



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**TESINA: EL PROCESO DE PROCURA PARA LA ADQUISICIÓN DE CONTENEDORES
INDUSTRIALES**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

CARLOS FLORES MUÑOZ



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesora: Graciela Guadalupe del Carmen Díaz Argomedo

VOCAL: Profesor: Héctor Israel Basave Rivera

SECRETARIO: Profesor: Oscar De Anda Aguilar

1er. SUPLENTE: Profesor: Daniel Bobadilla Ocampo

2° SUPLENTE: Profesora: Elisa Elvira Guinea Corres

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Domicilio del sustentante

ASESOR DEL TEMA:

Héctor Israel Basave Rivera

SUSTENTANTE:

Carlos Flores Muñoz

CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN 6
- 2. PROBLEMA 7
 - 2.1 Descripción del panorama 7
 - 2.2 Problemas particulares 7
- 3. OBJETIVO 8
 - 3.1 Objetivo general:..... 8
 - 3.2 Objetivos particulares: 8
- 4. HIPÓTESIS 8
- 5. MARCO TEÓRICO..... 9
 - 5.1 Cadena de Valor 9
 - 5.2 Cadena de Suministro 10
 - 5.3 Proceso P2P (Purchase to Pay)..... 11
 - 5.3.1 Solicitud de Compras..... 12
 - 5.3.2 Validación de proveedor 12
 - 5.3.3 Compra 12
 - 5.3.4 Recepción del producto 13
 - 5.3.5 Facturación del producto 13
 - 5.3.6 Pago..... 13
 - 5.4 El proceso de procura..... 15
 - 5.4.1 El proceso de procura en la Ingeniería de Proyectos 15
 - 5.4.2 La aplicación del proceso de procura 16
 - 5.5 Planeación y Aspectos Legales en las Adquisiciones..... 19
 - 5.5.1 Orden de Compra 19
 - 5.5.2 Contrato 19
 - 5.5.3 Factura..... 21
 - 5.5.4 Patentes y regulaciones de comercio 23
 - 5.6 El comercio en México, Países Sancionados y el Proceso de Importación 24
 - 5.6.1 El comercio internacional en México 24
 - 5.6.2 Países Sancionados para Intercambios Comerciales..... 25
 - 5.6.3 El proceso de importación 25
 - 5.7 Responsabilidades en el transporte y cierre de las adquisiciones 27

5.7.1 Incoterms	27
5.7.2 Cierre de las adquisiciones	29
5.8 Herramientas de control y toma de decisiones	30
5.8.1 Control del proceso	30
5.8.2 Toma de decisiones	34
5.9 Contenedores en la Industria Química.....	43
5.9.1 Separadores.....	43
5.9.2 Contenedores sujetos a presión.....	44
5.9.3 Tanques de almacenamiento	44
5.9.4 Diseño de contenedores	45
5.9.5 Selección de contenedores	48
5.9.6 Normatividad aplicable para la aceptación de contenedores de productos químicos en México	49
6. METODOLOGÍA.....	51
6.1 Identificación del contenedor industrial que se quiere adquirir	51
6.2 Planificación del proceso de procura	53
6.3 Implementación del proceso P2P como proceso de Adquisición	55
6.4 Transporte y cierre	58
7. CONCLUSIONES	59
8. REFERENCIAS.....	63
9. ANEXOS	65
Anexo I. Terminología en inglés y glosario	65
Anexo II. Tabla de Incoterms.....	67
Anexo III. Proveedores de contenedores de acero inoxidable	68
Anexo IV. Requerimientos técnicos para contenedores.....	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Cadena de Valor	9
Figura 2. Proceso Procure to Pay (P2P)	11
Figura 3. Metodología de Cascada para el desarrollo de un proyecto	15
Figura 4. Integración del Proceso de Procura	16
Figura 5. Pilares fundamentales de la Calidad	18
Figura 6. Términos F.	28
Figura 7. Términos C.....	28
Figura 8. Términos D	29
Figura 9. Gráfico de Quemado para Presupuesto	31
Figura 10. Diagrama de Gantt	32
Figura 11. Gráfico de Quemado para Cronograma	33
Figura 12. Ejemplo de lista de verificación.....	36
Figura 13. Ejemplo de Árbol de Decisión	38
Figura 14. Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	39
Figura 15. Ejemplo de Diagrama de Ishikawa	40
Figura 16. Ejemplo de Análisis ¿Por qué?	41
Figura 17. Uso de los contenedores en la Industria Química.....	43
Figura 18. Desarrollo general de un proyecto.....	60
Figura 19. Resume del Proceso de Procura para la Adquisición de Contenedores Industriales.....	61
Figura 20. Diagrama de Cascada del Proceso de Procura para la Adquisición de Contenedores Industriales.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Documentos del proceso P2P.....	14
Tabla 2. Ejemplo de Carta de Gastos.....	31
Tabla 3. Ejemplo de Diagrama FODA tipo Matriz.....	35
Tabla 4. Ejemplo de Diagrama FODA tipo plano cartesiano	35
Tabla 5. Ejemplo de Matriz de Comparación	36
Tabla 6. Ejemplo de Evaluación de Prioridades	37
Tabla 7. Ejemplo de Evaluación Equitativa.....	37

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial actual de acelerado avance científico-tecnológico, libre mercado y economías globalizadas, los ingenieros químicos deben adoptar competencias y actitudes que les permitan ser profesionales capacitados y dispuestos a asumir diversas actividades interdisciplinarias, involucradas en la elaboración de bienes y servicios que faciliten la vida cotidiana. (Valiente, 2014)

La versatilidad de un ingeniero químico le permite desenvolverse en el desarrollo de proyectos; realizando cálculos y esquemas para aplicar un *know how* en ingeniería conceptual y de detalle. Sin embargo, estos mismos cálculos y conocimientos pueden aplicarse en otras áreas.

Dada su competencia técnica, los ingenieros químicos pueden involucrarse directamente con el proceso de procura, conocido normalmente como proceso de compras. Desarrollándose como líderes del proceso o como auxiliares de un profesionalista de adquisiciones.

Al ser una disciplina normalmente dirigida por otro tipo de profesionistas, en el proceso de procura, los ingenieros químicos deben familiarizarse con terminologías de abastecimiento, adquisiciones y toma de decisiones, para involucrarse y entenderse con profesionales del comercio.

Uno de los casos más comunes de asociación de un ingeniero químico con el proceso de procura, es cuando una de las etapas de un proyecto está relacionada con la adquisición de tanques y recipientes industriales, pues además de tomar decisiones sobre qué tanque elegir, el ingeniero químico puede elegir al proveedor y coordinarse con un transportista o con un profesionalista de comercio.

Durante su estancia educativa, es normal que el ingeniero químico vea procesos de procura, abastecimiento y toma de decisiones superficialmente, por lo que en el mundo laboral necesitará reforzar estos conocimientos para no gastar tiempo y dinero en el desarrollo de un proyecto. Debido a la gran cantidad de información para la adquisición de diferentes bienes; una referencia concisa y clara puede ser más oportuna para lograr este objetivo.

2. PROBLEMA

2.1 Descripción del panorama

Las áreas en las que se desarrolla profesionalmente un ingeniero químico le permiten involucrarse en actividades relacionadas a ingeniería de proyectos. En el caso del proceso de procura, el *know how* de un Ingeniero Químico es valorado al momento de seleccionar un material o equipo.

Al involucrarse con el proceso de procura, el ingeniero químico puede relacionarse directamente con profesionales de las ciencias sociales, especialmente con profesionistas de las adquisiciones y los negocios, por lo que es necesario que mantenga un adecuado flujo de comunicación.

En algunos casos, el Ingeniero químico no puede desenvolverse adecuadamente, pues necesita formación en terminologías y procesos de adquisiciones.

Desafortunadamente, el ingeniero químico puede encontrarse con el escenario de que no existe una metodología estándar de compras, en el proceso de procura los profesionales deben construir o identificar cadenas de suministro de los equipos o materiales que desean adquirir.

En el caso de la industria química y de procesos, el problema puede agravarse, pues en el caso de contenedores y recipientes a presión, se deben realizar adquisiciones en el extranjero, tomando consideraciones de patentes, normatividades y permisos de flujo de información entre países.

2.2 Problemas particulares

- Los ingenieros químicos no conocen los conceptos y metodologías con los que se deben comunicar con profesionales de las adquisiciones.
- No existen metodologías estándar de compras en el proceso de procura, se deben crear a partir de cadenas de suministro.
- La información para adquirir tecnología, especialmente de contenedores químicos, es nula.

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo general:

Creación de una guía práctica para realizar el proceso de procura de contenedores industriales.

3.2 Objetivos particulares:

- Identificar los conceptos básicos en el proceso de procura.
- Mejorar el proceso de comunicación entre los profesionistas de la ingeniería química y los profesionistas de las adquisiciones.
- Proponer el proceso P2P como una metodología de adquisiciones en el proceso de procura.
- Utilizar la metodología propuesta para la compra de contenedores para sustancias químicas.

4. HIPÓTESIS

El proceso P2P, que es una metodología de suministros desarrollada por la industria, puede utilizarse como proceso de adquisición en el proceso de Procura, dada su flexibilidad y estandarización. Una vez establecida la metodología, los profesionales de la ingeniería química serán capaces de comprender conceptos clave de adquisiciones y la aplicación de métodos de toma de decisiones.

El ingeniero químico tendrá una referencia para adquirir tecnología, especialmente contenedores industriales.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Cadena de Valor

De acuerdo con el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES, 2019), una cadena de valor es un concepto teórico que describe el desarrollo de las acciones y actividades de una empresa para dar valor a los productos que manufactura. De acuerdo con la definición de cadena, pueden diferenciarse 5 “eslabones” que intervienen en una empresa como procesos económicos que generan valor:



Figura 1. Cadena de Valor

Fuente: autoría propia con datos del INAES, 2019.

- logística interna: Comprende operaciones de recepción, almacenamiento y distribución de materias primas.
- Área de operaciones: Comprende operaciones de producción y procesamiento de materias primas para transformarlas en producto final.
- Logística Externa: Se enfoca en el almacenamiento de productos terminados y distribución del producto al consumidor.
- Marketing y Ventas: Actividades con las que se publicita el producto para darlo a conocer.
- Servicio post venta: Actividades destinadas a mantener, realzar el valor del producto y mantener garantías.

La cadena de valor se encuentra soportada de actividades de apoyo que garanticen el flujo de los productos, entre estas actividades, pueden incluirse la participación de recursos humanos, planificación, contabilidad y finanzas.

5.2 Cadena de Suministro

El Banco Interamericano de Desarrollo (Katayud, Kats, 2019), describe una cadena de suministro como el conjunto de actividades que abarcan desde el diseño de un producto o servicio, hasta su entrega o prestación a los consumidores finales.

A diferencia de la cadena de valor, que describe el proceso para agregar utilidad a un producto, la cadena de suministro busca describir el proceso logístico para que un producto llegue a su consumidor.

Sea, por ejemplo, la elaboración de un alimento: la cadena de suministro puede comenzar con el cultivo de diversos vegetales, la crianza de animales y la obtención de especias necesarias para su elaboración, seguido del empaque de los ingredientes, su transporte, recepción, almacenaje, procesamiento del alimento, embalaje final, transporte a distribuidor, venta y llegada a consumidor final.

Las cadenas de suministro pueden depender de una industria a otra y describirse a diferentes niveles de detalle, dependiendo de las necesidades de quien las administra.

5.3 Proceso P2P (Purchase to Pay)

La globalización industrial ha requerido la creación de sistemas de planeación de recursos o *Enterprise Resource Planning ERP*, que puedan auxiliar en la administración de recursos en empresas localizadas en diferentes ciudades y países, manteniendo una comunicación en tiempo real entre sí.

Empresas como Oracle y SAP han creado softwares de ERP que permiten acceder a usuarios específicos y proveedores a las cadenas de suministro de macroempresas como Bimbo, Coca-Cola o Walmart, de tal forma que se garantice que los materiales y recursos siempre se mantengan cubiertos en todas las etapas de producción.

Debido a la gran demanda que han tenido los softwares ERP de SAP, la empresa ha creado una metodología que estandariza las cadenas de suministro en una cadena de 6 “eslabones” en los que cada uno representa un proceso. Esta metodología es conocida como Proceso P2P.

El proceso P2P (Procure to Pay), es el proceso cotidiano de compras y adquisiciones de una empresa, que comienza con la necesidad de un artículo en un almacén y termina con el pago por la adquisición del artículo. (SAP, 2021)

Para efectuar el proceso P2P es necesario conocer la cadena de suministro y aprovisionamiento de materiales, materias primas y servicios de la empresa o de un grupo de empresas. El proceso P2P consta de 6 etapas principales que se siguen secuencialmente una tras otra:



Figura 2. Proceso Procure to Pay (P2P)
Fuente: Autoría propia con datos de SAP, 2021.

Cada una de las etapas, tiene al menos un documento asociado y puede continuar únicamente, cuando la etapa anterior ha concluido:

5.3.1 Solicitud de Compras

Se realiza una solicitud de compras cuando el almacén de una determinada industria tiene cantidades de un artículo por debajo de su punto de reorden. Cuando se hace la solicitud, se dice que se hace un requerimiento y es necesario generar un documento conocido como **Requisición de Compra**. Cuando la requisición de compra es aprobada por los responsables de suministros, se puede pasar a la siguiente etapa.

5.3.2 Validación de proveedor

Es común que durante el proceso de compras se encuentren varios proveedores ofreciendo materiales y servicios con diferentes precios y calidades. Para seleccionar un proveedor, una de las mejores metodologías, es solicitar a cada vendedor un documento de “**Cotización**” y compararlos a todos entre sí. Pues un documento de cotización no tendrá impacto legal en una relación de compraventa, deberá marcar precios y mostrará especificaciones de calidad, para que el comprador pueda elegir de acuerdo con sus necesidades y criterios.

En esta etapa, es importante valorar la reputación del proveedor, pues con esto, el comprador puede ahorrarse enfrentamientos, riesgos, penalizaciones y pérdidas.

5.3.3 Compra

Una vez que se ha elegido proveedor y material (O servicio) a adquirir, es necesario crear una relación legal de compraventa, por lo que es necesario formalizar un documento de “**Contrato**” entre proveedor y comprador, además de generar un documento de “**Orden de Compra**”. La orden de compra tendrá impacto legal para ambas partes, aun cuando no exista un contrato formal o cuando exista un contrato en proceso de creación, pero la orden ya exista.

