones de ejecución

Esta etapa de ingeniería debe brindar los cálculos de unidades de obra que permitan realizar el estimado de costos Clase 2 según AACE y además dar los elementos de definiciones para los contratos de ejecución posteriores.

Generalmente los errores en la definición de cálculos provienen de una ingeniería con la falta de madurez necesaria como para poder realizarlos confiablemente.

Independientemente de lo anterior, no existe un criterio uniforme en el mercado de las ingenierías, constructores y comitentes que facilite la estandarización para realizar cálculos de unidades de obra.

Contar con una estandarización en la forma de computar uniforme y homologada en el mercado permitiría:

- Comparar diferentes tecnologías y eficiencias en los diseños de las ingenierías
- Comparar proyectos entre los diferentes comitentes y su marco normativo de diseño
- Llevar un registro de precios unitarios y rendimientos de mano de obra
- Facilitar los análisis de las comparativas de ofertas de construcción y entre los estimados de las diferentes etapas

Los planes de estudio de las carreras de Ingeniería en la Argentina no contemplan, con la profundidad necesaria, asignaturas dedicadas a la forma en que se realizan los cálculos ni a cómo estos cálculos se relacionan y afectan a las distintas especialidades involucradas en la ejecución de un proyecto. Este podría ser un aspecto clave a cubrir por las recomendaciones del IAPG (*Instituto Argentino del Petróleo y del Gas*) o el CAI (*Centro Argentino de Ingenieros*) buscando el consenso del mercado y de las instituciones educativas de la Argentina para la obtención de una estandarización o práctica recomendada.

Una vez realizada la etapa de ingeniería básica extendida es común definir la estrategia de contratación de la ejecución del proyecto. Un aspecto que se evalúa al momento de realizar esa definición es si el riesgo de variación de las cantidades a ejecutar y los alcances del proyecto se encuentran definidos.

Es habitual que los comitentes piensen que sus proyectos serán contratados bajo la modalidad *lump sum* en la etapa posterior, por lo que frecuentemente minimizan el trabajo de computar las unidades clave del proyecto. Si el driver de costo es importante para la toma de decisión de la inversión en cuestión, el error que se comete es que, desde el punto de vista del contratista de ejecución, los sobre diseños van al precio (aún cuando sea *lump sum*).

Todo estimado de costo y/o análisis presupuestario se basa en dimensionar los

proyectos a través de sus cómputos de unidades físicas.

O Compras de equipos

La definición de los equipos más relevantes de los proyectos condiciona el desarrollo de la ingeniería básica extendida, ya que las dimensiones, pesos y tecnología que cada fabricante proponga para sus equipos suele tener alto impacto en los estimados de costo.

Otro aspecto a tener en cuenta es la definición del grado de completamiento o prearmado que se solicitará para los equipos.

Entender la relación entre los equipos y los alcances del proyecto que debe considerar la ingeniería es la decisión más compleja en materia de estrategia en esta etapa. Si se asumen para el proceso de diseño los equipos con mayor impacto (más pesados, más grandes, con mayor cantidad/complejidad de sistemas de control e instrumentación, etc), se penaliza el costo del estimado del proyecto; Si, por el contrario, se asumen condicionantes y se desarrolla solamente la ingeniería básica extendida para un solo fabricante de cierto equipo, se corre el riesgo de inhabilitar la competencia entre fabricantes perdiendo condiciones de competitividad y aumentando el riesgo de posteriores modificaciones al proyecto con alto impacto en plazo y costo.

Por ese motivo, algunas compañías en esta etapa de ingeniería realizan concursos de precio en firme para los equipamientos críticos.

Resulta clave analizar la estrategia global del proyecto tomando en cuenta el nivel de superposición y el ciclo esperado de ejecución para definir la relación entre la ingeniería básica extendida y la compra de equipos.

E. Ingeniería de Detalle

La ingeniería de detalle tiene como objeto principal brindar la información para la construcción del proyecto, para comprar e inspeccionar equipos y materiales, y asegurarse de que se encuentren todos los elementos que sean necesarios para ponerlo en marcha.

