



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

Diseño conceptual de un equipo piloto para estudio de control de flujo

Modalidad de titulación
Trabajo profesional

Ingeniería Mecánica

Christian Daniel Venegas González

Director: M.I. Jesús Vicente González Sosa

Empresa: Generatoris S.A. de C.V.

México D.F., abril de 2012

Agradecimientos

A mis padres, Lulú y Doro por darme la vida, por estar a mi lado y por todo su amor.

A mi hermano Jor, por su confianza, apoyo y su ejemplo.

A mi gran familia, abuelos, tíos y primos por preocuparse por mí y tenerme siempre presente.

A los sinodales por sus aportaciones y a Jesús por su paciencia al dirigir este trabajo.

A todo Generatoris, a por abrirme las puertas y darme la oportunidad de conocer y trabajar con técnicos e ingenieros ejemplares.

A mis amigos por su tiempo y por todo lo que juntos hemos hecho y seguiremos haciendo.

A México y a la UNAM por todas sus oportunidades y enseñanzas.

Índice

i. Agradecimientos	I
1. Introducción	1
2. La empresa: Generatoris S.A. de C.V.	3
2.1. Generatoris S.A. de C.V.	3
2.1.1. Descripción de la empresa	3
2.1.2. Descripción de proyectos realizados en la empresa	6
2.2. Participación en la empresa	8
2.2.1. Aportaciones a la empresa	8
2.2.2. Aplicación de conocimientos en la empresa	12
3. Diseño conceptual	15
3.1. Definición del proyecto	15
3.2. Planteamiento del proyecto	18
3.3. Diseño conceptual	20
4. Resultados	40
4.1. Análisis e interpretación de los resultados obtenidos	41
5. Conclusiones y recomendaciones	43
Anexos	44
Bibliografía	93

1. Introducción

En este reporte de titulación por la modalidad de trabajo profesional se establece un proceso de diseño conceptual para un sistema el cual tiene la finalidad de evaluar aspectos fundamentales de la ingeniería en el área de la educación y fluidos, que en su momento se describe a detalle.

Es importante el hacer mención de que en este trabajo se encuentran los factores importantes para el desarrollo de un proyecto de ingeniería, en donde se abordan los siguientes fundamentos:

- Definición de un proyecto
- Metodología en el desarrollo de un proyecto de ingeniería
- Implementación del proyecto
- Evaluación en cada una de las secciones del proyecto
- Resultados concretos de la aplicación

Se aprecia que los factores mencionados son los que se consideran para el desarrollo de este trabajo, cuyo propósito aplicar los conocimientos adquiridos en la Universidad aplicados a casos reales de la industria.

Por otro lado, el trabajo está compuesto por cinco capítulos, de los cuales a continuación se describe de forma breve.

En el capítulo 1, Introducción, se maneja la información general del contenido del proyecto a desarrollar en forma secuencial.

En el capítulo 2, La empresa: Generatoris S.A. de C.V., se describe de manera breve la empresa en la cual laboro actualmente y que me ha permitido expresar los conocimientos adquiridos en la universidad y que a su vez me permiten observar de manera tangible lo aprendido y comprendido durante mi preparación profesional, en esta rama de la ingeniería. Así mismo se presenta el organigrama de la empresa y las actividades que en esta he realizado.

En el capítulo 3, Diseño conceptual, se plasman cada uno de los pasos a seguir en la aplicación del diseño en un caso específico, equipo piloto para estudio de control de flujo, en donde el principal interés se encuentra en la manera de obtener tanto los requerimientos como las especificaciones e identificar de manera específica el problema existente en este tipo de aplicaciones, por otro lado este proceso utilizado es uno de los que satisface las características propias en la concepción del diseño dentro de las industrias.

En el capítulo 4, Resultados, se colocan algunos fundamentos para la evaluación de este proyecto para considerarse funcional de acuerdo a los requerimientos obtenidos en el capítulo anterior e interpretar adecuadamente, bajo la experiencia, los resultados que ofrece el diseño del dispositivo para la evaluación del control de flujo, y que muestra toda la secuencia evaluativa del proyecto.

En el capítulo 5, Conclusiones y recomendaciones, se generalizan las ideas principales culminadas como parte de los resultados del trabajo que dejar ver a la luz la importancia que se tiene en la preparación adecuado del estudiantado en la Facultad de Ingeniería y que a su vez vislumbra un buen augurio para que en futuras generaciones se contemplen este tipo de trabajos bajo la fusión de la parte académica y la profesional en el campo de desarrollo, igualmente en este capítulo se ofrecen algunos parámetros que se han pasado por alto pero que sin duda deben analizarse y ello se establece como un recomendación al momento de generar documentos de esta índole en la ingeniería.

Por último, cabe mencionar que el desarrollo de este trabajo me ha dejado muchas satisfacciones, desde el darme cuenta que los intereses académicos cambian bastante al darse cuenta que en la vida profesional debes cuidar los fundamentos de tu carrera para ser productivo en la parte laboral y las experiencias que se pasan con la generación de documentos de este tipo son otros elementos que me permiten crecer aún más como ingeniero considerando que se le está dando un apoyo a la sociedad desde el punto de vista profesional y en lo educativo para mi Universidad.

1. La empresa: Generatoris S.A. de C.V.

1.1. Generatoris S.A. de C.V.

1.1.1. Descripción de la empresa

“En el mes de febrero del 2000 se crea la empresa Entropía Humana S.C. con el objetivo de brindar soluciones relacionadas con educación y cultura a las instituciones de enseñanza en el país. En septiembre del mismo año, esta empresa adquiere un contrato en un nicho de mercado educativo específico; el de la fabricación de plantas piloto para capacitación y enseñanza en laboratorios de ingeniería.

A partir de enero del 2002 uno de los socios junto con el director de operaciones de Entropía Humana crean una empresa nueva llamada Generatoris S.A. de C.V. con el objeto de atender al mercado educativo en el sector de plantas piloto para laboratorios de ingeniería. La empresa está ubicada en la ciudad de México y atiende principalmente al sector educativo, sin embargo desde su creación ha tenido la intención ampliar sus líneas de negocio al sector industrial así como a mercados internacionales.”

Fuente: Gorostiza Eduardo, (2005). Estudio de negocios: Generatoris S.A. de C.V. (Tesina de maestría-ITAM), [Consulta: Enero de 2011]

En la empresa Generatoris S.A. de C.V. mostrada en la figura 2.1 trabaja un grupo de técnicos e ingenieros multidisciplinarios con experiencia en más de 190 plantas piloto instaladas y operando en más de cuarenta universidades, empresas y centros de investigación a nivel nacional e internacional.

Se participa en el análisis de las necesidades y requerimientos del cliente, en el diseño, manufactura, instalación, capacitación y soporte técnico para la operación de nuestros equipos.



Figura 2.1. Inspección de un equipo piloto en las instalaciones de la empresa. Archivo general de Generatoris.

En la Figura 2.2 se muestra el organigrama actual de la empresa que fue reestructurado en el año 2009. Actualmente laboro en el Departamento de Ingeniería y Desarrollo como Ingeniero de Diseño.