5.3.4 Recepción del producto

Cuando ha sido arreglada la relación de compraventa, los productos pasaran por un ciclo de transferencia que consta de embarque, transporte y llegada a diferentes destinos, a lo largo de esta etapa deben existir diversas “**Ordenes de Transporte**” (O cartas porte). Cuando los productos llegan a su destino en las diferentes etapas, la cantidad y calidad de producto se cotejan con un documento conocido como “**Recibo de Materiales**”.

Dependiendo de la naturaleza del producto y de la logística de proveedores y transportistas, se pueden crear recibos adicionales que garanticen la cantidad y calidad del producto, desde su embarque hasta su entrega.

5.3.5 Facturación del producto

Al haber concluido el proceso de recepción, cuando se ha cotejado que el producto es el adecuado en calidad y cantidad, es necesario solicitarle al proveedor un documento de “**Factura**” para poder cumplir con obligaciones fiscales. La estructura de la factura, así como los montos de impuestos y retenciones, dependen de la normatividad fiscal de cada país.

5.3.6 Pago

Cuando la factura ha sido aprobada y aclarada por el vendedor y el comprador, se procede al proceso de pago, en esta etapa será necesaria la creación de un documento de “**Orden de pago**” por parte del comprador. La orden de pago especifica los periodos y montos de efectivo que se establecieron en el contrato y la factura. Una vez revisada y aceptada la orden de pago, se procederá a la transferencia de efectivo.

Los montos de efectivo establecidos en contrato, orden de compra, factura y orden de pago, deben coincidir y ser registrados en un documento conocido como “**Conciliación Contable**”. Este documento será uno de los principales que se utilicen para fines financieros y de contabilidad.

Tabla 1. Documentos del proceso P2P

Fuente: Autoría propia con datos de SAP, 2021.

Etapas	Documentos
Solicitud de Compra	Requisición de compra
Validación del proveedor	Cotización
Compra	Contrato y Orden de Compra
Recepción del producto	Orden de Transporte, Recibo de Materiales
Facturación del producto	Factura
Pago	Orden de Pago, Conciliación Contable

Es común que al concluir el proceso P2P con un proveedor, se creen registros de la relación que se creó al concluir la relación de compraventa, esta clase de registros serán de utilidad en el futuro para la etapa de validación del proveedor.

5.4 El proceso de procura

5.4.1 El proceso de procura en la Ingeniería de Proyectos

En la ingeniería química; los profesionales se enfrentan a diversos retos en el diseño, construcción, monitoreo u optimización de plantas de proceso. Pues aún con el cambio más simple, deben seguirse protocolos que garanticen seguridad y orden de personas y recursos.

Para una mejor ejecución de actividades, profesionalmente se recurre a la elaboración de proyectos, es decir, “secuencias de actividades interrelacionadas para lograr un objetivo” (PMI, 2017).

Al ser secuencias de pasos, los proyectos se relacionan directamente con metodologías, que son procesos estandarizados para llevar a cabo el flujo ordenado de un proceso. En la metodología clásica de cascada, el proyecto se divide en etapas que no pueden comenzar hasta que la anterior termina.



Figura 3. Metodología de Cascada para el desarrollo de un proyecto

Fuente: Autoría propia con datos de PMBOK PMI, 2017.

Dada la formación de los Ingenieros químicos y de procesos, es común que se encuentren más inmersos en las etapas de Ingeniería y Construcción. Pues haciendo un análisis desde los extremos y hacia el centro, se encuentran las siguientes situaciones:

- Consolidación y Liberación: En estas etapas, los profesionales de la industria química y de procesos se reúnen con clientes e interesados para la visualización, inicio (Consolidación) y cierre (Liberación) del proyecto. Su trabajo se centra principalmente en entender los requerimientos y necesidades del cliente. Dada la carga de responsabilidades legales y

documentación, los principales protagonistas, son los profesionales de derecho y fisco.

- **Construcción e Ingeniería:** Los principales protagonistas son los profesionales de la ingeniería y diseño, en la etapa de Ingeniería se realizan cálculos y diseños en subetapas de ingeniería conceptual, ingeniería básica y de detalle. En la etapa de construcción, los profesionales de la ingeniería se encargan de distribuir espacios y garantizar que las necesidades del cliente se cumplen.
- **Procura:** Es la etapa central entre las etapas de Ingeniería y Construcción. Profesionales de ingeniería eligen los activos que mejor cubran las necesidades del cliente y profesionales de adquisiciones hace lo posible por conseguirlos a las mejores condiciones. Dada la relación entre ambos y su trabajo conjunto, es necesario que exista un flujo de comunicación efectiva, para que ambos profesionales lleven a cabo sus actividades exitosamente.

Al ser la etapa intermedia entre los procesos donde más intervienen profesionales de ingeniería, y uno de los procesos donde los ingenieros tienen mayor responsabilidad de decisión, es necesario que se comprenda el proceso de procura para que el flujo de comunicación sea efectivo.

5.4.2 La aplicación del proceso de procura

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2017), el proceso de procura es la etapa de un proyecto en la que se realizan las adquisiciones de productos y servicios. A diferencia de las cadenas de suministro, en el proceso de procura se adquieren activos que son comprados una sola vez o para ser usados por mucho tiempo. Sin embargo, se sigue un proceso similar de compra.

El proceso de procura puede visualizarse como la planeación, control y cierre, de un proceso de Adquisición:

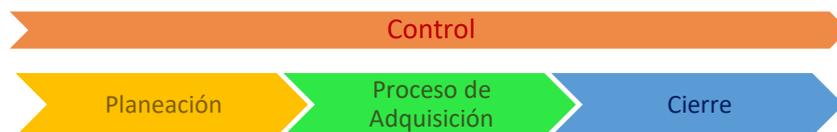


Figura 4. Integración del Proceso de Procura

Fuente: autoría propia con interpretación de datos de PMBOK PMI, 2017.

Puede visualizarse como los mismos pasos integrados a un proyecto:

5.4.2.1 Planeación

Al ser parte de un proyecto, el proceso de procura debe apoyarse de herramientas que le permitan desarrollarse bajo presupuestos y cronogramas, para evitar el desperdicio de recursos. Durante esta etapa, es necesario considerar metodologías y herramientas de toma de decisiones para identificar qué se requiere, en que momento, en qué lugar y a qué costo.

5.4.2.2 El proceso de Adquisición

Es la etapa clave del proceso de procura, en esta parte del proceso deben considerarse todos los aspectos de compra, considerando detalladamente transporte, tiempos y responsabilidades de las partes compradora y la parte vendedora.

De acuerdo con el *Project Management Institute* (PMI, 2017), no pueden definirse metodologías estándar de adquisiciones, pues “las adquisiciones dependerán de la naturaleza del proyecto... algunas adquisiciones podrán realizarse en establecimientos locales y otras en el extranjero... un buen administrador de proyectos debe tener diligencia para crear o identificar una buena cadena de suministros” (p. 464).

De igual forma, autores como Moran-Martínez, Romero y Odrizola (2014) señalan que hay una ausencia especialmente significativa de metodologías y estrategias de compra, especialmente para tecnología. Por lo que, en esta etapa, es necesario realizar un análisis de cadenas de suministro y establecer una metodología.

Durante la creación de metodologías y estrategias de compra, las industrias y líderes de proyecto pueden enfrentarse a conflictos de selección al momento de crear o identificar una cadena de suministro, por lo que pueden apoyarse y certificarse en metodologías de ahorro de recursos, como es el caso de Metodologías Lean, ISO 9000:2015 y UNE15896:2015.

Una vez creada la metodología de compra, podrá ejecutarse y comenzar el proceso de cierre.

5.4.2.3 Cierre

El proceso de procura termina con la presentación de los activos al cliente o líder de proyecto, se hacen los ajustes necesarios, se valida la calidad del producto y se procede a la instalación o rechazo de los bienes.

En el caso del rechazo, podrán ejecutarse penalizaciones establecidas en contratos.

5.4.2.4 Control

En un proyecto, deben considerarse tres aspectos fundamentales para mantener estándares de calidad: Costo, Tiempo y Alcance.



Figura 5. Pilares fundamentales de la Calidad

Fuente: autoría propia con interpretación de datos de PMBOK PMI, 2017.

Para mantener un estándar de calidad, es necesario utilizar herramientas que monitoreen, evalúen y controlen el flujo del proyecto en los tres aspectos. Una buena práctica, es utilizar herramientas de toma de decisiones a lo largo de la adquisición.

5.5 Planeación y Aspectos Legales en las Adquisiciones

De acuerdo con el Project Management Institute (PMI, 2017), a lo largo de un proyecto, pueden presentarse personas interesadas en el desarrollo de las diferentes etapas, estas personas son conocidas como “Interesados” o “Stakeholders”. Que son clasificados como interesados internos o externos, dependiendo del papel que jueguen dentro del proyecto.

Los interesados internos son aquellos cuyo capital, inversiones o ganancias dependen del proyecto, entre estos se encuentran los inversionistas, los líderes y los trabajadores. Por otro lado, los externos son personas que pueden ser afectadas por decisiones del proyecto, por ejemplo; habitantes de la comunidad donde se desarrolla el proyecto, gobernadores y proveedores.

Debido a la diversidad de interesados, es necesaria la planeación de la ejecución del proyecto y la creación de documentos a partir de herramientas como actas y contratos, para que cada uno tenga lo que le corresponde cuando le corresponde. En el desarrollo de la etapa de procura, los proveedores están interesados en vender sus productos bajo un esquema justo, por lo que es necesario que establezcan garantías, responsabilidades y derechos, con el comprador.

5.5.1 Orden de Compra

La orden de compra es el primer documento del proceso de procura que es considerado como un documento legal. En el proceso de procura, vendedor y comprador establecen responsabilidades básicas de un proceso de compra.

En este documento, se establecen cantidades, calidades, características, precios, ofertas, métodos y plazos de pago. (SAP, 2021)

5.5.2 Contrato

Después de la orden de compra, debe establecerse un acuerdo que proteja los intereses de todas las partes que intervengan en el proceso de procura, de una manera más formal y apegada a la ley. Buscando cubrir la mayoría de los aspectos posibles de un proceso de transacción.

Autores como Aguilar Molina (2009) señalan que un contrato debe tomar como referencia el derecho mexicano a partir de conceptos de compraventa del Código Civil Federal *“Habrá compra-venta cuando uno de los contratantes se obliga a transferir la propiedad de una cosa o de un derecho, y el otro a su vez se obliga a pagar por ellos un precio cierto y en dinero”* Artículo 2248 (2021) y *“Por regla general, la venta es perfecta y obligatoria para las partes cuando se han convenido sobre la cosa y su precio, aunque la primera no haya sido entregada ni el segundo satisfecho”* Artículo 2249 (2021).

De tal forma que un contrato de compraventa se establece cuando un contratante es obligado a transferir la propiedad de un bien o servicio a otro contratante, a cambio de un pago de dinero que puede realizarse antes o después de recibir el artículo, buscando evitar un conflicto. En la elaboración del contrato deben considerarse diferentes aspectos:

- Artículo: Debe definirse qué cosa o derecho se está transfiriendo de un contratante a otro.
- Partes: En el contrato debe establecerse la identidad de todos los contratantes para definir las obligaciones y derechos de cada parte.
- Clasificación de la compraventa: Se define de acuerdo con la naturaleza de los contratantes, dependiendo de si son parte o no de un gobierno o asociación.
- Precio: Se define como una expresión matemática de acuerdo con lo que se determine en el contrato en cuanto a artículo periodo de transmisión y facilidades de pago.
- Periodo de transmisión: Debe definirse quién es el dueño del artículo en determinado espacio y tiempo.
- Obligaciones de las partes: En el contrato debe establecerse obligaciones de vendedor y comprador de tal manera que beneficie a ambas partes equitativamente.
- Forma: En un contrato debe establecerse dependiendo del valor y el artículo, el grado de formalidad ante un gobierno e instituciones civiles.

- Sanciones y Juicios: En el contrato deben establecerse consecuencias de incumplimiento y características del artículo para poder reclamarse.
- Consentimiento: Los contratantes deben establecer su identidad y acuerdo voluntario para que lo descrito en el contrato tenga efecto.

Los aspectos de un contrato se han presentado como generalidades, por lo que es necesario desarrollar a detalle más características en desgloses y cláusulas, utilizando contratos desarrollados por profesionales del derecho. Pues los contratos dependen de la naturaleza de la compra y no deben elaborarse bajo metodologías estándar.

5.5.3 Factura

Una factura es un documento que avala como propietario al comprador de un bien, es otorgado por el vendedor al comprador y sirve como un comprobante de inversiones e impuestos ante un gobierno.

Cuando los compradores presentan las facturas de un vendedor al gobierno, en el caso de México al Servicio de Administración Tributaria (SAT), le dan al gobierno una idea de las cantidades de producción de bienes del vendedor. Al conocer el gobierno las cantidades de producción de bienes del vendedor, puede hacerle una retención de impuestos más exacta, por lo que “premia” al comprador con una deducción de impuestos, de acuerdo con lo presentado en la factura.

Desde el 2014 el Servicio de Administración Tributaria utiliza un sistema de facturación electrónico que le permite a los usuarios crear facturas con sellos digitales.

De acuerdo con el SAT (2021) las facturas que se reciben deben de tener las siguientes características:

- Clave del Registro Federal de Contribuyentes de quien los expida.
- Régimen Fiscal en que tributen conforme a la Ley del ISR.
- Sí se tiene más de un local o establecimiento, se deberá señalar el domicilio del local o establecimiento en el que se expidan las Facturas.

- Contener el número de folio asignado por el SAT y el sello digital del SAT.
- Sello digital del contribuyente que lo expide.
- Lugar y fecha de expedición.
- Clave del Registro Federal de Contribuyentes de la persona a favor de quien se expida.
- Cantidad, unidad de medida y clase de los bienes, mercancías o descripción del servicio o del uso o goce que amparen.
- Valor unitario consignado en número.
- Importe total señalado en número o en letra.
- Señalamiento expreso cuando la prestación se pague en una sola exhibición o en parcialidades.
- Cuando proceda, se indicará el monto de los impuestos trasladados, desglosados por tasa de impuesto y, en su caso, el monto de los impuestos retenidos.
- Forma en que se realizó el pago (efectivo, transferencia electrónica de fondos, cheque nominativos o tarjeta de débito, de crédito, de servicio o la denominada monedero electrónico que autorice el Servicio de Administración Tributaria).
- Número y fecha del documento aduanero, tratándose de ventas de primera mano de mercancías de importación.