Adicionalmente, la ingeniería de detalle participa del proceso de gestión de los cambios de un proyecto, analizando sus riesgos de implementación y brindando información para poder gestionar adecuadamente las variaciones.

Si bien existe una generalidad de focos de atención durante esta etapa, lo cierto es que, dependiendo del tipo de contratación de la construcción, el contratista o el comitente deben orientar sus esfuerzos a cubrir sus responsabilidades contractuales.

La ingeniería de detalle es determinante para la eficiencia de costos de la construcción. Para poder trabajar revisando la eficiencia de la ingeniería de detalle es fundamental, desde el punto de vista de quien se haga cargo de los costos de las cantidades en la ejecución, poder contar con las memorias de cálculo de los desarrollos.

Los principales problemas en cuanto a la relación entre la ingeniería y la estrategia de ejecución de un proyecto son:

o Vínculo con la ingeniería de *vendors* (ingeniería de fabricantes de equipamiento)

La ingeniería de detalle está condicionada por —e íntimamente relacionada con— la ingeniería de los equipos. Por lo tanto, al momento de planificar su desarrollo resulta necesario contar con el plan de compras y el desarrollo de ingeniería de *vendors*.

Para asegurar el avance de la ingeniería de detalle se sugiere colocar en cada orden de compra de equipos que desarrollen ingeniería un detalle de los paquetes de documentos que el *vendor* debe elaborar y sus correspondientes fechas comprometidas de entrega, y realizar un seguimiento del avance de dicha ingeniería.

o Constructibilidad y volumen de obra

El distintivo de una ingeniería de detalle de calidad está en cómo resuelve la construcción con técnicas que requieran menor cantidad de horas hombre y menor volumen de unidades físicas a ejecutar.

La experiencia en la supervisión de construcción en los equipos de diseño es fundamental y debería ser tomada en cuenta en todo plan de formación de profesionales de ingeniería.

Para asegurar el plazo de ejecución del proyecto se debe monitorear los volúmenes de obra que surgen de la ingeniería periódicamente en función del avance de ingeniería de detalle y de las características del proyecto, brindando información actualizada a los procesos de planificación.

Cuando la estrategia de ejecución implica un contrato de construcción cuyos precios se reconocen por cantidades ejecutadas, se recomienda tomar como base para la medición y abono cantidades que surjan de la ingeniería de detalle. Por lo tanto, debe cuidarse que en el desarrollo se tenga en cuenta la estandarización de cómputo.

o Estandarización y uso del mercado local

Al igual que en la etapa de ingeniería básica extendida, es necesario analizar la tensión que existe entre las premisas de la ingeniería básica realizada por el tecnólogo de la unidad, la especificaciones de diseño estándar del comitente y las normas internacionales o usos y costumbres de los fabricantes.

En general, el criterio que se suele utilizar es: primero, respetar la consigna del tecnólogo mencionada en la ingeniería básica debido a la incidencia en términos de garantía y procesos utilizando su experiencia; luego, dependiendo del grado de integración con otras instalaciones, privilegiar el uso de estándares del comitente o las normas internacionales.

Durante del desarrollo de la ingeniería de detalle se debe tener presente la disponibilidad local de suministros, sobre todo si hay participación en el proceso de diseño de profesionales que no son locales. Esta problemática, aumentada con el mundo globalizado, es un riesgo que debe monitorearse cada vez más.

La normalización y especificación de suministros locales evita el recálculo y el ajuste que, con ingenierías complejas, pueden tener impacto sobre gran cantidad de documentos de ingeniería.

O Relación de la ingeniería con los suministros de materiales

La ingeniería de detalle es la que brinda la información para ejecutar los procesos de compras de suministros de materiales.

Al momento del cierre de la ingeniería y particularmente cuando existan desvíos post-desarrollo durante la obra, se debe monitorear que se cuentan con los materiales que surgen de la ingeniería.