ORGANIGRAMA GENERATORIS, REESTRUCTURACION 2009

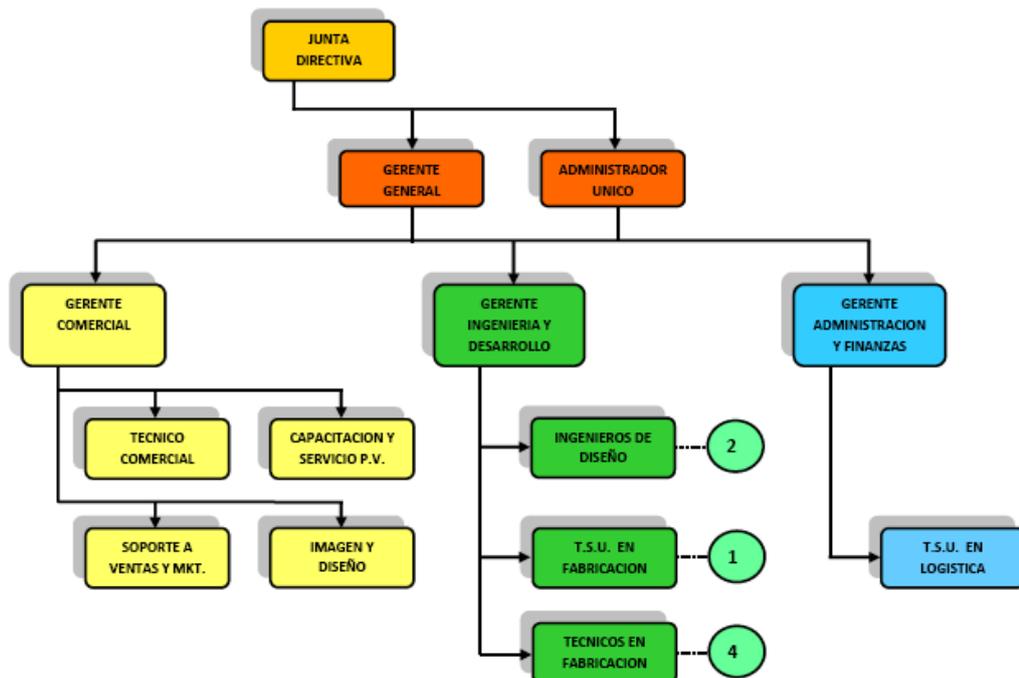


Figura 2.2. Organigrama de la empresa. Archivo general de Generatoris.

1.1.2. Descripción de proyectos realizados en la empresa

Productos y servicios

- “Como fabricantes de equipos, Generatoris, S.A. de C.V. tiene la versatilidad de poder modificar cualquier equipo de línea de acuerdo al gusto del cliente o bien de adaptarse a una especificación técnica determinada en una licitación.
- Plantas piloto de fabricación especial para el sector educativo.
- Plantas piloto de fabricación especial para el sector industrial.
- Plantas piloto de fabricación de acuerdo al catálogo de productos, el cual cuenta con 120 equipos de línea.
- Servicios de mantenimiento para equipos fabricados por Generatoris S.A. de C.V.
- Servicios de mantenimiento para equipos fabricados por la competencia.
- Servicios de apoyo en ingeniería para proyectos de desarrollo tecnológico.”

Fuente: Gorostiza Eduardo, (2005). Estudio de negocios: Generatoris S.A. de C.V. (Tesina de maestría-ITAM), [Consulta: Enero de 2011]

En la figura 2.3 se presenta una gráfica del impacto por zonas geográficas a nivel nacional de equipos fabricados desde el año 2000.

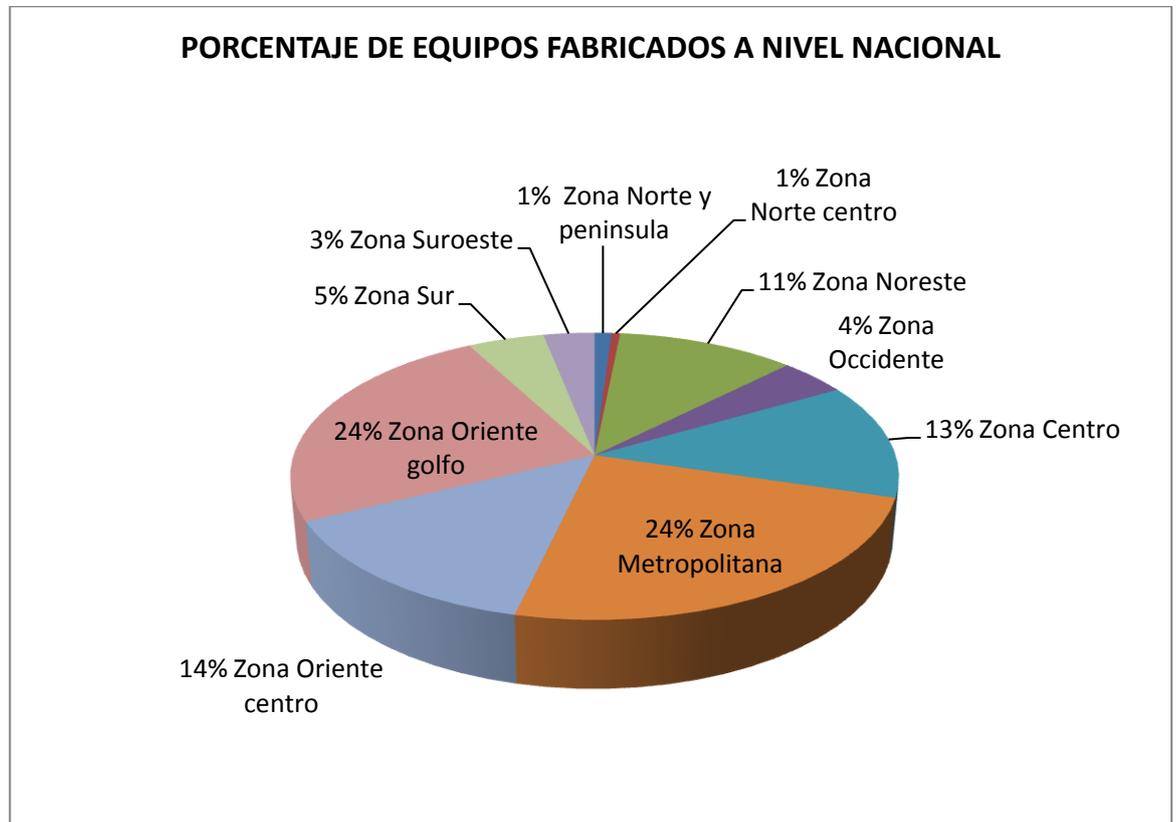


Figura 2.3. Impacto a nivel nacional. Fuente: Archivos del Área comercial de Generatoris.

1.2. Participación en la empresa

1.2.1. Aportaciones a la empresa

Al inicio las actividades que realizaba eran las de apoyo en la fabricación de equipos piloto en el Departamento de Producción como por ejemplo, la elaboración de diagramas eléctricos y cableado de gabinetes de control. Diseño de prácticas y software de adquisición de datos.

En Septiembre de 2008 participé durante dos meses en la fabricación, cableado y elaboración del diagrama eléctrico del equipo PS-DA-005/PE DESTILACIÓN EN COLUMNA DE PLATOS A PEQUEÑA ESCALA para la Feria de Universidades en Aguascalientes mostrado en la siguiente figura.



Figura 2.4. Destilación en columna de platos a pequeña escala. Archivo general de Generatoris.

Una vez adquirida cierta experiencia fueron incrementando las responsabilidades. He sido encargado de la fabricación, pruebas, instalación puesta en marcha y capacitación de 8 proyectos en el área de termofluidos, procesos de separación y control multivariable.

A principios del año 2010 arrancó un proyecto para la Universidad Politécnica de Baja California en Mexicali con duración de tres meses. Mis tareas fueron diseñar, armar, hacer pruebas, instalar e impartir el curso de capacitación a los docentes de la institución. El equipo lleva por nombre TC-IC-001/PE INTERCAMBIADOR DE CALOR DE CORAZA Y TUBOS A PEQUEÑA ESCALA y está presentado en la siguiente figura.



Figura 2.5. Intercambiador de calor de coraza y tubos a pequeña escala. Archivo general de Generatoris.

En el mismo estado de la República en el mes de abril del 2010 me asignaron el proyecto TD-TT-300/PES UNIDAD DE TÉRMICA TERMODINÁMICA CON SOFTWARE DE ADQUISICIÓN DE DATOS para la Universidad Autónoma de Baja California. Las actividades realizadas fueron las mismas que en el proyecto anterior pero en esta ocasión las dimensiones y alcances del equipo fueron mayores ya que en este equipo no solo se estudia un tipo de intercambiador de calor sino cuatro así mismo se estudian los alcances de las torres de enfriamiento y los sistemas de refrigeración. En la siguiente figura se muestra el equipo que está operando en el norte del país.



Figura 2.6. Unidad de térmica termodinámica con software de adquisición de datos. Archivo general de Generatoris.