Además de:

- a) Fecha y hora de certificación.
- b) Número de serie del certificado digital del SAT con el que se realizó el sellado.

Las representaciones impresas deben de tener los siguientes datos:

- a) Código de barras
- b) Número de serie del CSD del emisor y del SAT.
- c) La leyenda "Este documento es una representación impresa de un CFDI".
- d) Fecha y hora de emisión y de certificación.
- e) Cadena original del complemento de certificación digital del SAT.

Sea CSD Certificado de Sello digital.

5.5.4 Patentes y regulaciones de comercio

5.5.4.1 Patente

De acuerdo con el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI, 2021), una patente es un derecho exclusivo que concede el estado para la protección de una invención, lo que proporciona derechos exclusivos que permitan utilizar y explotar su invención e impedir que terceros la utilicen sin consentimiento.

La patente puede utilizarse para proteger cualquier tipo de tecnología innovadora por un periodo de 20 años, antes de ser compartida con otros productores.

De acuerdo con autores como Morán-Martínez, Romero y Odriozola (2014) es importante considerar si una tecnología es patentada o protegida por propiedad industrial, pues varios países tienen restringida la salida de conocimientos y secretos de su territorio.

5.5.4.2 Regulaciones de Comercio

En México el comercio es regulado principalmente por el Código de Comercio (2020) y la Ley de Comercio Exterior (2006) para entidades privadas, y por la Ley Federal de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público (2021) para servidores públicos. En estas regulaciones se definen los términos que identifican a una persona o asociación como comerciante, los términos de su situación fiscal, términos de registro público, validez de contratos, derechos y obligaciones de comercio físico y digital.

La tecnología y productos de manejo especial deben además someterse a la regulación mexicana que se establezca en sus respectivas NOM. Algunas NOM no técnicas pueden regular asuntos de salubridad y manejo de plagas.

Debido a que el comercio y las relaciones comerciales están en constante crecimiento, cualquier cosa que no se comprenda en la ley mexicana podrá revisarse conforme lo establezca la cámara internacional de comercio, pues la ICC es utilizada como referencia para la legislación nacional (ICC, 2021).

5.6 El comercio en México, Países Sancionados y el Proceso de Importación

5.6.1 El comercio internacional en México

En el año 2005; Thomas Friedman, tres veces ganador del Premio Pulitzer de periodismo, afirmó que el mundo es cada día más plano. No en un sentido literal, si no cultural, tecnológico y de oportunidades.

El desarrollo de nuevas tecnologías, comunicaciones, y relaciones internacionales, ocasionan que los seres humanos estén más conectados entre sí. Generando oportunidades laborales, alimenticias y de desarrollo, más equitativas a individuos situados a miles de kilómetros de distancia entre sí.

Para poder observar lo que afirma Friedman, basta con analizar los alimentos que nos rodean en el supermercado, nuestra ropa, nuestro calzado o nuestros electrodomésticos y aparatos electrónicos. Todo adquirido gracias a diversos tratados internacionales.

De acuerdo con la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE, 2021), en México se han firmado y renovado 13 tratados comerciales con el extranjero:

- Acuerdo para el fortalecimiento de la Asociación Económica entre los Estados Unidos Mexicanos y Japón.
- Tratado de libre comercio entre la República de Chile y los Estados Unidos Mexicanos.
- Tratado de libre comercio entre los Estados Unidos Mexicanos y el gobierno de la República de Nicaragua.
- Tratado de libre comercio entre los Estados Unidos Mexicanos y la República de Bolivia.
- Tratado de libre comercio entre los Estados Unidos Mexicanos y la República de Costa Rica.
- Tratado de libre comercio entre los Estados Unidos Mexicanos y la República Oriental del Uruguay.
- Tratado de libre comercio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados de la Asociación Europea de Libre Comercio

- Tratado de libre comercio entre México e Israel.
- Tratado de libre comercio entre México y la Unión Europea.
- Tratado de libre comercio entre México y el Triángulo del Norte.
- Tratado de libre comercio México-Colombia.
- Tratado de libre comercio México-Estados Unidos-Canadá.
- Tratado de libre comercio México-Panamá.

Además de los tratados, México participa en foros como la Organización Mundial de Comercio, el Foro de la Cooperación Económica Asia-Pacífico y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Las relaciones internacionales de México permiten adquirir con diferentes países, productos de difícil manufactura en nuestro territorio.

5.6.2 Países Sancionados para Intercambios Comerciales

Por cuestiones de seguridad internacional, organizaciones como la Organización de las Naciones Unidas ONU, la Unión Europea UE y la Oficina de Control de Activos Extranjeros OFAC (Estados Unidos), han creado listas de países sancionados para realizar intercambios comerciales:

Burundi, Corea del Norte, Republica Centro Africana, Cuba, Crimea, Irán, Irak, Líbano, Libia, Somalia Sudán, Siria, Venezuela y Yemen son los principales países de las listas.

Es importante verificar disponibilidad de negociación de estos países con México, pues los acuerdos internacionales podrían generar retenciones de bienes en aduanas o problemas con otros países.

5.6.3 El proceso de importación

Cuando se quiere adquirir un producto de otro país, es común contratar una empresa dedicada al comercio internacional o contar con un equipo en el proyecto que pueda ejecutar el proceso de adquisición, pues el proceso de adquisición puede involucrarse en regulaciones y condiciones especiales de suministro.

El equipo encargado de las compras debe formular un plan de importación, que es un instrumento logístico que se utiliza para saber si una importación es viable o no en términos de legalidad y rentabilidad para el cliente o importador (Interesado en la adquisición).

Debido a que el proceso de compra es único para cada artículo, es necesario tomar diferentes consideraciones al momento de elegir o formular un plan de importación. En este plan, se evaluarán e identificarán las diferentes etapas de una cadena de suministro.

Desde la perspectiva de importador, el Servicio de Administración Tributaria indica que se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Inscripción del importador en el Registro Federal de Contribuyentes.
- Estar al corriente de su situación fiscal.
- Contar con una firma electrónica avanzada.
- Contratar los Servicios de un Agente o Apoderado Aduanal.
- Inscribirse en el padrón de importadores.
- Realizar el encargo al agente aduanal de acuerdo con lo establecido en la regla 1.2.4 de las Reglas Generales de Comercio Exterior.
- Cumplir con el pago de contribuciones, aranceles y aprovechamientos aplicables, así como los gastos de almacenaje, carga, descarga y transporte de mercancía.
- Cumplir con las regulaciones y restricciones no arancelarias a las que esté sujeta la mercancía (Avisos, Normas Oficiales Mexicanas, Permisos, etc.).

En el plan de importación deben tomarse seriamente en cuenta los pagos de aranceles y contribuciones, que pueden variar de acuerdo con las relaciones internacionales y acuerdos de México con otros países, además de las responsabilidades durante el transporte y entrega de mercancías.

5.7 Responsabilidades en el transporte y cierre de las adquisiciones

Cuando se ha realizado un plan de importación y se procede a ejecutarlo, es necesario considerar el transporte y las responsabilidades de compradores y vendedores en el camino. Pues el proceso de adquisición puede concluir en diferentes tiempos y locaciones, impactando en diferentes gastos, contribuciones y riesgos.

Para definir alcance de responsabilidades de seguridad de la mercancía y pagos a diferentes gobiernos y entidades durante la adquisición, es recomendable que compradores y vendedores hagan uso de incoterms.

5.7.1 Incoterms

De acuerdo con Transeop (2021), una de las empresas de comercio más grandes de España, el termino Incoterm proviene de la unión de las palabras “International Commercial Terms”, dada su utilidad en el comercio internacional. Para hacer los acuerdos de transporte y entrega, más eficientes y estandarizados, los incoterms son acordados en contratos y órdenes de compra para establecer el grado de responsabilidad que recae sobre compradores y vendedores en la adquisición de un producto.

En la tarea de identificar los diferentes tipos de incoterm, la Cámara de Comercio Internacional (ICC por sus siglas en inglés) provee códigos de tres letras que abrevian una terminología de compraventa. Estos códigos son actualizados aproximadamente cada 10 años, para mantenerse al día con nuevos conceptos.

Desde el 1 de enero de 2020, los incoterms se nombran y clasifican en 4 grandes grupos, dependiendo del tipo de acuerdo:

5.7.1.1 Grupo E Entrega a la Salida:

El proveedor entrega el producto al comprador en sus instalaciones (Las instalaciones del vendedor). El proveedor únicamente empaca y embala las mercancías, los gastos y el transporte corren por cuenta del comprador.

Términos: EXW (Ex Works / En fabrica)

5.7.1.2 Grupo F - Entrega Directa:

El vendedor pone las mercancías a disposición de un transportista (tercera entidad) elegido y pagado por el comprador. Por tanto, el vendedor no se hace cargo del transporte principal.



Figura 6. Términos F.

Términos: FCA (Free Carrier / Libre transportista), FAS (Free Alongside Ship / Libre al costado del buque), FOB (Free On Board / Libre a bordo).

Fuete: Transeop (2021)

5.7.1.3 Grupo C – Entrega Indirecta:

El vendedor es el encargado de elegir y pagar un transportista (Tercera entidad). En caso de daños e inconvenientes, las responsabilidades recaen en un tercero, es decir, un transportista o una aseguradora.



Figura 7. Términos C

Términos: CFR (Cost and Freight / Coste y Flete), CIF (Cost, Insurance and Freight / Costo, Seguro y Flete), CPT (Carriage Paid To... / Transporte pagados hasta...), CIP (Carriage and Insurance Paid to .../ Transporte y Seguro pagados hasta...).

5.7.1.4 Grupo D – Entrega Directa:

En este grupo, el vendedor es el encargado de costes y riesgos en el transporte de mercancía. En el momento que llega a una locación acordada en el contrato, las responsabilidades son del comprador.



Figura 8. Términos D

Términos: DPU (Delivered at Place Unloaded / Entrega en lugar de descarga), DAP (Delivered at Place / Entrega en un punto), DDP (Delivered Duty Paid / Entregado con derechos pagados).

Fuente: Transeop (2021)

Para utilizar los incoterms de forma adecuada, es necesario acordar el término específico, asegurarse que el término es el adecuado para el medio de transporte y locaciones, asegurarse que ambas partes entienden lo que significan las responsabilidades del incoterm y comprobar periódicamente derechos y obligaciones.

5.7.2 Cierre de las adquisiciones

Una vez entregada la mercancía al cliente, de acuerdo con lo establecido en contratos, actas, órdenes de compra, cotejos de transporte e incoterms, se realizan verificaciones de calidad y funcionamiento de los bienes adquiridos.

Con contrato y listas de verificación, se califica si la mercancía cumple con todos los requerimientos y expectativas. Se realiza una búsqueda de vicios ocultos y en caso de ser necesario, se penaliza a quien cometa fallas en lo establecido.

De pasarse todas las pruebas, puede proseguirse con la siguiente etapa del proyecto, que es normalmente la de construcción.

5.8 Herramientas de control y toma de decisiones

5.8.1 Control del proceso

A lo largo de un proyecto es necesario mantener estándares de calidad, por lo que es necesario identificar variables que pueden afectar el flujo de desarrollo de las diferentes etapas en cuanto a costo, tiempo y alcance. Para llevar a cabo el control, pueden utilizarse herramientas de gestión.

5.8.1.1 Herramientas de gestión de costo

Para que un proyecto sea factible, es necesario que pueda adquirirse económicamente. Por lo que se debe tener conciencia en todo momento de con cuanto capital se cuenta para poder llevarlo a cabo.

Diversas herramientas documentarias y gráficas de gasto ayudan a líderes de proyecto y demás interesados a monitorear y crear planeaciones y proyecciones económicas:

- **Presupuestos**

Los presupuestos son documentos que se elaboran previamente a una compra, de acuerdo con la suma de capital que se piensa gastar en diferentes productos.

En la elaboración de un presupuesto, los productos son catalogados bajo un orden de prioridad, estableciendo la cantidad de capital necesaria para adquirirlos. De igual manera, pueden crearse presupuestos cada vez más detallados, de acuerdo con las necesidades y naturaleza de los productos.

La exactitud de un presupuesto dependerá directamente de su detalle y de la capacidad y experiencia de su creador para estimar costos. (PMI, 2017)

- **Carta de incrementos de Gasto**

La metodología SCRUM, que es una metodología de desarrollo de proyectos, recomienda partir los proyectos en pequeñas actividades que puedan registrarse diariamente (Palacio, 2021). Al igual que las actividades, los presupuestos pueden distribuirse en fracciones y registrarse conforme se van gastando, generando cartas de gastos.

Las cartas de gastos son documentos de actualización continua que buscan reflejar el estado de del presupuesto en tiempo real, o más actual posible. Son elaboradas como fichas de contabilidad, reflejando entre dos columnas el presupuesto gastado y el presupuesto disponible.

Tabla 2. Ejemplo de Carta de Gastos

Fuente: Autoría propia con interpretación de SCRUM (Palacios, 2021)

Concepto	Presupuesto gastado	Presupuesto disponible
Inicio del proyecto		\$1000
Material 1	\$200	\$800
Material 2	\$300	\$500
Material 3	\$500	\$0

Al poder observar el presupuesto disponible con cada transacción, puede realizarse un mejor seguimiento de los gastos.

- Gráficos de Quemado para presupuesto
Los gráficos de quemado son herramientas gráficas, resultado de las cartas de incremento de gasto, que buscan reflejar en tiempo real el presupuesto disponible para un periodo de tiempo (Palacio, 2021).