O Herramientas informáticas

En la actualidad se cuenta con diversas herramientas informáticas para el desarrollo de la ingeniería. El problema fundamental es la parametrización de dichas herramientas para ser utilizadas en el proyecto y cómo no perder el *know how* de nuestros ingenieros de manera que errores que los sistemas no detectan sean percibidos y que salidas de sistemas sean correctamente interpretados.

Las herramientas de diseño en maquetas 3D han revolucionado la forma de realizar ingeniería, pero aún no se termina de aprovechar del todo su potencial. Por ejemplo, (i) no se han aplicado nuevas herramientas para el control de avance de obra masivamente o de manera integrada en diversas especialidades, (ii) la integración con los sistemas de gestión que usan los comitentes se podrían integrar con las herramientas de diseño y (iii) muy pocas empresas hasta el momento en la Argentina tienen relacionados los sistemas de compra y disponibilidad de materiales con las herramientas de diseño.

En el caso de los proyectos de refino, para los ISBL, en donde los sistemas de cañería son complejos, la utilización de sistemas de diseño en 3D implica una mayor inversión en horas de ingeniería. Sin embargo, estos mayores costos resultan insignificantes en comparación con el ahorro en campo que la implementación de esta práctica reporta.

F. Ingeniería Conforme a obra

La ingeniería conforme a obra tiene como finalidad brindar al comitente toda la información del proyecto para permitirle operar, mantener y finalmente dismantelar el proyecto. Por lo tanto, la semejanza de la obra construida con los documentos conforme a obra resulta crítica y fundamental.

Es responsabilidad de los equipos de ingeniería y mantenimiento de cada instalación mantener adecuadamente actualizados los conforme a obra, incluyendo si fue utilizado los modelos 3D.

Conclusiones

La estrategia de ejecución de un proyecto está íntimamente relacionada con la ingeniería y su grado de madurez. Si bien existen cuestiones estratégicas comunes o generales, el verdadero valor agregado de una estrategia se aprecia en su aplicación a las particularidades de cada proyecto, sus drivers, el nivel de *expertise* de los profesionales involucrados y, de esta manera, poder gestionar adecuadamente sus riesgos propios. En este sentido, lo que se propone es abandonar la concepción de la ingeniería como un “enlatado” para concebirla como un producto creado teniendo en cuenta la diversidad que presenta cada proyecto en particular.

Dada la enorme importancia que la estrategia tiene en la actividad profesional, sería también conveniente que los estudiantes de ingeniería en su conjunto contaran con planes de estudio que contemplaran estos aspectos e interrelacionaran las diversas ramas de estudio con una visión estratégica.

Bibliografía

- IFP Training Course, Project Management, Prof. Guy Ladegaillerie, año 2014
- AACE International Recommended Practice No. 18R-97 COST ESTIMATE CLASSIFICATION SYSTEM – AS APPLIED IN ENGINEERING, PROCUREMENT, AND CONSTRUCTION FOR THE PROCESS INDUSTRIES
- AACE International Recommended Practice No. 11R-88 REQUIRED SKILLS AND KNOWLEDGE OF COST ENGINEERING
- IPA Training Course “Best Practices en la Gestión de Proyectos”
- Albert Lester, Project Management, Planning and Control, 5th edition, Elsevier Science & Technology Books, 2006
- Marc Ducros & Gabriel Fernet, PROJECT MANAGEMENT GUIDE, Editions TECHNIP, 2010
- Dale F. Cooper, Stephen Grey, Geoffrey Raymond and Phil Walker, Project Risk Management Guidelines Managing Risk in Large Projects and Complex Procurements, John Wiley & Sons Ltd, 2005
- Richard Devon & Kathryn Jablonsky, Teaching Front End Engineering Design (FEED), Penn State University, 2010
- Procedimientos del Departamento de Ingeniería YPF, IGAR10.10 al 50, 2015

Breve CV

Ignacio L. Pelizzari

Ingeniero Electricista – Universidad Tecnológica Nacional, FRBA

Master en Dirección de Empresas – Universidades DEUSTO / USAL

Empresa: YPF S.A.

Cargo actual: Gerente de Proyectos Refino