Finalmente laboro en el área de diseño y producción como ingeniero de diseño. Esto es rediseñando equipos con base en las especificaciones del cliente, seleccionando y comprando todos los componentes de un proyecto y supervisando su fabricación, pruebas y manual de operaciones. Así mismo participo en el desarrollo tecnológico de la empresa genero ideas para el diseño de nuevos equipos en nuevas áreas.

En el mes de Abril del 2011 se comenzó el proyecto PS-EV-200/LDE EQUIPO PARA ESTUDIO DE UN EVAPORADOR DE DOBLE EFECTO para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, Campus Boca del Río. En este proyecto participé como responsable total del rediseño y fabricación. En julio del mismo año también se instaló y puso en marcha al equipo con éxito en el estado de Veracruz. La figura 2.7 muestra al equipo en el laboratorio de térmica de la institución veracruzana.



Figura 2.7. Equipo para estudio de un evaporador de doble efecto. Archivo general de Generatoris.

En los proyectos antes mencionados, se realizaron actividades referentes a procesos estandarizados de la empresa como por ejemplo procesos administrativos, procesos de diseño y procesos de fabricación. Estas actividades se describen a detalle en los anexos al final de este reporte.

1.2.2. Aplicación de conocimientos en la empresa

Durante la estancia en el periodo que comprende la preparación como ingeniero mecánico en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. se ofrecen conocimientos fundamentados en las aplicaciones tangibles a niveles industriales que me han permitido aplicar a los aspectos relevantes de la ciencia en esta empresa.

Se ha encontrado que en el desarrollo de los proyectos en Generatoris S.A. de C.V. se aplican los conocimientos de las siguientes áreas de la ingeniería:

1. Ciencias básicas.
2. Ciencias de la ingeniería.
3. Ciencias de la ingeniería aplicada.

En cada uno de los proyectos que se realizan se aplican directamente temas aprendidos de las diferentes asignaturas que imparte la División de Ciencias Básicas como por ejemplo Estática y Termodinámica. Para el diseño de las estructuras de los equipos como se observa en la siguiente figura es necesario hacer un análisis de de fuerzas.

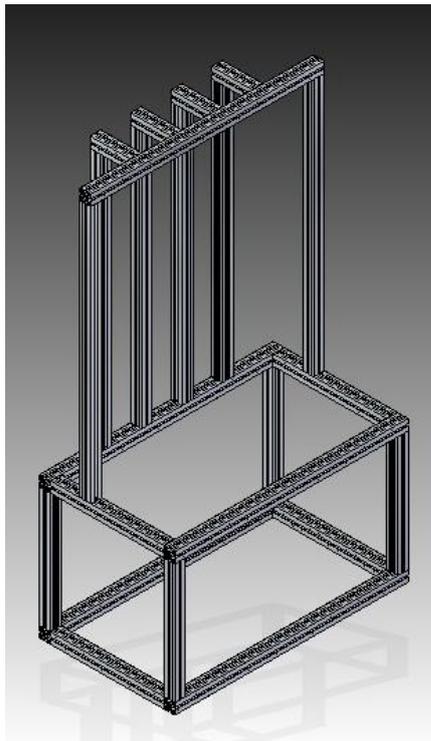


Figura. 2.8. Lay out de la estructura del equipo para estudio de sedimentación. Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris.

Asignaturas como la termodinámica aplicada, Mecánica de sólidos Ciencia de materiales, Mecánica de fluidos e Instrumentación y control son aplicadas en el diseño de las prácticas y desarrollo de software para los equipos. En la siguiente figura se puede apreciar la pantalla que se despliega al compilar el software de adquisición de datos de un equipo de control multivariable.

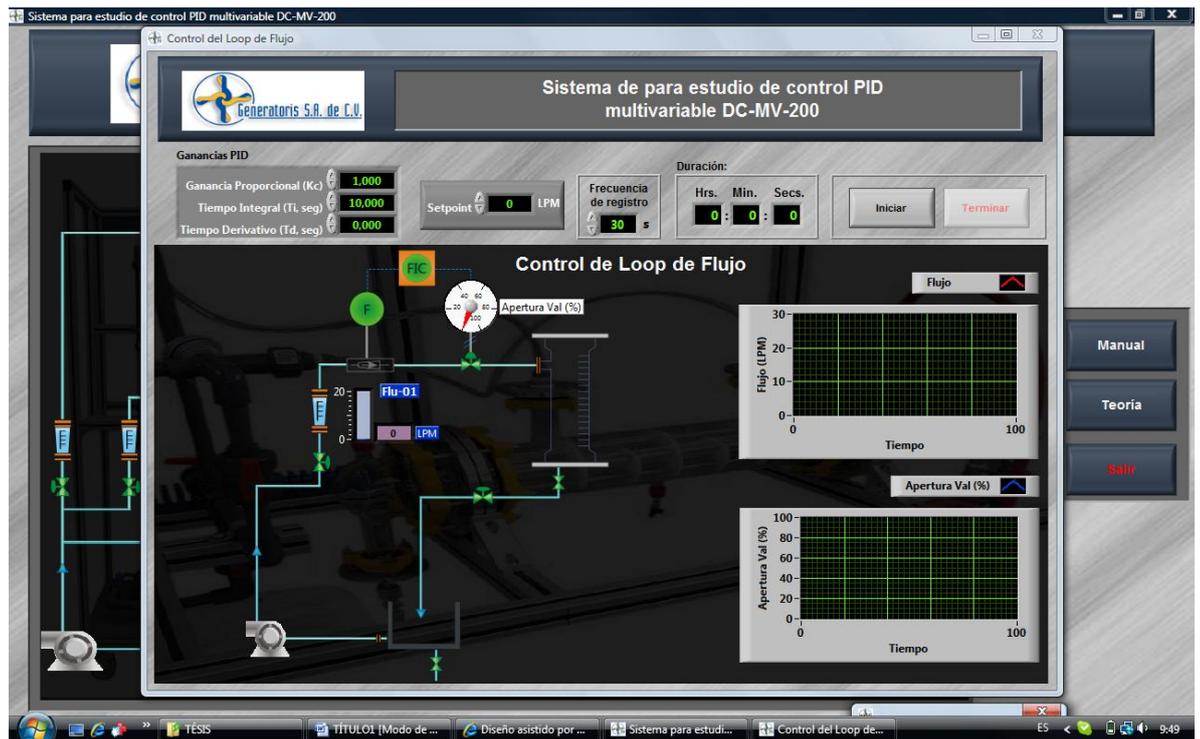


Figura 2.9. Control de lazo de presión en software de adquisición de datos. Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris.

Antes de fabricar un equipo es necesario modelarlo en tres dimensiones para visualizar el acomodo de los componentes. En la empresa se utiliza software de diseño para modelar los equipos por el método de ensamble aprendido en las materias del modulo de ciencias de la ingeniería aplicada. En la siguiente figura se aprecia el ensamble de una columna de destilación.

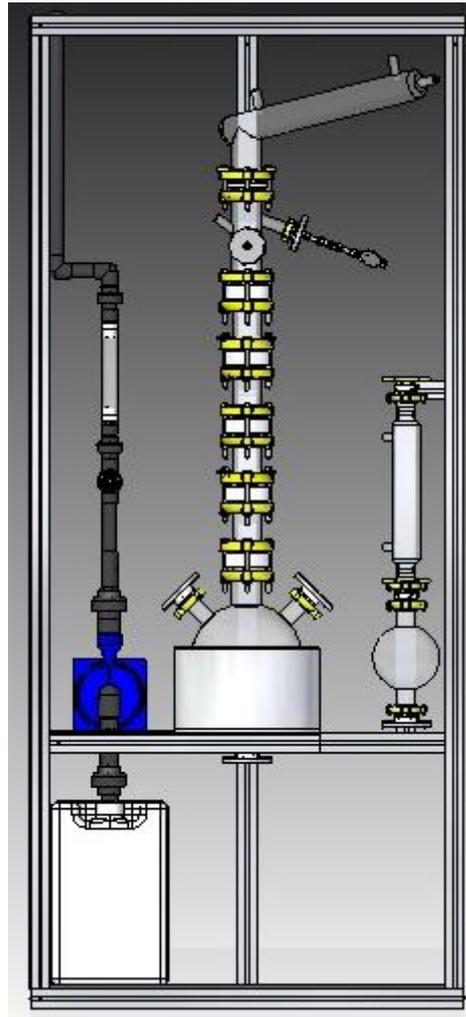


Figura 2.10.Lay out del equipo de destilación en columna de platos a pequeña escala. Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris.