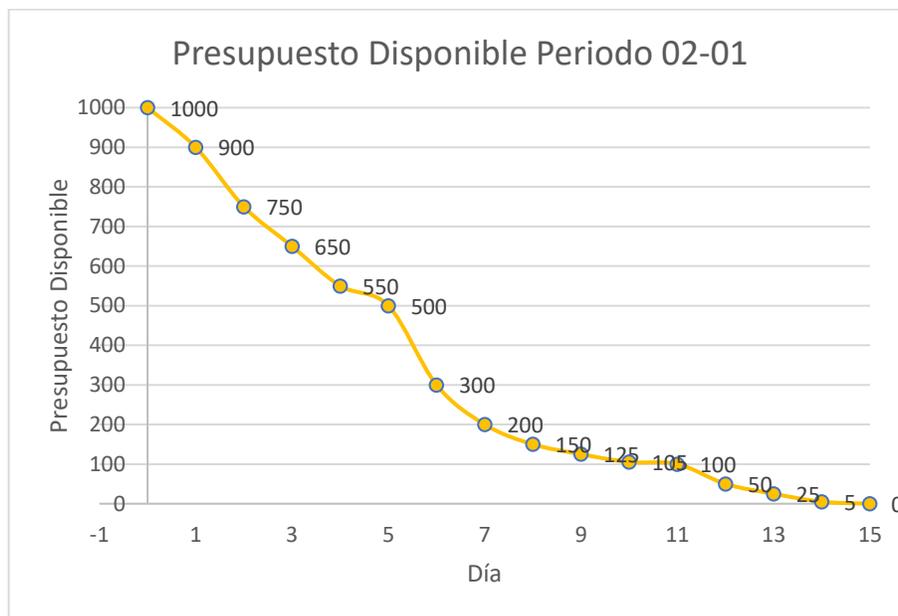


Figura 9. Gráfico de Quemado para Presupuesto

Fuente: Autoría propia con interpretación de SCRUM (Palacios, 2021)

El gráfico de quemado puede utilizarse para control presupuestal al momento de realizar un gasto o como referencia histórica de gasto en un periodo.

5.8.1.2 Herramientas de gestión de tiempo

Durante el desarrollo de un proyecto es necesario el control de tiempos para que el cliente y los usuarios finales, puedan recibir servicios y productos en fechas acordadas.

Para llevar a cabo una planeación de tiempo disponible y fechas, puede recurrirse al uso de herramientas documentarias y graficas:

- Cronogramas

Los cronogramas son documentos elaborados al inicio del desarrollo de cualquier proyecto para establecer el avance que el proyecto debe tener en fechas específicas, también conocidas como *milestones*.

- Diagramas de Gantt.

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica cuyo objetivo es la representación de un cronograma de actividades sobre determinado periodo de tiempo.

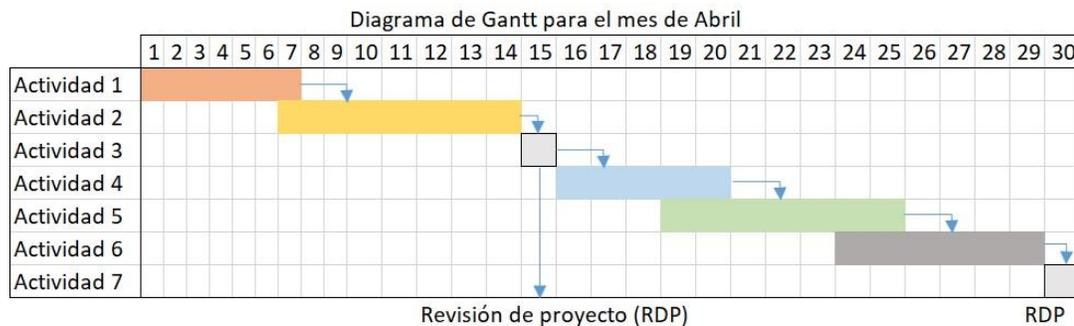


Figura 10. Diagrama de Gantt

Fuente: Autoría propia con interpretación de PMBOK (PMI, 2017).

En el diagrama de Gantt se representa mediante barras, el número de días que durará determinada actividad, conectada a partir de flechas con la actividad subsecuente. En el diagrama de Gantt pueden representarse actividades únicas y fechas de corte como *milestones*.

- Gráficos de Quemado para Cronograma.

Al igual que en el control de gastos, cuando se requiere control temporal, los gráficos de quemado permiten visualizar fácilmente el porcentaje de avance de determinado proyecto con respecto a un periodo de tiempo. Pues se grafica el porcentaje restante del proyecto y se visualiza si se cumplen objetivos de avance (Palacio, 2021).

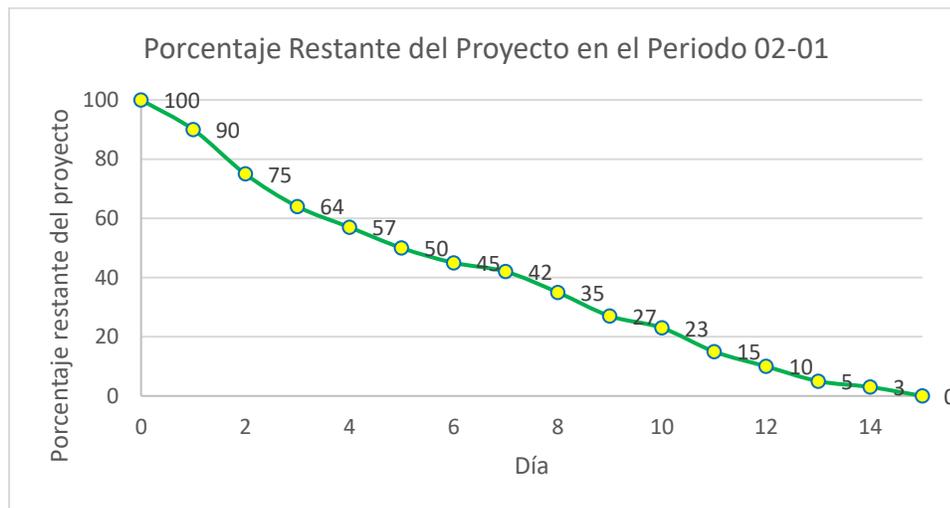


Figura 11. Gráfico de Quemado para Cronograma

Fuente: Autoría propia con interpretación de SCRUM (Palacios, 2021)

5.8.1.3 Herramientas de gestión de alcance

Cuando se realiza un proyecto es necesario estar consciente en todo momento de qué es lo que se desea conseguir; qué tan grande de qué calidad, para qué uso (PMI, 2017).

Herramientas de toma de decisiones permiten a un decisor, que es aquella persona que toma decisiones, qué es lo que desea antes, durante y después de desarrollar un proyecto.

5.8.2 Toma de decisiones

En nuestra vida cotidiana, con las pequeñas decisiones que tomamos en todo momento, impactamos pequeños aspectos que normalmente solo nos afectan como individuos; cómo nos vemos, cómo llegamos a algún lado o cómo nos nutrimos.

En el caso de decisiones corporativas, como es en el caso del proceso de procura, las decisiones pueden impactar un proyecto completo en aspectos económicos, ambientales y sociales, por lo que deben considerarse variables técnicas, económicas y de factibilidad para poderlas llevar a cabo.

De acuerdo con autores como Jairo Amaya (2010), en todas las tomas de decisiones corporativas, se debe llevar a cabo un proceso en selección de las diferentes alternativas de solución, identificación de los posibles resultados y aplicación de la selección de alternativa. Sin embargo, para que una decisión corporativa se lleve a cabo con éxito, se han creado metodologías y herramientas bajo diferentes condiciones de certeza:

- Toma de decisiones bajo certidumbre.
- Toma de decisiones bajo riesgo.
- Toma de decisiones bajo incertidumbre.
- Toma de decisiones bajo conflicto.

5.8.2.1 Toma de decisiones bajo certidumbre

La toma de decisiones bajo certidumbre se lleva a cabo cuando el decisor conoce toda la información posible sobre las distintas alternativas a elegir, así como los resultados posibles de acuerdo con la elección de determinada alternativa.

La probabilidad de éxito de una toma de decisión bajo certidumbre es muy alta. Siempre y cuando se cuente con herramientas que garanticen reunir y comparar la información de diferentes opciones.

Entre las herramientas se pueden encontrar:

- Diagrama FODA.

Cuando se cuenta con suficiente información, pueden realizarse un análisis estratégico de las alternativas a partir de la ubicación de sus características en un diagrama de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), (Ramírez, 2012). En este diagrama, el decisor coloca las características en el área que crea más adecuada y se selecciona la opción con mayor cantidad de características en recuadros de Oportunidades y Fortalezas y/o menor cantidad de características en Debilidades y Amenazas.

El diagrama FODA puede representarse como matriz, en donde se colocan las características como comparativas de alternativas, o como planos cartesianos, creando un diagrama por cada alternativa. El FODA tipo matriz permite visualizar una mejor comparación entre las alternativas:

Tabla 3. Ejemplo de Diagrama FODA tipo Matriz

Fuente: Autoría propia con interpretación de Ramírez (2012).

	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Alternativa 1	Calidad. Refacciones. Tiempo de llegada.	Precio.	Instalación.	Seguro. Vicios ocultos.
Alternativa 2	Instalación. Tiempo de llegada. Precio.	Refacciones.	Seguro. Nuevo proveedor.	Calidad. Vicios ocultos.

El FODA como plano cartesiano, puede utilizarse para un mejor análisis individual de las alternativas.

Tabla 4. Ejemplo de Diagrama FODA tipo plano cartesiano

Fuente: Autoría propia con interpretación de Ramírez (2012).

Alternativa 1		Alternativa 2	
Oportunidades	Fortalezas	Oportunidades	Fortalezas
Amenazas	Debilidades	Amenazas	Debilidades

- Listas de verificación.

Conocidas normalmente como *checklist*, las listas de verificación son listas en las que se enumeran características deseadas de una opción y se van aprobando siempre que se cumplan. En decisiones bajo certidumbre se suelen evaluar las diferentes alternativas bajo una misma lista, para comparar cuál cumple con la mayoría de las características deseadas.



Figura 12. Ejemplo de lista de verificación

Fuente: Autoría propia con interpretación de Jairo Amaya (2010)

- Matrices de comparación.

Las matrices de comparación se realizan a partir de tablas donde se comparan las alternativas colocadas en un eje, contra las características deseadas en otro eje. Resultan más eficientes para visualizar qué alternativa tiene la mayor cantidad de características deseadas.

Tabla 5. Ejemplo de Matriz de Comparación

Fuente: Autoría propia con interpretación de Jairo Amaya (2010)

	Precio	Calidad
Alternativa 1	✓	
Alternativa 2	✓	✓
Alternativa 3		✓

- Evaluaciones de prioridades.

Las evaluaciones de prioridades se realizan asignando porcentajes de evaluación a características deseadas, para evaluarlas como una calificación final. Los porcentajes son asignados de acuerdo con el criterio del decisor, tomando información conocida o creada.

Tabla 6. Ejemplo de Evaluación de Prioridades

Fuente: Autoría propia con interpretación de Jairo Amaya (2010)

Característica	Porcentaje	Porcentaje de alternativa 1	Porcentaje de alternativa 2	Porcentaje de alternativa 3
Calidad	60%	34%	35%	57%
Precio	40%	22%	30%	25%
Total	100%	56%	65%	82%

- Evaluaciones equitativas

Las evaluaciones equitativas se realizan asignando calificaciones a las características deseadas, evaluándolas de acuerdo con un mismo criterio y obteniendo una calificación final promedio, para cada alternativa.

Tabla 7. Ejemplo de Evaluación Equitativa

Fuente: Autoría propia con interpretación de Jairo Amaya (2010)

Característica	Evaluación de alternativa 1	Evaluación de alternativa 2	Evaluación de alternativa 3
Calidad	6	9	6
Precio	7	6	8
Promedio	6.5	7.5	7

- Especificaciones técnicas y diagramas.

Cuando se realizan tomas de decisiones bajo certidumbre, es normal que se conozcan todos o la gran mayoría de los factores, pues de han definido cálculos y especificaciones climáticas, espaciales y condicionales del ambiente. Entre las especificaciones y diagramas, se encuentran las listas de materiales, hojas de datos, esquemas, planos y dibujos técnicos.

5.8.2.2 Toma de decisiones bajo riesgo

Las tomas de decisiones bajo riesgo se llevan a cabo cuando fuerzas ajenas al decisor pueden afectar el resultado de una elección. Tal es el caso de condiciones de la naturaleza en las que no interviene el ser humano.

La probabilidad de éxito de toma de decisión bajo riesgo depende de la capacidad de decisor para analizar datos y seleccionar información útil para tomar una decisión final. El decisor requiere herramientas que le permitan evaluar la utilidad de la información:

- Árbol de decisión.

Cuando en la toma de decisiones hay información dispersa, se corre el riesgo de no seleccionar características importantes para tomar un criterio. Con un árbol de decisión, que es un sistema ordenado para ver diferentes combinaciones y escenarios, se pueden elegir las características que mejor se acoplen para crear un escenario y elegir una alternativa.

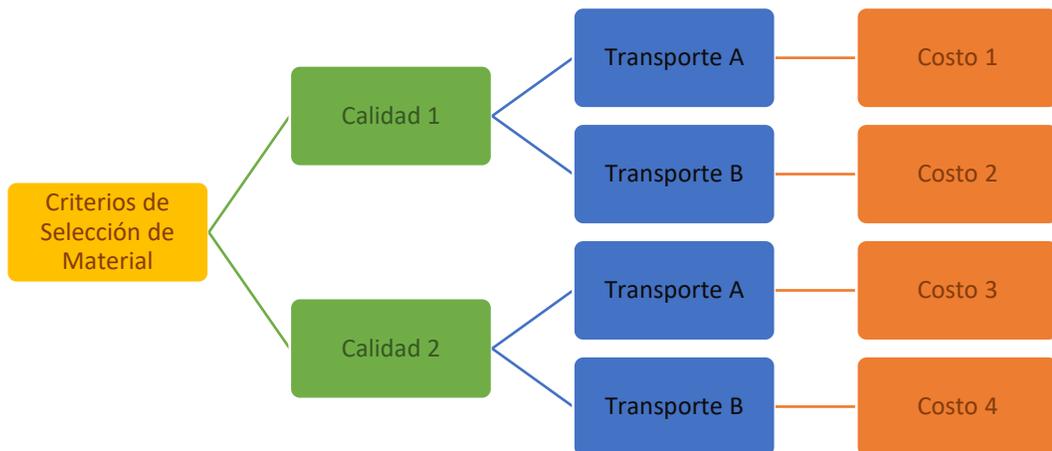


Figura 13. Ejemplo de Árbol de Decisión

Fuente: Autoría propia con interpretación de Jairo Amaya (2010)

- Diagrama de Pareto.

Cuando existe mucha información, es difícil elegir cuál es la que es necesaria para tomar una decisión. De acuerdo con Bonet Borjas (2004), el principio de Pareto señala que “El 80% de las consecuencias de un fenómeno, son causadas por el 20% de las causas”, resolver 20% de los problemas resolverá 80% de los errores.

Cuando se tiene experiencia previa o información disponible de tomas de decisiones similares, pueden identificarse la frecuencia de problemáticas que evitan que se tenga éxito. Por ejemplo, en la elaboración de un producto, puede priorizarse porqué el producto tiene fallas en su elaboración.