En la figura 2.11 se observa un soporte utilizado para sujetar columnas modelado con software de diseño asistido por computadora.

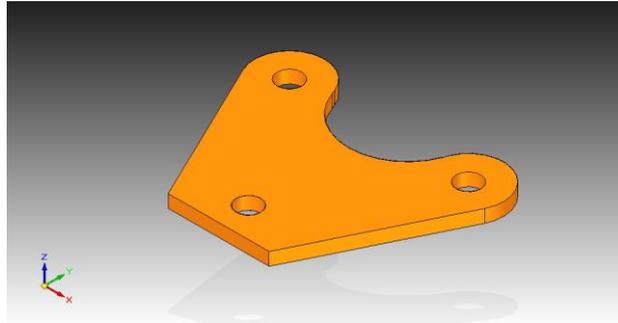


Figura 2.11. Modelo de soporte "Vee". Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris.

Así mismo en la siguiente figura se aprecia el producto final cortado con agua a extrema presión.



Figura 2.12. Soporte "Vee" fabricado en acero. Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris.

3. Diseño conceptual

El área de Ingeniería y Desarrollo de la empresa en la que actualmente laboro como ingeniero de diseño también es encargada de conceptualizar nuevos proyectos para su lanzamiento en el mercado. El diseño que a continuación se presenta fue realizado por mí a petición de esta área para ampliar el número de modelos pertenecientes al estudio de control.

3.1. Definición del proyecto

Necesidades

Una necesidad es la expresión creada por el hombre para hacer funcionar un sistema que lo beneficie.

Para una organización necesidad es aquello que precisa para cumplir o alcanzar un objetivo determinado.

Según Gomez-Senent, en el campo industrial las necesidades que dan origen a un proyecto de ingeniería son consecuencia de:

- Una disminución de los beneficios o un descenso en las ventas del producto
- Una mejora de los productos de la competencia por su mayor calidad o su menor precio
- La aparición de nuevos procesos de fabricación, nuevos sistemas o mejora de las existentes
- Un aumento de las ventas o de los beneficios que aconseja abrir nuevos mercados, diversificar productos o crear otros nuevos.

Aspectos importantes por lo que se requiere el diseño del nuevo equipo.

- Fácil transportación
- Fácil operación
- Fabricación rápida
- Tamaño adecuado
- Movilidad
- Bajos costos

Se necesita un equipo que se pueda transportar en un auto, que por su sencillez de operación pueda colocarse con aceptación en el mercado de la educación, de rápida fabricación y de buena visualización de las variables en estudio.

Estas necesidades surgen a consecuencia de una mejora de los equipos ya existentes y de los equipos de la competencia, a un aumento de las ventas creando un equipo nuevo a partir de otro.

Requerimientos

Se entiende por requerimiento aquello con lo que debe cumplir un sistema para su funcionamiento.

Las demandas son requerimiento sin los cuales un sistema no podría funcionar bajo ninguna circunstancia. Los deseos también son requerimientos los cuales deben ser tomados en consideración en la medida de lo posible.

Identificación de requerimientos

Previo a hacer una lista de requerimientos es de mucha utilidad hacer uso de un esquema que contenga el tipo de requerimiento y algunos ejemplos como el mostrado en la siguiente tabla.

Tipo de requerimiento	Ejemplo
Geometría	Tamaño, peso, ancho, longitud, diámetro, espacio requerido.
Cinemática	Tipo de movimiento, dirección del movimiento, velocidad.
Fuerzas	Dirección de las fuerzas, magnitud, frecuencia, carga, rigidez.
Energía	Eficiencia, pérdidas, fricción, ventilación, presión.
Materiales	Propiedades físicas y químicas.
Señales	Entrada y salida, displays y equipo de control.
Seguridad	Seguridad del sistema, operacional, del operador y ambiental.
Ergonomía	Relación hombre máquina, tipo de operación, iluminación, estética.
Producción	Limitaciones de fabricación, métodos de fabricación.
Control de calidad	Pruebas y mediciones, aplicación de estándares.
Ensamble	Instalación y cimientos.
Transporte	Limitaciones de la entrega, medios de transporte.
Operación	Vestimenta, ruido.
Mantenimiento	Inspección, reparaciones, limpieza.
Reciclaje	Reuso de materiales, reciclaje, disposición final de los residuos.
Costos	Costo máximo de manufactura, inversión y depreciación.
Entrega	Planeación del proyecto, fecha de entrega.

Tabla 3.1. Ejemplo de identificación de requerimientos. Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris.

Una vez que se cuente con este esquema hay que identificar los requerimientos de nuestro proyecto y acomodarlos por tipo y relevancia en una lista como se muestra en la siguiente tabla.

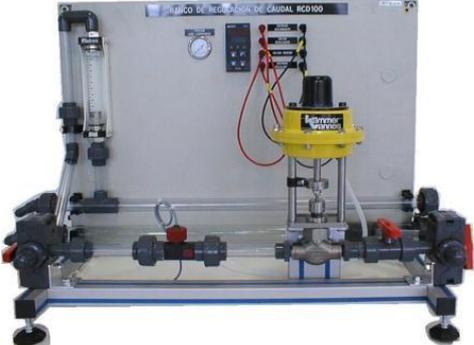
 Generatoris S.A. de C.V.		Equipo: DC-CF-XT001	
		Fecha	18.02
		Revisión	0
		Página	1
Cambios	D/W	Requerimiento	
	D	1. Geometría: Dimensiones	
	D	Altura: 1m	
	D	Largo: 0.9m	
	D	Profundidad: 0.5m	
	W	Peso: 40 Kg	
		2. Energía	
	D	Alimentación general : 120V	
	D	Ahorrador de energía	
	W	Muy eficiente	
	W	Pocas pérdidas por fricción	
		3. Materiales	
	W	Difícil de oxidarse	
		Temperaturas	
	W	Rango de temperaturas de 5-40 °C	
		4. Señales	
	D	Manejables para la adquisición de datos	
		5. Producción	
	D	Armado en una semana	
		6. Transporte	
	D	Que quepa en un auto mediano	
		7. Mantenimiento	
	D	Intervalo de mantenimiento menor a 1000 operaciones	
		8. Costo	
		9. Entrega	
	D	Mayo del 2012	

Tabla 3.2. Formato de requerimientos. Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris.

3.2. Planteamiento del proyecto

En la industria internacional dedicada a la fabricación de equipo didáctico vinculado a instituciones educativas se ha encontrado que los equipos de control de flujo utilizan métodos que implican poco ahorro de energía como el de recirculación, válvulas de estrangulación y control arranque/paro, para ello se genera una alternativa que nos traerá beneficios en cuanto a ahorro de energía y pérdidas en tuberías y accesorios.

En la siguiente tabla se presentan algunos equipos didácticos que estudian el control de flujo.

Equipo	País de origen	Desventajas
	Alemania	<p>No existe un by-pass que reduzca la carga en la bomba.</p> <p>La tubería es propensa a oxidarse</p>
	Francia	<p>No incluye un tanque de alimentación.</p> <p>Exceso de accesorios</p>
	Inglaterra	<p>No existe estructura para proteger al equipo.</p> <p>Espacio reducido para el control multivariable.</p>

	Francia	<p>No es posible el estudio de control de flujo de agua, solo de aire.</p> <p>No se visualiza el flujo de aire.</p>
	México	<p>Exceso de accesorios.</p> <p>Espacio desaprovechado.</p> <p>Mal acomodo de los elementos.</p>

Tabla 3.3. Desventajas de los equipos similares en el mercado internacional. Fuente de las imágenes: Internet¹

¹ www.gunt.de
www.didatec-technologie.com
www.armfield.co.uk
www.pignat.com
www.generatoris.com

3.3. Diseño conceptual

Definiciones

Según Pahl G. y Beitz W. “El diseño conceptual es la parte del proceso de diseño en la que, por la identificación de los problemas esenciales a través de la abstracción, por el establecimiento de estructuras de funcionamiento, por la búsqueda de principios adecuados de trabajo y por sus combinaciones, se establece el camino básico de la solución a través de la elaboración de un principio de solución. El diseño conceptual determina el principio de una solución. “

En el proceso de diseño hay retos que son demasiado complejos para resolverlos como un solo problema, por lo tanto estos se pueden dividir en una serie de problemas más simples. La división de un problema en otros subproblemas se llama desarticulación del problema. Esquemáticamente un problema se puede desarticular mediante los diagramas de funciones.

En la Figura 3.1 se muestra en forma de diagrama el denominado modelo de caja negra, el cual es el primer paso para desarticular un problema. Aquí se muestra de manera simplificada la forma como debe generarse el control de flujo en sistemas didácticos.

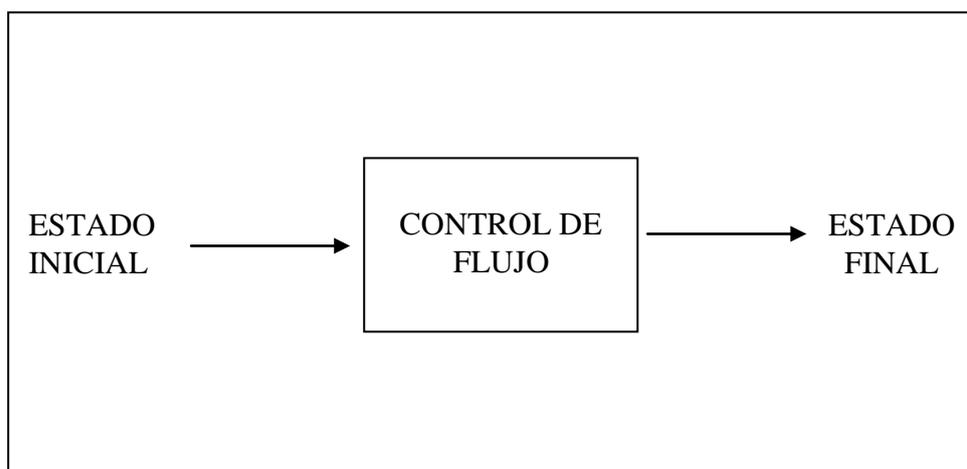


Figura 3.1. Modelo de caja negra. Archivo personal.

DIGRAMA PRINCIPAL.

Después del modelo de caja negra, esta se divide en en subfunciones para crear una descripción menos general de las funciones de los elementos llamado diagrama principal.

La Figura 3.2 contiene el diagrama principal del equipo piloto para control de flujo.

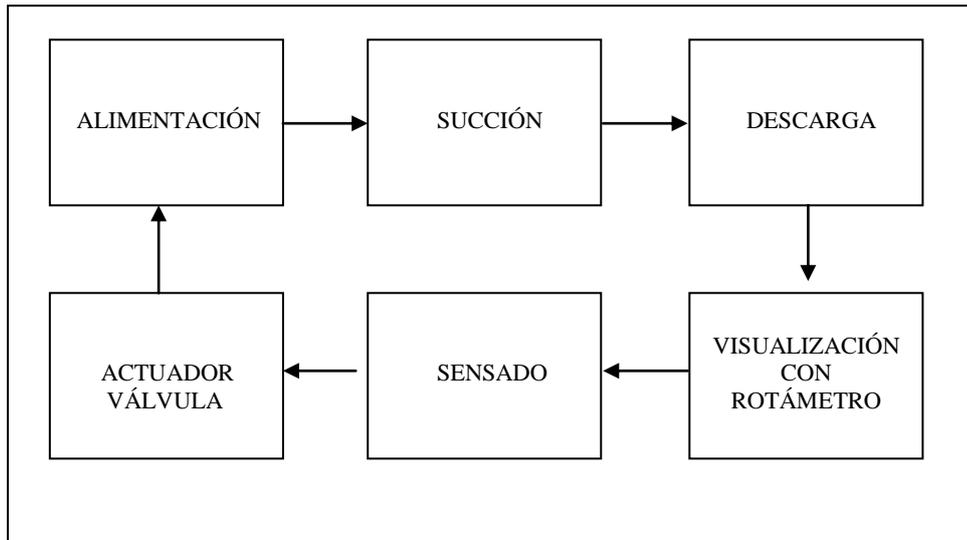


Figura 3.2. Diagrama de funciones principal. Archivo personal.

Analizando el diagrama principal se observa que las funciones de succión y descarga pueden fusionarse en una llamada distribución del fluido y reducir el número de funciones como se muestra en forma de diagrama en la Figura 3.3.

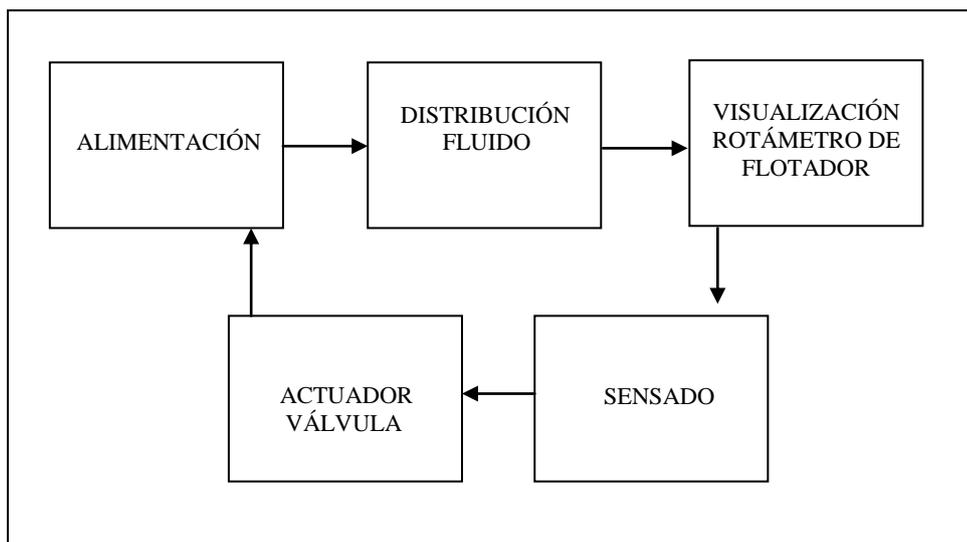


Figura 3.3. Alternativa 1 del diagrama de funciones. Archivo personal.

En la siguiente figura en forma de diagrama se hace el cambio en la función que contiene al actuador en el equipo piloto. Se elimina a la válvula de estrangulación y el actuador se reemplaza por la bomba, así el nuevo actuador es el que traslada el fluido en el equipo.

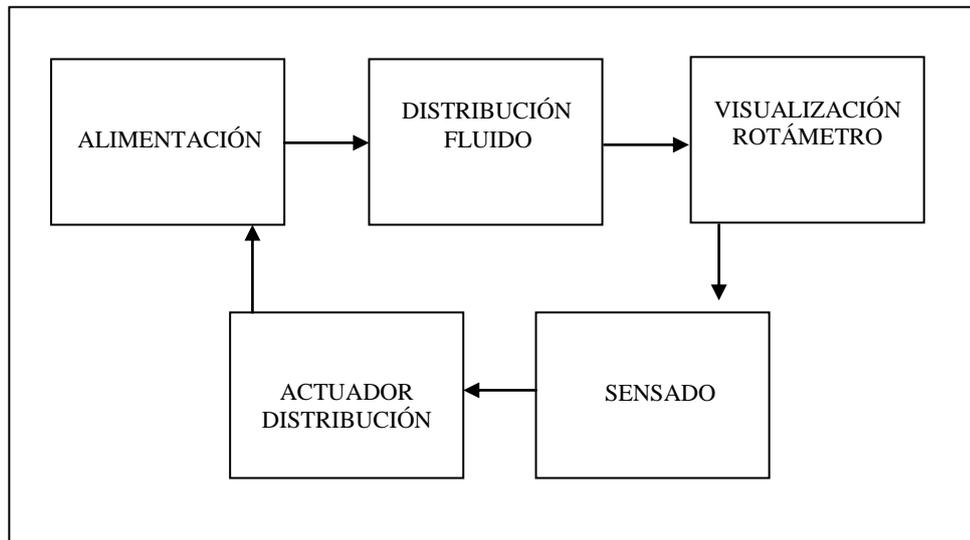


Figura 3.4. Alternativa 2. del diagrama de funciones. Archivo personal.