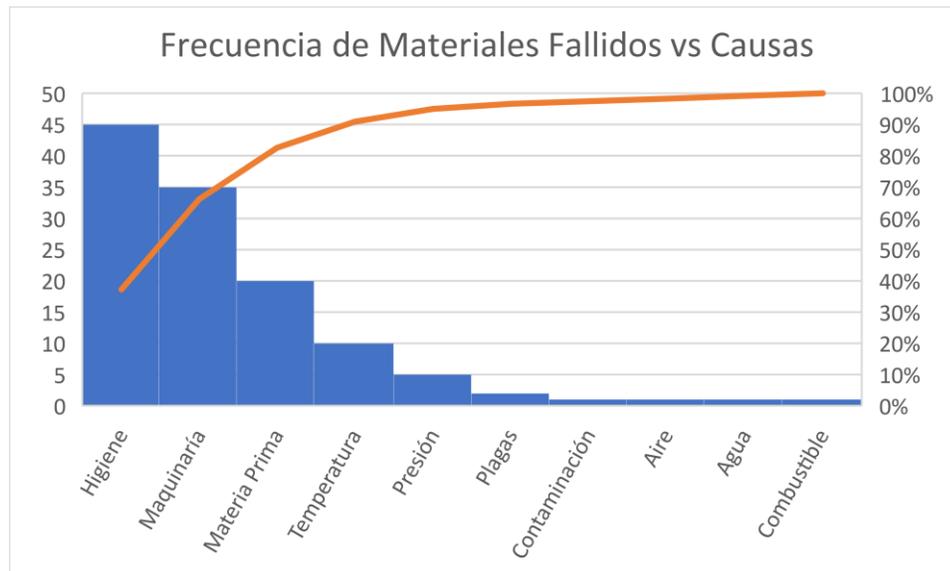


Figura 14. Ejemplo de Diagrama de Pareto

Fuente: Autoría propia con interpretación de datos de Bonet Borjas.

De acuerdo con el principio de Pareto, al corregir el 20% de las causas (Higiene y Maquinaria) disminuirá en un 80% la frecuencia de las fallas.

Una vez identificadas las fallas de un problema, podrán identificarse las características a buscar en una alternativa o escenario, para corregir esas fallas. Cuando la información es nula o inexistente en la toma de decisiones, actuarios y estadistas pueden generar modelos matemáticos más complejos para estructurar un escenario.

5.8.2.3 Toma de decisiones bajo incertidumbre

La toma de decisiones bajo incertidumbre se lleva a cabo cuando el decisor cuenta con nula o ninguna información sobre lo que necesita elegir.

La probabilidad de éxito de una decisión bajo certidumbre depende de la capacidad del decisor para buscar información y cubrir las necesidades de lo que requiere. El decisor requiere de herramientas que le permitan investigar y seleccionar información útil:

Análisis de Causa y Efecto.

Cuando no se cuenta con información necesaria para la toma de decisiones, es necesario analizar por qué es necesario tomar una decisión. Normalmente, las decisiones se toman para combatir un problema futuro o presente.

Una vez identificado el problema, es necesario identificar cuál es su origen, por lo que es necesario indagar en la causa a tal grado que se encuentre una causa raíz, o causa origen, que es la causa que al resolverse no volverá a generar el problema.

- Diagrama de Ishikawa

De acuerdo con Vorley (2008), el diagrama de Ishikawa es un diagrama desarrollado en 1943 para encontrar la causa raíz de un problema, consiste en desarrollar el “esqueleto de un pez”, de tal manera que en cada espina se desarrolle una causa raíz.

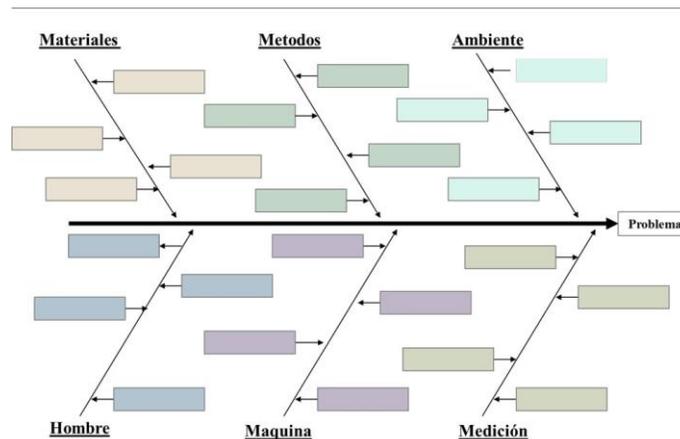


Figura 15. Ejemplo de Diagrama de Ishikawa

Fuente: <https://diagramadeishikawa.com/caracteristicas-diagrama-de-ishikawa/> (2021)

Cuando se han desarrollado las espinas, podrán observarse las diferentes causas raíz y hacerse un análisis sobre cuál o cuáles generan más impacto en la toma de decisiones.

- Análisis “¿Por qué?”

El análisis de ¿Por qué? Es un análisis intuitivo para encontrar la causa raíz de un problema, se basa en los análisis de los niños cuando se interesan en el origen de una situación, causa u objeto.

El producto tiene fallas de calidad

¿Por qué? Esta contaminado con sustancias que no deberían estar presentes

¿Por qué? La materia prima entra contaminada al equipo

¿Por qué? La materia prima no esta siendo manipulada adecuadamente.

¿Por qué? Los operadores no se lavan las manos adecuadamente.

Figura 16. Ejemplo de Análisis ¿Por qué?

Fuente: Autoría propia con interpretación de Jairo Amaya (2010)

Una vez que se encuentra la causa raíz, puede visualizarse qué camino tomar entre diferentes alternativas de solución.

5.8.2.4 Toma de decisiones bajo conflicto

La toma de decisiones bajo conflicto se lleva a cabo cuando se desarrolla una situación que pone en riesgo la integridad de personas, bienes u objetos.

La probabilidad de éxito depende de la capacidad del decisor para elegir bajo presión en situaciones de peligro o riesgo. El decisor puede considerar herramientas previamente establecidas:

- **Protocolos y manuales**
Los protocolos y manuales son documentos que se crean mediante un análisis de riesgos antes de que pueda ocurrir una situación de peligro. En los protocolos y manuales se establecen las acciones y procedimientos a seguir antes, durante y después de una catástrofe o peligro.
- **Capacitaciones**
Las capacitaciones son cursos proporcionados a personas que, por la naturaleza de su trabajo, ocupación, o residencia pueden enfrentarse directamente a situaciones de peligro.
El personal capacitado funge normalmente como decisor en situaciones de peligro y debe tomar en cuenta la información proporcionada en protocolos y manuales.
- **Simulacros**
Los simulacros son escenarios controlados para capacitar a grupos grandes de personas sobre las acciones que deben seguirse en situaciones de riesgo o peligro. Son controlados por personal capacitado bajo las instrucciones establecidas en un manual o protocolo.
- **Seguros.**
Cuando una situación de riesgo no puede controlarse por el ser humano, debido a su naturaleza o costo, puede transferirse la responsabilidad a una aseguradora.
A partir de un contrato con la aseguradora puede establecerse, por una cantidad de dinero o bienes, garantías que cubran la integridad o costo de un objeto, persona o producto.

5.9 Contenedores en la Industria Química

En la industria química se pueden encontrar todo tipo de contenedores para diferentes operaciones unitarias: almacenamiento, reacciones químicas, regulación de temperatura y separación de fases.



Figura 17. Uso de los contenedores en la Industria Química
Fuente: Autoría propia con interpretación de Walas (1990).

De acuerdo con autores como Walas (1990), los contenedores pueden clasificarse en 3 grupos, dependiendo de sus características: Separadores, Contenedores sujetos a Presión y Tanques de Almacenamiento.

5.9.1 Separadores

Esta categoría incluye a los tanques de decantación de líquidos, tanques tipo flash y tanques de rectificación de torres de destilación. Los separadores son conocidos normalmente como “Tambores” o “Drums” y cuentan con las siguientes características:

1. Los separadores son normalmente contenedores pequeños.
2. Los separadores de líquidos son normalmente horizontales.
3. Los separadores Gas/Líquido son verticales.
4. La relación óptima Longitud/Diámetro es 3, pero un rango de 2.5-5 es común.
5. El tiempo de residencia de las sustancias es de 5 minutos para contenedores de reflujo y de 5 a 10 minutos cuando su producto de salida se utiliza para alimentar torres.
6. En contenedores que alimentan hornos, pueden tener tiempo de residencia de una hora.
7. Los tanques de alimentación a compresores deben contener al menos 10 veces el volumen de líquido que alimenta al compresor por minuto.

5.9.2 Contenedores sujetos a presión

Los contenedores sujetos a presión contemplan a los tanques de proceso, incluyendo reactores y mezcladores.

1. La temperatura de diseño debe contemplarse entre los -50°F y los 650°F , la temperatura de operación debe ser 50°F menor que la de diseño.
2. La presión de diseño es 10% o 10-25 psi sobre la máxima presión de operación.
3. La presión de operación en 0-10 psi y $600-1000^{\circ}\text{F}$ es 40 psig.

5.9.3 Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son contenedores presentes al interior o al exterior de una planta y su función es contener materias primas o productos terminados.

Aunque físicamente puedan parecer similares, cada contenedor tiene características particulares de diseño.

1. Para menos de 1000 galones de almacenamiento de agua (Densidad relativa), utilizar tanques con soportes.
2. Entre 1000 y 10000 galones, utilizar tanques horizontales con soportes de concreto.
3. Para más de 10000 galones, utilizar tanques verticales con cimientos de concreto.
4. Para almacenar líquidos, se pueden utilizar flotadores para evitar pérdidas.
5. Normalmente se utilizan 30 días de producto para calcular capacidad.

5.9.4 Diseño de contenedores

Los contenedores son diseñados con diferentes geometrías, tamaños, espesores y características particulares, de tal forma que cada contenedor pueda resistir diferentes esfuerzos, presiones, temperaturas y reacciones químicas.

Moss (2013) señala que la geometría es un factor crítico en la resistencia y el acomodo de los contenedores a momento de solucionar un problema en un proceso, por lo que debe seleccionarse adecuadamente al momento de elegir criterios de diseño. Pueden considerarse contenedores cilíndricos, esféricos, cónicos o combinaciones de 2 o más formas geométricas.

Para más detalles de diseño, es recomendable revisar lo establecido en la normatividad y códigos que toma México como referencia.

Purutyan, Pittenger y Carson (1993) han diseñado una metodología de 6 pasos para el diseño de recipientes, “Que realmente funciona”:

1. Definir requerimientos y condiciones de operación.
2. Evaluar las propiedades de flujos y materiales.
3. Diseño funcional del recipiente.
4. Diseño de detalle del recipiente.
5. Fabricación e instalación del recipiente.
6. Arranque y mantenimiento del recipiente.

Seguir minuciosamente la metodología, permitirá diseñar, instalar y utilizar correctamente el recipiente. A lo largo de los 6 pasos, el autor señala especificaciones y consejos clave, que se citan textualmente.

5.9.4.1 Definir requerimientos y condiciones de operación.

Antes de diseñar un recipiente o contenedor, es necesario identificar requerimientos y condiciones de operación. Entre las condiciones más importantes se encuentran: capacidad, flujo y frecuencia de descarga, mezcla y uniformidad de material que se desea contener, presión y diferencias de temperaturas, seguridad e impacto ambiental.

“El tamaño de un tanque de almacenamiento está limitado por cronogramas de entrega de productos, pues deben tener suficiente capacidad para contener materiales durante determinados periodos de tiempo”

(Purutyan, Pittenger y Carson; 1993)

5.9.4.2 Evaluar las propiedades de flujos y materiales

Evaluar e identificar las propiedades fisicoquímicas de flujo de un material, es crítico al momento de diseñar un contenedor. Exponer muestras significativas de una mezcla o componente de proceso bajo las peores condiciones posibles, permitirá visualizar las condiciones más extremas a las que se puede someter un recipiente.

De igual manera, evaluar el comportamiento de mezclas y componentes cuando fluyen sobre la superficie de los contenedores, permitirá una buena selección de materiales del contenedor, pues sustancias químicas de diferentes proveedores pueden tener diferentes propiedades, dependiendo de su embalaje o tipo de entrega. De ser un producto final el que se piensa contener en un tanque, puede crearse una planta piloto para evaluar sus propiedades.

El tamaño de partículas de flujos de proceso o de lechos de reacción puede ser un factor determinante para el cálculo del tamaño de un contenedor, pues puede ser directamente proporcional al diámetro.

“El diámetro de un contenedor puede limitarse por el tamaño de la planta, o por el método de construcción del contenedor”

Purutyan, Pittenger y Carson; 1993)

5.9.4.3 Diseño funcional del recipiente

Después de evaluar condiciones de operación y propiedades de flujos y materiales, el diseño del recipiente deberá cubrir efectivamente esas condiciones y necesidades. En esta etapa debe diseñarse con códigos y normatividad en mano:

- Altura, diámetros y materiales del tanque de acuerdo con la capacidad deseada.
- Tapas, caídas de presión, reducciones.
- Tamaño de salida.
- Tipo y tamaño de alimentación.
- Válvulas de carga y descarga (Tipo y tamaño).

5.9.4.4 Diseño de detalle del recipiente

Desarrollar el diseño de detalle del tanque requiere seleccionar sus materiales de construcción, fabricación, métodos de instalación y diseño estructural.

Una vez completado el diseño funcional, un ingeniero estructural debe crear diagramas y planos del tanque deseado; elegir materiales de construcción del contenedor, tal como tipo y espesor de acero; tipo de soldadura; refuerzos de concreto y accesorios.

Los métodos de determinación de materiales y las ecuaciones de cálculos estructurales, se especifican en códigos y normas que toma México como referencia.

La instalación del tanque debe considerarse de acuerdo con el espacio y el acceso disponible dentro de la planta. Tomar esta consideración evitara romper paredes, mover otros equipos o cambiar sistemas de tuberías. En la cimentación, es necesario considerar presiones, tipos de concreto y desniveles que puedan ocasionar esfuerzos en el contenedor

5.9.4.5 Fabricación e Instalación del recipiente

Antes y durante de la fabricación, es necesario asegurarse de que el fabricante entiende perfectamente el diseño de detalle y el diseño funcional, para que pueda evitar errores.

Antes de la instalación, es necesario inspeccionar el contenedor, para asegurarse de que cumple con los requerimientos de ingeniería. Durante la instalación puede encontrarse a cargo al fabricante, un ingeniero de proceso o al personal de la planta.