Por último se muestra en la siguiente figura la tercer alternativa del diagrama de funciones.

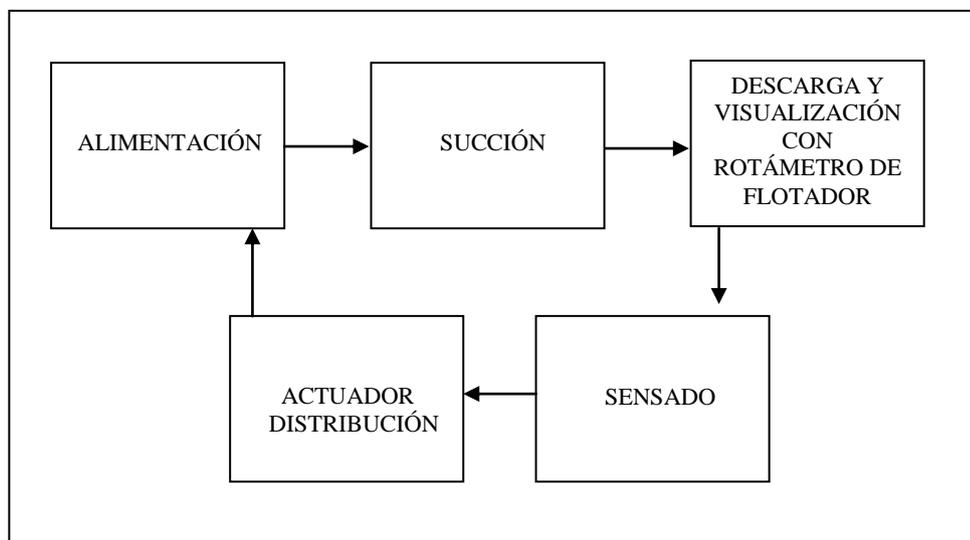


Figura 3.5. Alternativa 3. Del diagrama de funciones. Archivo personal.

La alternativa adecuada para el desarrollo de nuestro diseño es la número tres, debido a que presenta una sencillez en la unión de dos funciones.

Esta alternativa así como la segunda presentan cambios en la posición de la función actuador ya que se considera más sencillo usar la distribución como elemento actuador que la válvula de estrangulación.

Todos los elementos a usar en la tercer alternativa son accesibles y funcionales para nuestro diseño.

Para ello se establecen las siguientes alternativas de solución de acuerdo al diagrama funcional seleccionado.

Una matriz morfológica incluye y descarta muchas de las posibilidades que son factibles para decidir el diseño óptimo.

En la siguiente tabla se muestran las alternativas generadas para dar solución al equipo de control de flujo.

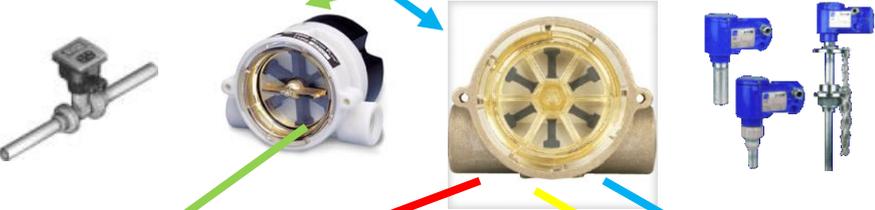
FUNCIÓN	SOLUCIÓN
ALIMENTACIÓN	
DISTRIBUCIÓN	
VISUALIZACIÓN	
SENSADO	
ACTUADOR	

Tabla 3.4. Matriz morfológica. Archivo personal.

Las combinaciones de soluciones se describen a continuación.

CF-1: Equipo para control de flujo. Figura 3.4. Esta alternativa presenta un tanque de alimentación de 25 L de uso común en los equipos utilizados en la empresa. El flujo es trasladado por la bomba a la cual está asociada una válvula de succión y una de descarga. Posteriormente se puede visualizar el flujo por medio del rotámetro. El sensor de flujo manda una señal a la válvula de control y esta obtura o abre dependiendo la señal que reciba del controlador montado en el gabinete de control.

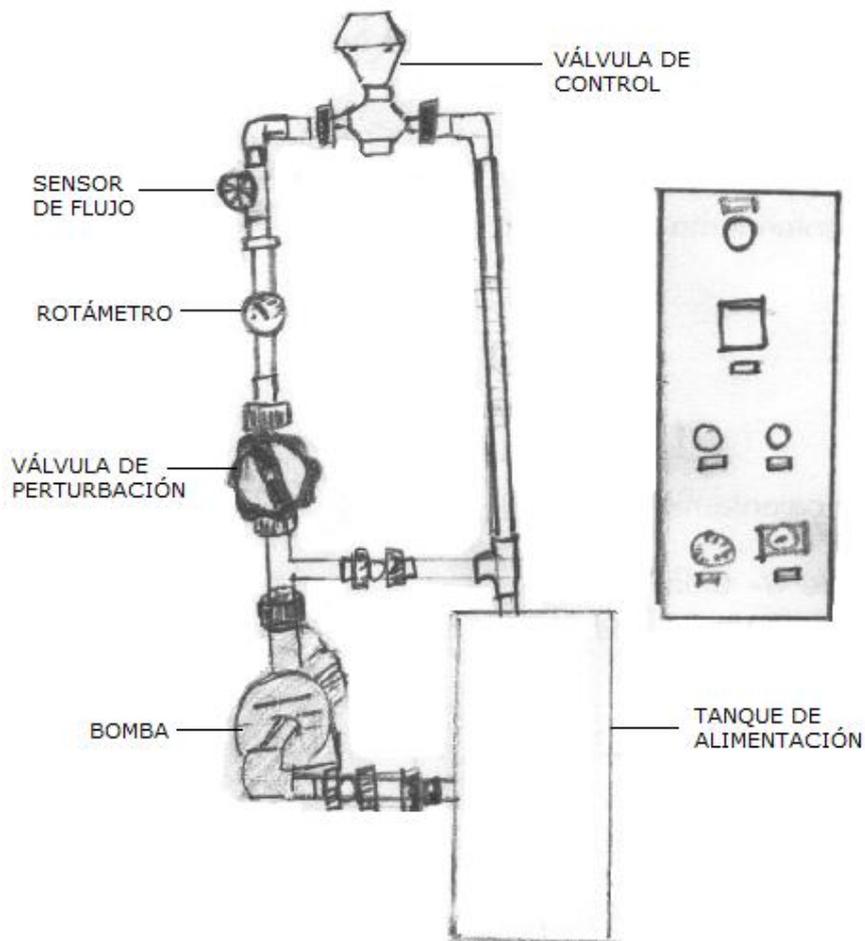


Figura 3.4. Alternativa CF-1. Archivo personal.

CF-2: Equipo para control de flujo. Figura 3.5. El tanque de alimentación es dimensionado con respecto al tamaño del equipo. La posición de la bomba cambia para ahorrar accesorios y unir la función de succión y descarga. Tanto el sensor de flujo y la válvula de control son cambiados de posición para que estos elementos tengan un mejor desempeño así como un mejor acomodo en el equipo.

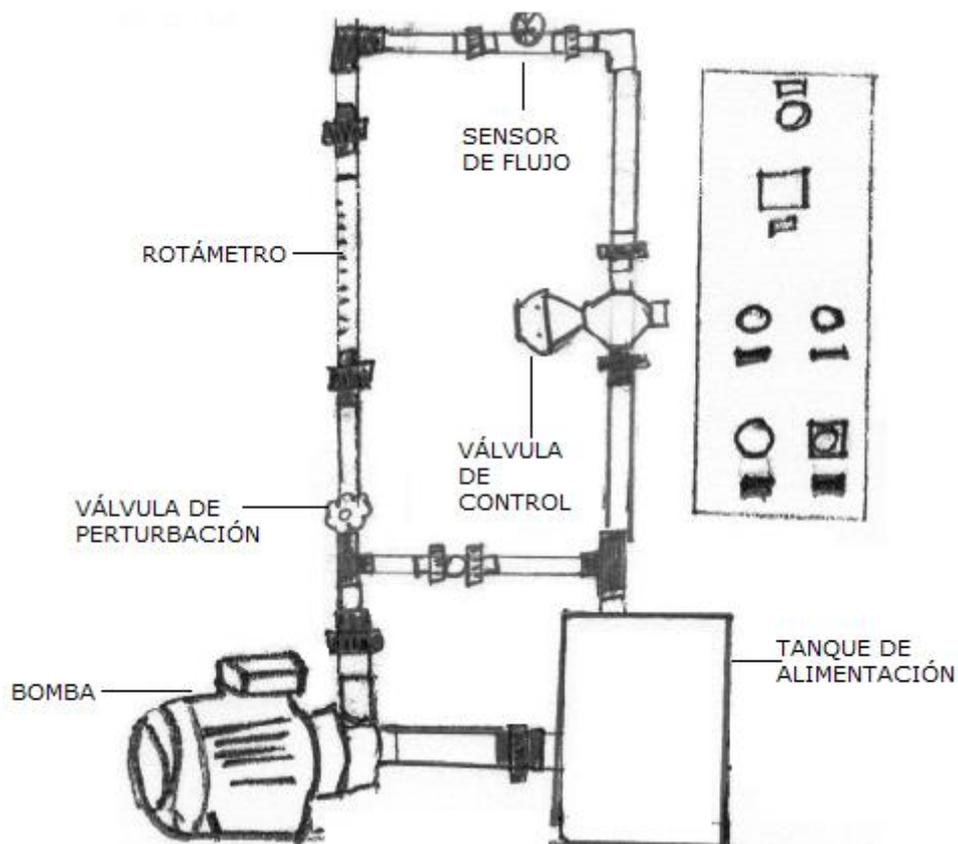


Figura 3.5. Alternativa CF-2. Archivo personal.

CF-3: Equipo para control de flujo. Figura 3.6. En esta alternativa se hace un cambio en el actuador. El distribuidor del fluido trasladará mayor o menor fluido al sistema dependiendo de la señal del controlador.

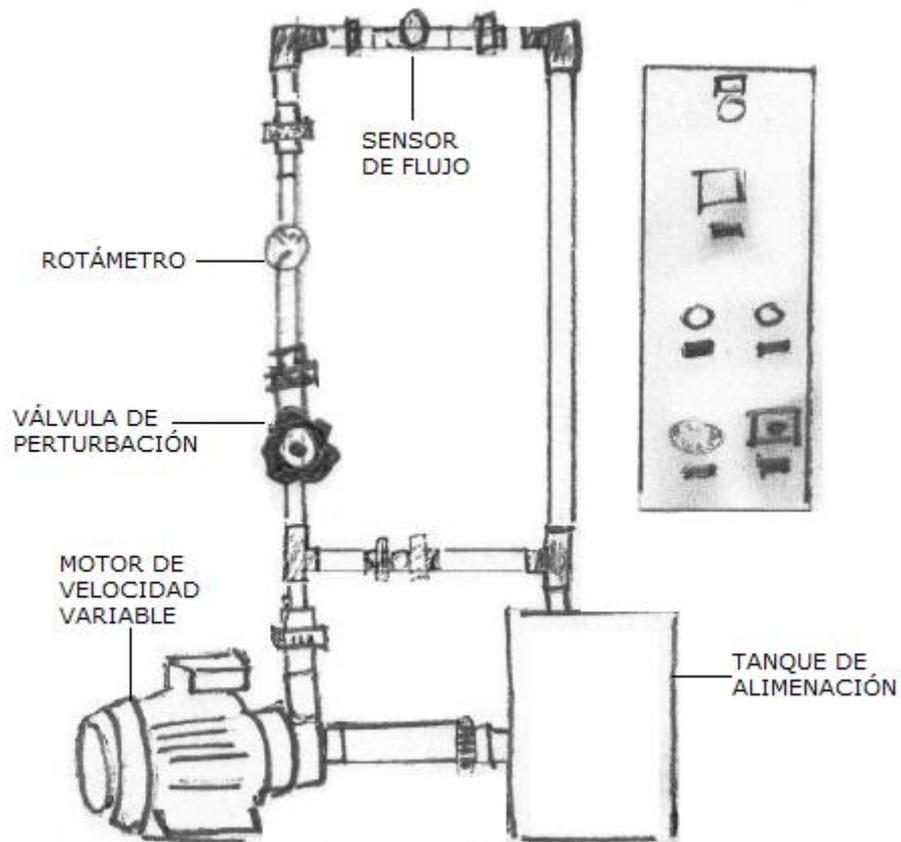


Figura 3.6. Alternativa CF-3. Archivo personal.

CF-4: Equipo para control de flujo. Figura 3.7. El actuador en esta alternativa ya no necesita de un arreglo tipo by-pass de regreso al tanque de alimentación porque el motor de la bomba ya no se forzará como en las alternativas anteriores en las que se obtura la línea del proceso. El rotámetro de flotador en esta propuesta presenta una mejor visualización del fluido.

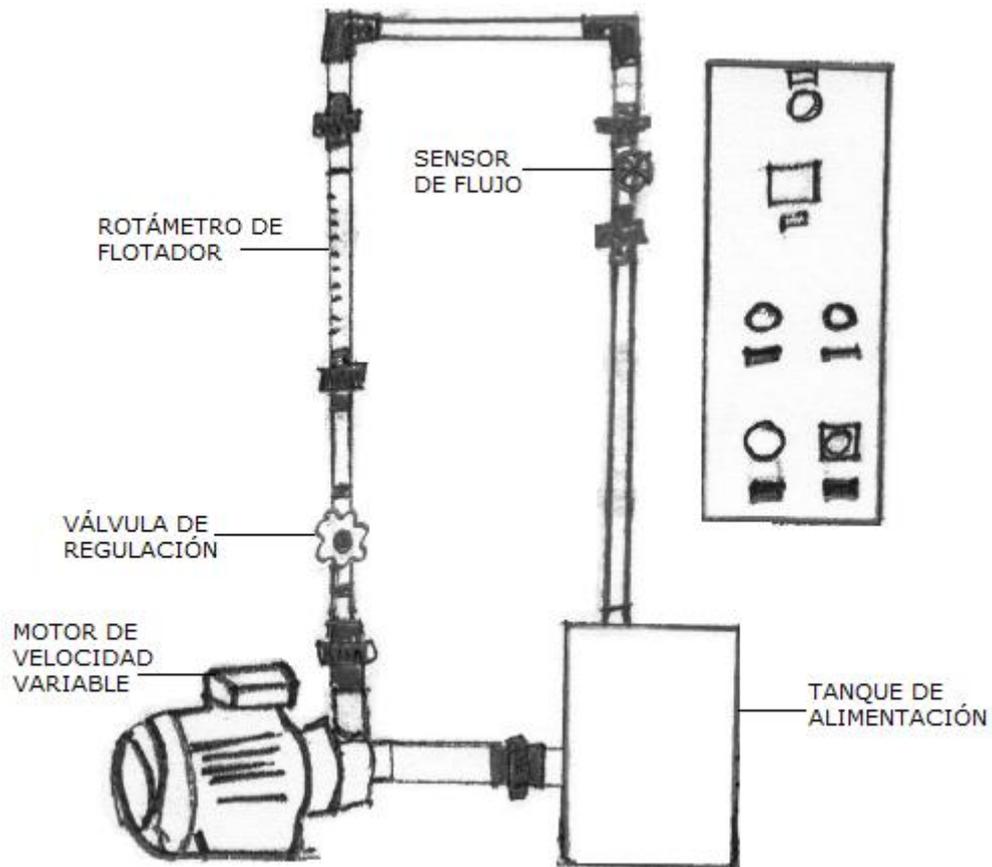


Figura 3.7. Alternativa CF-4. Archivo personal.

En la Figura 3.8 se aprecia el equipo piloto para estudio de control de flujo con sus principales componentes.