5.9.4.6 Arranque y mantenimiento del tanque

Después de la instalación, es común que los instaladores realicen el arranque del tanque, evaluando carga y descarga de sustancias, así como mezclados y cambios de concentraciones. Por su parte, el mantenimiento periódico evitara que pequeños problemas se conviertan en grandes.

5.9.5 Selección de contenedores

De acuerdo con Walas (1990), los equipos de proceso pueden dividirse en 2 grupos: Equipos cuyo diseño se lleva a cabo completamente por un fabricante, como es el caso de bombas, compresores y equipos con partes móviles; y equipos cuyo diseño se lleva a cabo por el comprador y el fabricante, como es el caso de tanques e intercambiadores.

En el caso de equipos diseñados por comprador y fabricante, es necesario realizar ingeniería funcional y de detalle por parte del comprador para reunir información de lo que se desea, e indicarle al fabricante lo que se requiere. Esta información servirá también como criterios de selección en métodos de toma de decisiones.

Por su parte, el fabricante proporcionara cuestionarios y formas de especificaciones, para poder entender lo que el comprador desea. Los cuestionarios y formas deben incluir información técnica y normativa, para recomendar al comprador diseños apegados a la normatividad y códigos establecidos en cada país.

Entre la documentación intercambiada pueden encontrarse diagramas, planos, fichas de pedido, listas, cartas técnicas de recomendación de materiales y todo lo que sea necesario para que comprador y fabricante se entiendan.

Durante la elección del contenedor, pueden considerarse datos económicos y de evaluación de proyectos, como es el caso de un presupuesto definido por el dueño del proyecto, una evaluación de retorno de capital o una devaluación del contenedor. Estas limitantes son por lo general, definidas por los interesados.

5.9.6 Normatividad aplicable para la aceptación de contenedores de productos químicos en México

En nuestro país, todos aquellos objetos y materiales que intervienen en procesos y manufacturas deben estar regulados por Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y por códigos técnicos establecidos como acuerdos internacionales.

“Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación” (SEGOB, 2015).

En el caso de contenedores y recipientes sujetos a presión, se encuentran regulados principalmente por la **NOM-020-STPS-2011** “Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas. Funcionamiento - Condiciones de Seguridad”. Además de normas auxiliares vigentes y en proyecto como la **NOM-195-SCFI-2014** “Productos de Hierro y Acero. Especificaciones de seguridad” y la **NOM-EM-004-SEDG-2002** “Instalaciones de aprovechamiento de Gas L.P. Diseño y Construcción”.

Debido a que las NOM pueden verse limitadas con el diseño y construcción de recipientes, pues su objetivo es salvaguardar la salud humana, México debe considerar convenciones internacionales para el diseño y selección de contenedores y recipientes a presión.

La cercanía con los Estados Unidos ha provocado que el código internacional más utilizado en México sea el propuesto por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés). El código **ASME sección VIII**, plantea

las ecuaciones para diseño, construcción, instalación y mantenimiento de recipientes sujetos a presión.

Seguir lo establecido en NOM y códigos internacionales, evitara problemas gubernamentales y retenciones de equipos en adquisiciones y construcciones.

6. METODOLOGÍA

De acuerdo con lo establecido en el marco Teórico, para adquirir un bien o artículo en México, es necesario utilizar una cadena de suministro en el proceso de procura. Como metodología de adquisición de contenedores industriales, se desarrolla el proceso de procura implementando el proceso P2P como cadena de suministro:

1. Identificación del contenedor industrial que se quiere adquirir.
2. Planificación del proceso de procura.
3. Implementación del proceso P2P como proceso de Adquisición.
4. Transporte y cierre.

Cada punto incluye instrumentos de control del proceso, recomendaciones para la toma de decisiones y listas de verificación de documentos.

6.1 Identificación del contenedor industrial que se quiere adquirir

Al momento de adquirir un contenedor industrial, es necesario que el Ingeniero Químico cuente con información suficiente para crear criterios de selección, evaluación de riesgos y alcance del proyecto. El ingeniero debe buscar entrar a un proceso de toma de decisiones bajo certidumbre, pues una mala elección podría afectar la integridad del proyecto.

La información requerida es información técnica, por lo que se recomienda realizar ingeniería funcional y de detalle antes de proceder a la elección. Se recomienda obtener como mínimo la siguiente información:

- Lugar de instalación del contenedor.
- Ubicación del contenedor en el proceso.
- Condiciones de operación del contenedor (Posibles reacciones químicas e interacciones de materia).
- Capacidad y medidas de longitud y diámetro del contenedor (U otras medidas de la base si esta no es circular).
- Caídas de presión.
- Materiales requeridos de cuerpo y tapa(s).
- Espesores de cuerpo y tapa (s).

- Diagramas y planos.
- Listas de accesorios requeridos.

Los proveedores pueden proporcionar cartas de información técnica y cuestionarios al momento de la adquisición, para informar al comprador sobre normatividades y requisitos gubernamentales.

Cuando se procede a la toma de decisiones, se recomienda considerar los siguientes criterios de selección:

- Cumplimiento de requerimientos técnicos.
- Cumplimiento de presupuestos.
- Cumplimiento de normatividad.
- Reputación del proveedor.
- Transporte.
- Tiempos de llegada.
- Refacciones disponibles.
- Promociones.
- Crédito.
- Descuentos.

Los criterios de selección pueden utilizarse en metodologías multi criterio para la toma de decisiones, en este caso, metodologías de toma de decisiones bajo certidumbre. Se recomienda realizar la evaluación con al menos tres:

- Diagrama FODA.
- Listas de verificación.
- Matrices de comparación.
- Evaluación de prioridades.
- Evaluaciones equitativas.

Si en la obtención de información técnica o la definición de criterios de selección faltan datos, pueden utilizarse otras herramientas de toma de decisiones: herramientas de toma de decisiones bajo riesgo o bajo incertidumbre.

6.2 Planificación del proceso de procura

Planificar un proyecto o parte de uno, es una tarea compleja desde distintas perspectivas, pues en la mayoría de los casos es probable que las actividades se traslapen y no sigan una secuencia directa de continuidad.

Cuando un Ingeniero Químico se enfrenta a la administración de un proyecto, puede o no encontrarse con presupuestos y cronogramas que le ayuden a visualizar cantidades de efectivo y tiempos disponibles de ejecución de trabajo. De encontrarse con presupuestos y cronogramas generales de un proyecto, deberá ejecutarlos a detalle, de tal manera que se cumplan lo más posible con lo establecido.

Si el Ingeniero químico no se encuentra con cronogramas y presupuestos, deberá crearlos y desarrollarlos para no encontrarse con una catástrofe de alcance, tiempo, costo y calidad. El ingeniero químico podrá utilizar metodologías de toma de decisiones bajo riesgo e incertidumbre para definir alcances que determinaran costos y tiempos.

Durante la administración de tiempos, se aconseja contar con la siguiente documentación y herramientas:

- Cronogramas generales y particulares por actividad.
- Diagrama de Gantt.
- Carta de tiempos para llenar diariamente.
- Gráfico de quemado para actualizar diariamente, de acuerdo con lo establecido en la carta de tiempos.

De igual manera, se recomienda contar con la siguiente documentación y herramientas de administración de costo y recursos:

- Presupuestos generales y particulares por actividad.
- Carta de Gastos para llenar diariamente.
- Gráfico de quemado para actualizar diariamente, de acuerdo con lo establecido en la carta de gastos.

Cuando un Ingeniero Químico ha identificado qué tipo de contenedor se desea adquirir, debe adaptarse al presupuesto y al cronograma, por lo que debe negociar con el proveedor cuestiones técnicas, normativas y legales. La documentación necesaria y el proceso de compras que debe considerarse en la planeación, se mencionan en la implementación del proceso de adquisición.

6.3 Implementación del proceso P2P como proceso de Adquisición

El proceso P2P es una cadena de suministro que puede aplicarse en cualquier tipo de adquisiciones, siempre y cuando se adapte a los diferentes productos y servicios. En caso de utilizarse para la compra de contenedores industriales, el Ingeniero Químico involucrado en la compra debe tomar las siguientes consideraciones:

6.3.1 Solicitud de compra

La solicitud de compra es un proceso interno del proyecto donde el Ingeniero Químico solicita a un departamento de compras la adquisición de un contenedor. En caso de que el Ingeniero Químico este a cargo de las compras, podrá pedir autorización a un departamento de presupuestos, todo depende de la posición del ingeniero dentro del proyecto.

En esta etapa del proceso P2P, el Ingeniero Químico toma consideraciones técnicas, cálculos, diseños, planos y presupuestos; para definir, lo más exacto posible, el contenedor que requiere.

Cuando el Ingeniero ha agotado los métodos de toma de decisiones, ha definido perfectamente qué contenedor quiere y un departamento de compras o un departamento de presupuestos le ha aprobado la compra del contenedor, podrá proceder con la validación del proveedor.

6.3.2 Validación de proveedor

Dependiendo de especificaciones, normatividad y relaciones comerciales de México, el Ingeniero Químico elegirá un proveedor nacional o internacional.

Durante esta etapa, podrá involucrarse o no, un profesional de negocios internacionales como auxiliar de la compra. El Ingeniero Químico por su parte, discutirá información técnica y especificaciones con el proveedor.

En la validación, el proveedor puede proporcionar cartas técnicas, fichas de especificaciones, cuestionarios y consejos técnicos, además de un documento de cotización en la divisa que el comprador indique. En la cotización pueden indicarse métodos de pago, créditos y ofertas, pero no es considerada un documento legal.

Una vez acordada y discutida la información proporcionada por el proveedor, el Ingeniero Químico y el profesional de negocios podrán proceder con la compra.

6.3.3 Compra

Cuando un proveedor nacional o internacional se ha seleccionado de acuerdo con su producto y oferta, puede procederse con la compra. El ingeniero químico, un profesional de comercio o un representante legal procederá a la firma de contratos y órdenes de compra, que son considerados documentos legales.

En la documentación firmada debe acordarse la divisa a utilizar, el tipo de cambio, el grado de responsabilidad, tipo de incoterm (Si es una compra internacional), especificaciones del producto, penalizaciones y cláusulas que recomienden el profesional de comercio o el representante legal.

6.3.4 Recepción del producto

El proceso de transporte no se considera directamente en el proceso P2P, pues normalmente se lleva a cabo por una tercera entidad que es el transportista, este proceso se retomará en un punto más adelante ya que conlleva actividades relacionadas con aceptación de productos.

La recepción del producto por su parte, es la siguiente actividad a la compra que involucra a comprador y vendedor, se realiza de acuerdo con lo establecido en un contrato y su aceptación o rechazo dependen del cumplimiento de este por ambas partes. El comprador puede recibir el producto en las instalaciones del vendedor, en puerto o en sus propias instalaciones, dependiendo del incoterm y tipo grado de responsabilidad acordada.

En esta etapa se debe hacer una revisión del producto y cotejarla con un recibo de materiales. Desde un aspecto técnico, el Ingeniero Químico puede proceder con pruebas del producto y cierre del proceso de compras.

6.3.5 Facturación del producto

Se realiza en la moneda y términos acordados en el contrato. Es normal que la factura se emita de acuerdo con lo establecido por el país receptor, es decir, con un

porcentaje de impuestos y retenciones arancelarias definidas por el país del comprador.

Las facturas y los pagos son normalmente auditadas por los interesados del proyecto y el gobierno del país receptor, por lo que deben emitirse bajo todos los aspectos aceptables de la ley.

6.3.6 Pago

Se realiza en la moneda y los términos establecidos en el contrato. Puede presentarse a varios pagos en diferentes etapas, meses, con depósitos y facilidades. Sin embargo, en todo momento debe haber órdenes de pago y recibos.

6.4 Transporte y cierre

El transporte se lleva a cabo de acuerdo con lo establecido en el contrato, después de la compra y antes de la recepción, puede llevarse a cabo en barco, tren, camiones transportadores o lo que se haya contemplado en una cláusula de incoterm; definiendo así rutas y alcance de responsabilidad de vendedor, comprador y transportista.

Por normatividad en México y varios países, deben realizarse fumigaciones a la salida del país emisor y a la entrada del país receptor, dependiendo del material y su embalaje, pues deben prevenirse riesgos sanitarios.

A lo largo del transporte, deben presentarse órdenes de transporte que puedan cotejarse entre sí, para garantizar calidad del material.

Una vez realizada la recepción del contenedor, puede procederse al cierre de la adquisición. Durante la etapa de cierre, el Ingeniero Químico es el encargado de supervisar las pruebas de funcionamiento del equipo, ya sean ejecutadas por el vendedor o por un técnico especializado.

La facturación y pago del contenedor se realizan de acuerdo con lo establecido en el contrato, por lo que pueden realizarse antes del proceso de pruebas. De encontrarse fallas o vicios ocultos, podrá procederse a las sanciones establecidas en contrato, en caso contrario, se procede con la firma de la aceptación del producto, con lo que el proceso de compras ha terminado.

En varios casos, el proveedor puede ofrecer mantenimiento y garantías de funcionamiento, estos beneficios son considerados servicios extra del proceso de cierre por lo que pueden o no, ser considerados en las sanciones, derechos y obligaciones del contrato.

7. CONCLUSIONES

Lo establecido en esta guía puede funcionar como referencia para un Ingeniero Químico u otro profesional no familiarizado directamente en su formación con el proceso de procura.

El comercio electrónico es una tendencia actual cuyos inicios se remontan a los años 1920 gracias a las ventas por catálogo en los Estados Unidos. En sus inicios, las ventas por catálogo impreso permitían vender el producto sin necesidad de ofrecerlo físicamente, los usuarios podían observar fotos ilustrativas y realizar compras sin necesidad de desplazarse a un punto de venta físico.

De igual forma, las empresas distribuidoras podían ahorrar gastos de almacenamiento, ofrecer sus productos a personas localizadas en áreas rurales o de difícil acceso y tener un control más asertivo de su demanda.

En la década de 1980, se modificó el modelo de ventas por catálogo, haciendo uso de la televisión. Los consumidores podían visualizar con mayor realismo el funcionamiento de los productos y adquirir a partir de llamadas telefónicas.

Con el desarrollo de internet en la década de 1990, el panorama de las adquisiciones cambio radicalmente, pues se creó lo que actualmente se conoce como *e-commerce* o comercio electrónico (Appandweb, 2021). El desarrollo tecnológico y de internet, fue clave para la creación de portales comerciales como Amazon o Ebay, así como de softwares de aprovisionamiento industrial.

En el año 1990, la empresa estadounidense Gartner popularizó el termino ERP (*Enterprise Resource Planning*) para referirse a los softwares de administración y abastecimiento industrial. De acuerdo con la empresa Genius (2021), un ERP es un software capaz de integrar los diferentes departamentos de una industria para aprovechar correctamente los recursos disponibles, de esta forma, un ERP es una herramienta mediante la cual se administran inventarios, compras, ingeniería, producción, ventas y contabilidad.

Mediante un ERP, los diferentes departamentos de una empresa tienen la capacidad de rastrear en tiempo real, la cantidad de los diferentes recursos con los que cuentan, con los que necesitan contar o los recursos que están en camino, así como sus especificaciones, costo, contabilidad y tiempos de entrega.

Durante mismo periodo de la década de 1990, los usuarios del comercio electrónico crearon términos como B2B (*Bussiness to Bussiness*), que hace referencia a que existe una relación de negocio entre 2 o más empresas, o P2P (*Purchase to Pay / Procure to Pay*) que es una metodología de compras utilizada en ERPs.

El proceso P2P que es utilizado principalmente por la empresa SAP como modelo de referencia para sus ERP, se presenta en este trabajo como propuesta de cadena de suministros para el proceso de procura. Sin embargo, el modelo puede adaptarse para utilizar otro tipo de cadena.

En la adquisición de contenedores industriales, puede generarse un contraste al utilizar el proceso P2P como cadena de suministro, ya que el proceso P2P es utilizado para adquisición de materias primas. Sin embargo, la propuesta del proceso P2P como metodología de compras se da por su flexibilidad, pues no es necesario contar con un software ERP para llevarlo a cabo.

El proceso P2P es un proceso de etapas definidas y con documentos específicos que deben crearse en cada una, las etapas pueden monitorearse con herramientas de control de proyectos y los documentos pueden generarse con softwares alternativos, software de microsoft e incluso llenarse a mano en formatos impresos (Aunque sea lo menos recomendable, por las herramientas con las que se cuenta hoy en día).

Durante este trabajo se ha planteado que existe una ausencia de metodologías de compras, especialmente para adquirir tecnología. Definiendo a los contenedores químicos como tecnología de proceso que permite el almacenamiento, mezcla, intercambio de calor y/o reacción de sustancias en su interior; se ha desarrollado una metodología considerando al proceso P2P en el proceso de procura que se desarrolla bajo la dirección de la ingeniería de proyectos.

De acuerdo con el PMBOK (PMI, 2017) un proyecto se desarrolla en 5 pasos:

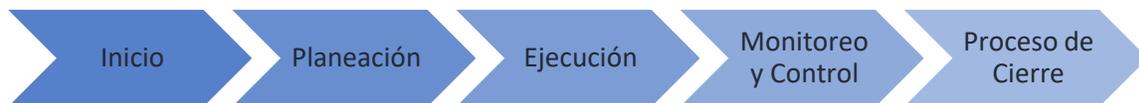


Figura 18. Desarrollo general de un proyecto

Fuente: Autoría propia con datos de PMBOK PMI, 2017

Considerando que el PMI acepta como proyecto al “conjunto de actividades interrelacionadas que desarrolla una persona o entidad para alcanzar un determinado objetivo”, puede establecerse al proceso de procura de un proyecto como un proyecto independiente dentro de un proyecto más grande.

En la figura 3 (página 15), se muestran los pasos del proceso de procura para desarrollarlo como proyecto independiente:

Consolidación > Ingeniería > Procura > Construcción > Liberación

Durante la aplicación del proceso de procura como proceso logístico, se simplifica el proceso en 3 etapas donde consolidación e ingeniería se fusionan como “Planificación” y, construcción y liberación se unen como “Cierre de proceso”. El siguiente diagrama muestra el resumen del proceso logístico de procura para un contenedor industrial, utilizando el proceso P2P como metodología de adquisiciones:

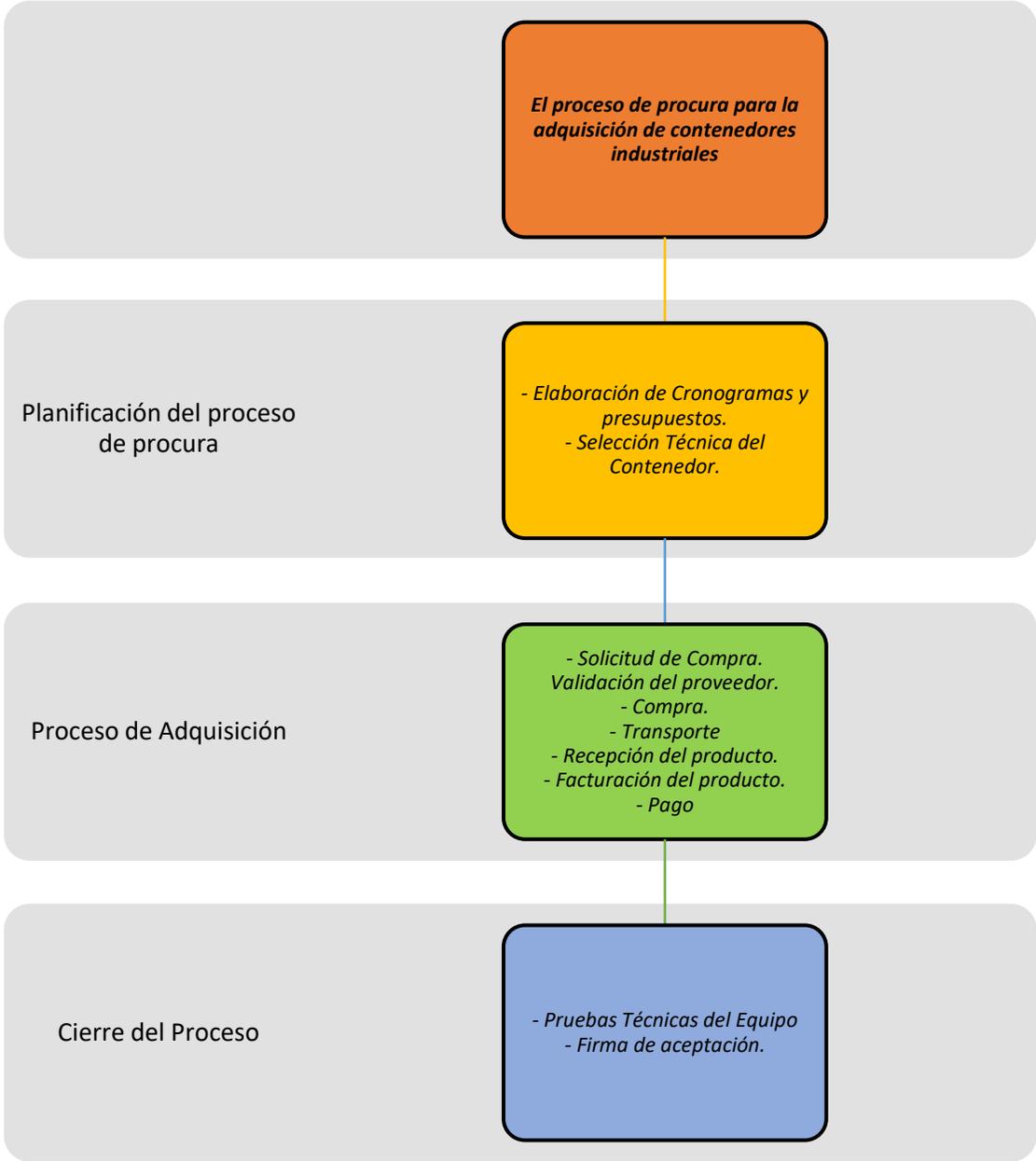


Figura 19. Resume del Proceso de Procura para la Adquisición de Contenedores Industriales
Fuente: Autoría propia como conclusión de ubicación del proceso de procura.

Para comprender mejor el proceso logístico de procura, se muestra a continuación el desarrollo y empalme de actividades durante el proceso de procura de un contenedor industrial, utilizando el proceso P2P como cadena de suministro:

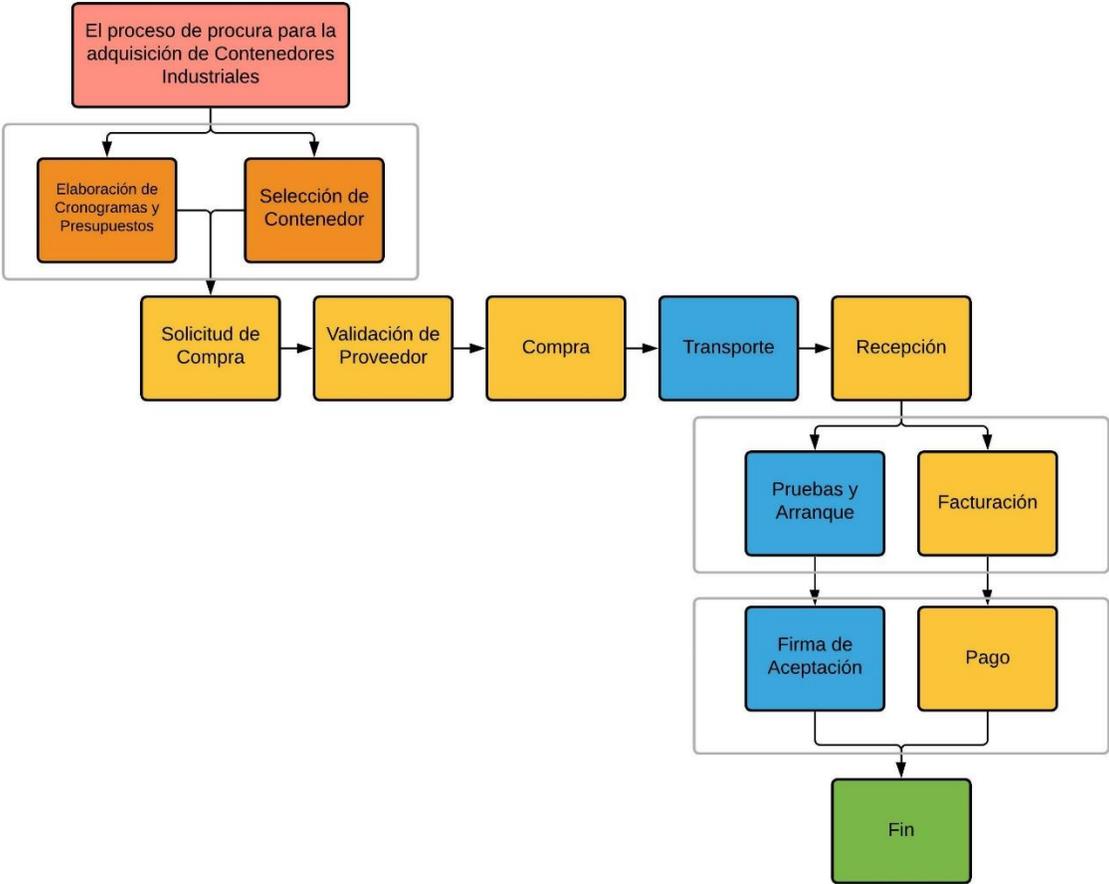


Figura 20. Diagrama de Cascada del Proceso de Procura para la Adquisición de Contenedores Industriales

Fuente: Autoría propia como conclusión de ubicación de actividades del proceso P2P en el proceso de procura

Las actividades del proceso P2P se muestra en recuadros amarillos, mientras las actividades que se llevan a cabo bajo un mismo espacio temporal están encerradas en recuadros grises.

Actualmente, en la época de la información, un Ingeniero Químico que es capaz de comprender conceptos técnicos y de *know how* de un proceso, será un gran aliado de la industria. Sin embargo, cuando ha comprendido de temas sociales y logísticos, será capaz de abrir su panorama estableciendo dialogo y negociación con otros profesionistas, por lo que podrá convertirse en aliado de otras áreas.

Este trabajo proporciona información general de logística de adquisiciones por lo que se recomienda ampliar bibliografía e investigación de conceptos.

8. REFERENCIAS

- ADConsultores. (24 de 08 de 2021). *Lean en compras. Modelo Estratégico de compras*. Obtenido de Lean en compras. Modelo Estratégico de compras: <https://www.adconsultores.es/lean-en-compras/>
- Aguilar Molina, V. R. (2009). *Venta Judicial. Colección Colegio de Notarios del Distrito Federal*. México: Porrúa.
- Amaya, J. (2010). *Toma de Decisiones Gerenciales*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Appandweb. (2021). *La historia del comercio electrónico: Origen y Evolución*. Obtenido de <https://www.appandweb.es/blog/historia-comercio-electronico/>
- Bonet Borjas, M. (2004). Ley de Pareto Aplicada a la Fiabilidad. *12 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura* (pág. 9). Cuba: CUJAE.
- Chan, Chan, & Tang. (2000). Evaluation methodologies for technology selection. *Journal of Materials Processing Technology*, 330-337.
- DataScope. (6 de Abril de 2018). *¿Cómo usar listas de verificación para realizar una gestión más eficiente?* Obtenido de <https://mydatascope.com/blog/es/como-usar-listas-de-verificacion-para-realizar-una-gestion-mas-eficiente/>
- Dennis, M., & Basic, M. (2013). *Pressure Vessel Design Manual*. Oxford, UK: ELSEVIER.
- Diputados, C. d. (2021). *Código Civil Federal*. México: Diario Oficial de la Federación.
- Genius. (2021). *A Brief History of ERP*. Obtenido de <https://www.geniuserp.com/blog/a-brief-history-of-erps>
- ICC. (25 de 08 de 2021). *Mexico International Chambre of Commerce*. Obtenido de La INTERNATIONAL CHAMBRE OF COMMERCE MÉXICO (ICC MÉXICO): <https://www.iccmex.mx/quienes-somos/icc-mexico/sobre-icc-mexico>
- INAES. (02 de Mayo de 2019). *Conoce las Cadenas de Valor*. Obtenido de Instituto Nacional de Economía Social: <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/conoce-las-cadenas-de-valor?idiom=es>
- INAPI. (20 de 08 de 2021). *Instituto Nacional de Propiedad Industrial*. Obtenido de ¿Qué son las patentes?: <https://www.inapi.cl/portal/institucional/600/w3-article-744.html>
- Katayud, Kats. (2019). *Cadena de Suministro. Mejores Prácticas y Hoja de Ruta para América Latina*. Washington D.C. EU: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Moran-Martínez Liudmila, R. P. (2014). Metodología para la gestión de la adquisición de tecnologías. *Gestión del Conocimiento*, 265-276.

- Najera Hidalgo, R. (2013). *Fiscalidad de los contratos civiles y mercantiles: fundamentos y formularios*. España: CISS.
- Palacio, M. (2021). *SCRUM MASTER*. España: SCRUM MANAGER.
- PMI. (2017). *PMBOK Guide. A Guide to the Project Management Body of Knowledge, 6th Edition*. Pennsylvania, EU: Project Management Institute.
- Purutyan, Pittenger, & Carson. (November 1999). Six Steps to Designing a Storage Vessel that Really Works. *Powder and Bulk Engineering*, Vol. 13, No. 11, pp. 56-68.
- Ramirez, J. L. (12 de 2012). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1214>
- SAP. (19 de 08 de 2021). *SAP Tutorials*. Obtenido de Procurement Process Cycle: <https://www.saponlinetutorials.com/procurement-process-cycle-procure-to-pay-process/>
- SAT. (20 de 08 de 2021). *Factura*. Obtenido de Requisitos que deben reunir las facturas que recibas: http://omawww.sat.gob.mx/factura/Paginas/solicita_requisitos.htm
- SEGOB. (20 de agosto de 2015). *Normas Oficiales Mexicanas*. Obtenido de <https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>
- SRE. (03 de Junio de 2021). *Comercio Exterior, Países con Tratados y Acuerdos firmados con México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-con-tratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>
- TRANSEOP. (25 de Mayo de 2021). *Incoterms 2020: ¿Qué son? Clasificación y Tipos*. Obtenido de <https://www.transeop.com/blog/Tipos-de-Incoterms-en-el-Transporte-mar%C3%ADtimo/35/>
- Valiente, A. (2014). Habilidades Espaciales y Competencias en Ingeniería Química. *Educacion Química UNAM*, 154-158.
- Vorley, G. (2008). *Mini Guide to Root Cause Analysis*. Guildford Surrey, United Kingdom: Quality Management & Training Limited.
- Walas, S. (1990). *Chemical Process Equipment. Selection and Design*. Kansas: Howard Brenner.

9. ANEXOS

Anexo I. Terminología en inglés y glosario

Activo (*Asset*): Posesión material de una empresa.

Acero Inoxidable (*Stainless Steel*): Aleación de acero y cromo resistente a la corrosión, que se usa para construir diferentes bienes.

Aranceles (*Customs Duty*): Impuestos aplicados a productos adquiridos en otro país. En México se conoce como Impuesto General de Importación (IGI) y su tasa depende del producto.

Cámara de Comercio Internacional (*International Chamber of Commerce*): Organización Internacional encargada de regular y arbitrar relaciones comerciales de personas físicas o morales ubicadas en diferentes países.

Conciliación Contable (*Accounting Reconciliation*): Documento interno de contabilidad en el que se verifican los pagos e impuestos de bienes y productos emitidos bajo diferentes facturas y recibos.

Contenedor (*Vessel*): Equipo industrial de proceso que permite el almacenamiento, mezcla, intercambio de calor y/o reacción de sustancias.

Contrato (*Contract*): Acuerdo jurídico que genera derechos y obligaciones para proteger los intereses de dos o más partes.

Compra (*Purchase*): Acción mediante la cual un agente comprador adquiere un bien o servicio de un agente vendedor, a cambio de una contraprestación monetaria o en especie.

Cotización (*Quotation*): Documento informativo en el que se detalla el precio de un bien o servicio para un proceso de compra o negociación.

Divisa (*Currency*): Toda moneda extranjera utilizada en un país con moneda propia.

Factura (*Invoice*): Documento mercantil que refleja toda la información de una operación de compraventa.

Impuestos (*Taxes*): Contribución en dinero o especie, de carácter obligatorio, para contribuir con la economía de un país.

Orden de Compra (*Purchase Order*): Documento de negocio mediante el cual un comprador solicita mercancías a un vendedor.

Orden de Pago (*Payment Order*): Documento empresarial emitido a un banco, en el que se expresa conformidad para poner un pago a disposición de un tercero.

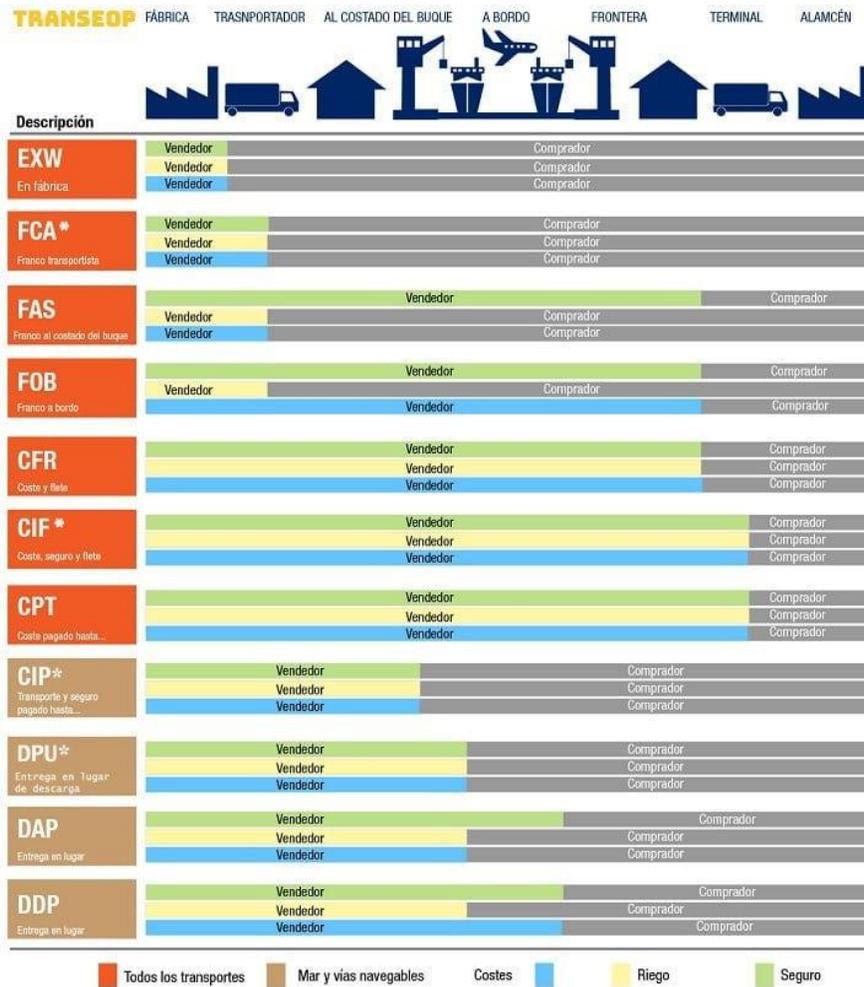
Proveedor (*Supplier*): Persona moral o física que abastece a otra con productos y servicios necesarios para sus actividades.

Punto de Reorden (*Reorder Point*): Nivel de existencia señalado en un almacén para reabastecer un artículo.

Recibo de Materiales (*Goods Receipt*): Documento detallado en el que se describe y se acepta o rechaza un material proporcionado por un proveedor.

Requisición de compras (*Purchase requisition*): Documento interno de una organización en el que se solicita expresamente la adquisición de un material, bien o producto a un departamento de compras o un departamento de presupuestos.

Anexo II. Tabla de Incoterms



Fuente: Transeop

Anexo III. Proveedores de contenedores de acero inoxidable

Proveedor	País	Sitio web
Outokumpu	Alemania, Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, China, Corea, Estados Unidos, Finlandia, Francia, México.	www.outokumpu.com
Tanques de Mezcla – Portland Kettle Works	México, Estados Unidos	https://www.tanquesdemezcla.com/
Teisa	México	http://www.teisa-mexico.com/
Seepsa	México	https://seepsa.com.mx/
Sinoxis	México	https://www.sinoxis.com/
General Container	Estados Unidos	http://www.generalcontainer.com/
Harwood Engineering	Estados Unidos	https://www.harwoodeng.com/
Apache Stainless Equipment	Estados Unidos	https://www.apachestainless.com/
Titan Metal Fabricators	Estados Unidos	https://www.titanmf.com/
Paul Muller Company	Estados Unidos	https://www.paulmueller.com/
Shuangzi	China	https://www.sun-intelligent.com/
Jinzong	China	https://www.jinzongmachinery.com/
Li&Li Mechanical Equipment	China	http://www.gzllkj.com/
Jhen-Ten	China	https://www.jhen-ten.com/
Amarequip	India	https://amarequip.com/index
Over	Italia	https://www impiantichimici-over.com/
Neostech	Italia	https://www.neost.it/

Anexo IV. Requerimientos técnicos para contenedores

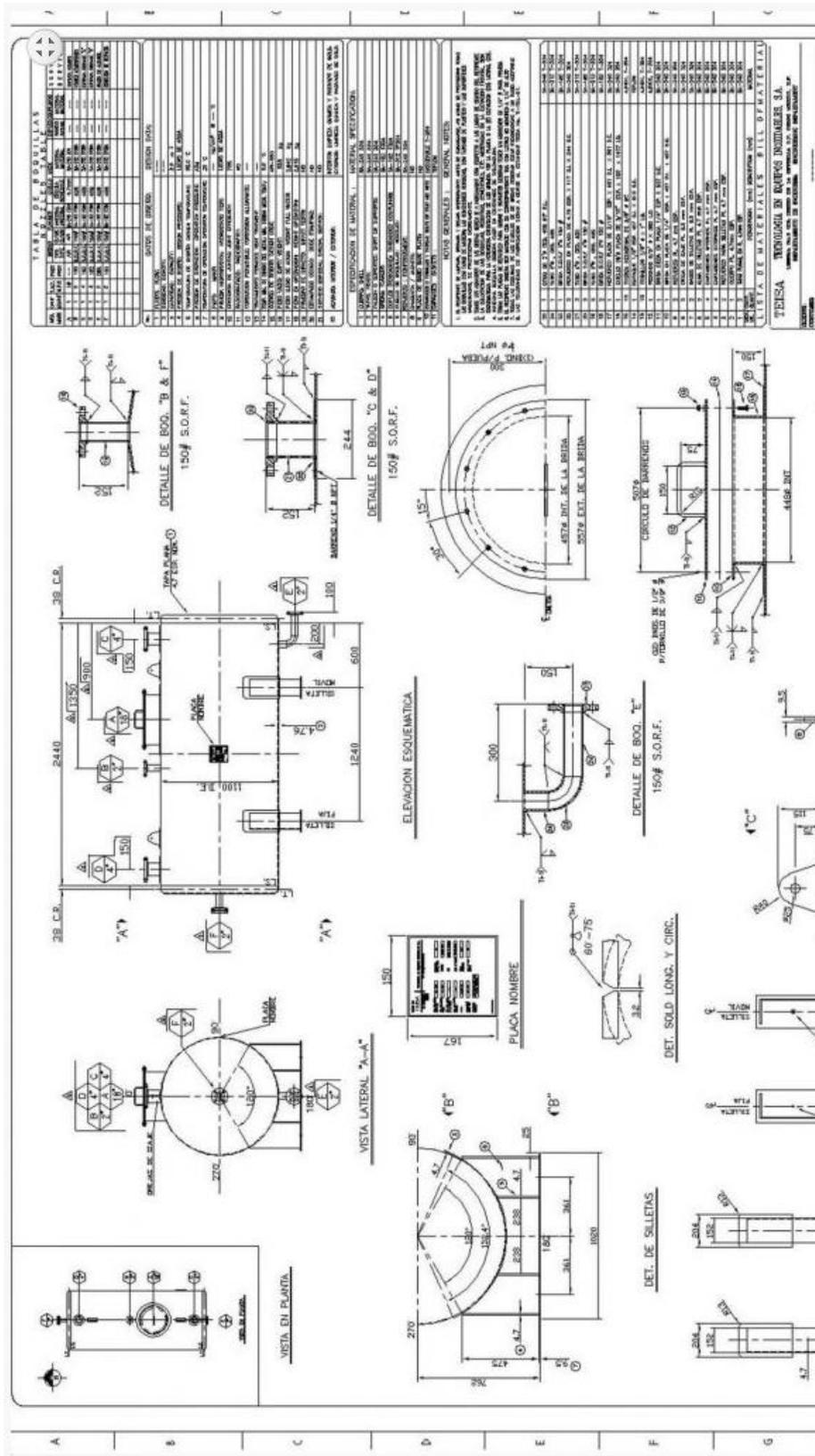
En la sección 6.1 “Identificación del contenedor industrial que se quiere adquirir” de la metodología de esta tesina, se menciona la siguiente lista de verificación de requerimientos técnicos necesarios para elegir técnicamente un contenedor:

- Lugar de instalación del contenedor.
- Ubicación del contenedor en el proceso.
- Condiciones de operación del contenedor.
- Capacidad y medidas de longitud y diámetro del contenedor (U otras medidas de la base si esta no es circular).
- Caídas de presión.
- Materiales requeridos de cuerpo y tapa(s).
- Espesores de cuerpo y tapa (s).
- Diagramas y planos.
- Listas de accesorios requeridos.

Walas (1990), señala que una ficha técnica del producto que se desea adquirir siempre será útil en la compra para que el fabricante entienda lo que se requiere, por lo que recomienda crear un formato que contenga los siguientes datos y características:

- Locación de planta.
- Capacidad de la planta.
- Horas de operación por año.
- Previsiones de expansión.
- Datos fisicoquímicos de la alimentación (Lo más detallados posible).
- Volúmenes de inventario.
- Condiciones de operación (Temperatura y presión),
- Especificaciones del producto.
- Condiciones de catálisis (Si hay).
- Condiciones atmosféricas.
- Características de conexiones eléctricas disponibles.
- Condiciones de agua, gas y aire de proceso.
- Disposición de desechos.
- Espacios disponibles.
- Geometrías y espesores deseados.
- Códigos de referencia deseados.

Por otro lado, proveedores como Teisa recomiendan para la adquisición, además de los datos de la ficha de diseño, diagramas con especificaciones como el que se muestra a continuación.



La ficha técnica y los diagramas con especificaciones son el producto de condensar datos técnicos, por lo que pueden utilizarse en la solicitud como parte de la lista de verificación o como únicos anexos de la orden de compra.

De no proporcionarse los datos de la lista de verificación, fichas técnicas o diagramas con especificaciones, los proveedores del anexo III pueden proporcionar servicios de consultoría y asesoría con cargos adicionales al de la construcción del contenedor.