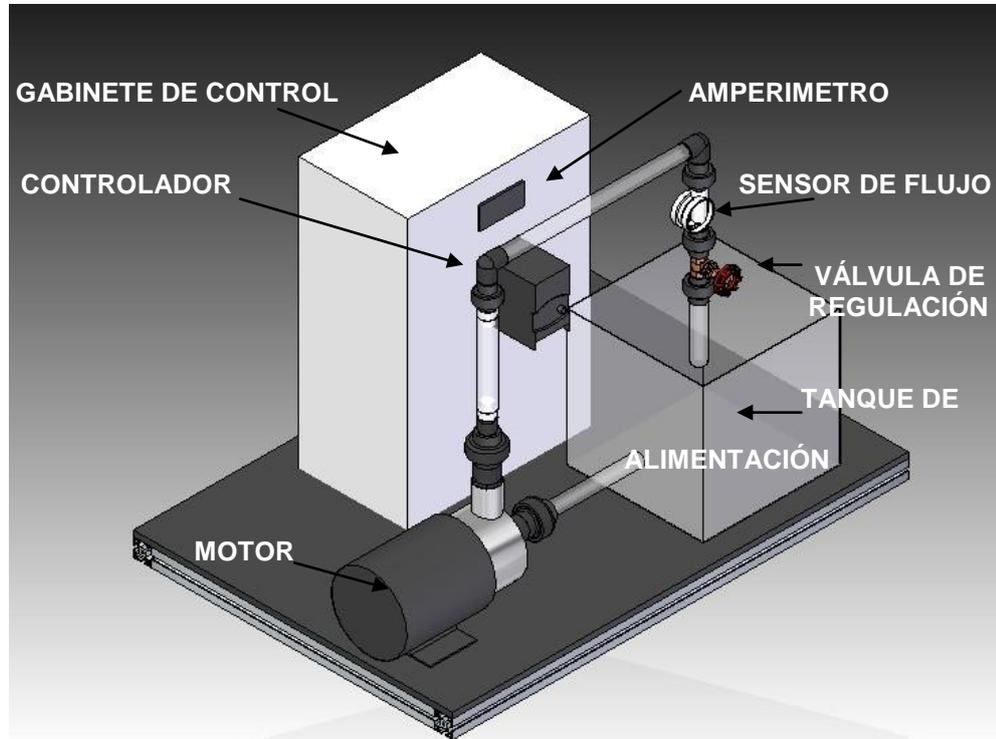


Figura 3.8. Modelado del equipo para estudio de control de flujo. Archivo personal.

En esta sección se describen el proceso y cada uno de los elementos de acuerdo a la función que realizan dentro del sistema de control de flujo.

Proceso

En primer lugar se suministra de líquido al tanque de alimentación. Una bomba transporta el fluido desde el depósito al sistema de tubería y lo recircula.

El gasto volumétrico se observa en el rotámetro de flotador, el cual también permite visualizar el proceso de regulación.

El sensor de flujo que opera a base de una turbina mide el flujo y manda una señal al controlador digital ubicado en el gabinete de control.

La bomba de alimentación recibe la señal del controlador digital y sirve de actuador en el sistema.

Para finalizar, el sistema puede perturbarse con una válvula de regulación ubicada al final del arreglo de tuberías y así de nuevo comenzar el lazo de control.

BOMBA

La bomba se emplea para transferir un volumen de un líquido a una distancia y elevación dada de modo que la presión del fluido llegue al lugar seleccionado con ese volumen y una presión determinada.

Con la siguiente ecuación se calcula la potencia mecánica de la bomba

$$Pot_{mec} = \frac{QH}{367} [kW]$$

En donde

$$Q = Flujo \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

$$H = Carga [m]$$

$$367 = Factor.conversion$$

El número de Reynolds relaciona la velocidad del fluido con diámetro interno de la tubería y determina que un flujo laminar es aquel que mantiene un número de Reynolds menor o igual a 2300. Los flujos arriba de este parámetro son inestables. Los flujos arriba de 4000 son turbulentos. El rango entre 2300 y 4000 debe de ser evitado en el proyecto de diseño de tuberías y cálculo de bombas.

Así entonces;

$$Re_{min} \leq 4000$$

Y usando:

$$Re = \frac{354Q}{\theta\mu}$$

Despejando

$$Q_{min} = \frac{Re_{min}\theta\mu}{354} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

En donde;

θ = Diámetro interno de la tubería [m]

μ = Viscosidad [centipoises]

Usando tubería de PVC cédula 80 de DN 1 1/4" la cual tiene un diámetro interior de 25 mm.

$$Q_{min} = \frac{4000(0.025m)(1Cp)}{354} = 0.23 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

El concepto de carga H representa la energía en metros de columna de agua en cualquier punto del sistema.

La carga total en el sistema a diseñar se compone de:

Carga de elevación. Es aquella que representa la distancia vertical arriba de la elevación tomada como referencia, esto es la elevación a la cual se traslada el fluido.

Carga de velocidad. Representa la pérdida de carga de un fluido en movimiento al vencer la resistencia de fricción para fluir.

La carga de elevación en el sistema es de:

$$h = 1.6[m]$$

Ya que la longitud de la tubería es de 1m y la altura a elevar el fluido es de 0.6 m.

Para la carga de velocidad se hace cálculo de la pérdida en tubería y accesorios se hizo una prueba en el EQUIPO PARA ESTUDIO DE FLUJO DE FLUIDOS Y BOMBAS FF-DF-270/EL.

Esta prueba consiste en tomar la lectura de la caída de presión en cm de agua en los accesorios representativos en el equipo a diseñar el cual arrojó los siguientes resultados experimentales a un flujo máximo de 3000 Litros por hora.

Accesorio	Caída de presión [cm Agua]
Adaptador macho recto succión	42
Adaptador maco recto descarga	42
Válvula de regulación	123
Reducción bushing	70
Rotámetro	42
Sensor de flujo	15
Par de codos 90°	78
Suma	412

Tabla 3.5. Caída de presión en accesorios. Archivo personal.

Haciendo la suma de cargas

La carga total es de H= 5.72

Así entonces la potencia mecánica mínima del equipo es:

$$Pot_{mec} = \frac{QH}{367} [kW]$$

$$Pot_{mec} = \frac{(0.23)(5.72)}{367} = 3.58 \times 10^{-3} [kW]$$

$$Pot_{mec} = 4.81 \times 10^{-3} [hP]$$

Los motores de velocidad variable SIEMENS son de operación silenciosa, con una eficiencia del 60%, de diseño compacto y con un bajo consumo de energía. El modelo a utilizar será el de 0.25 HP mostrado en la Figura 3.9 ya que es el de menor potencia encontrado en el mercado.



Figura 3.9. Motor de velocidad variable. Fuente: Catálogo Siemens en internet.

VARIADOR DE VELOCIDAD

Los sistemas de bombeo con cargas variables se diseñan considerando la condición máxima de operación. En estos casos un motor de velocidad variable o un variador de frecuencia puede reducir la velocidad y por lo tanto la potencia y el consumo eléctrico con importantes ahorros de demanda y costo de energía que pueden ser entre 40% y 60%.

Con un motor o dispositivo de velocidad variable que con cerca de 30% a 40 % de reducción de carga se tendría un ahorro de potencia eléctrica similar, más el ahorro de energía resultante, situación que no ocurrirá con los controles tradicionales con motores de velocidad fija.

Otras ventajas que traen consigo la velocidad variable son un arranque suave del motor con lo que se eliminan los picos de demanda máxima de corriente, de modo que se incrementa la vida útil del motor, baleros chumaceras.



Figura 3.10. Convertidor de frecuencia WEG. Fuente: www.weg.net

SENSOR DE FLUJO

El sensor Gems mostrado en la figura 3.11 es adecuado para cuantificar el flujo que circula por la tubería del equipo.



Figura 3.11. Sensor de flujo GEMS. Fuente: www.gemssensors.com

La función del sensor es mandar una señal al controlador del sistema para que este aumente o disminuya la frecuencia del motor de velocidad variable.

Este es un sensor de turbina la cual reacciona a turbulencias, pulsaciones, burbujas de aire y otras anomalías inducidas durante el bombeo en el proceso. Para que el sensor trabaje de manera óptima, es necesario instalarlo donde exista un flujo sin perturbaciones.

En la tabla 3.6 se muestran las especificaciones del sensor de flujo a usar.

Material del cuerpo	Polipropileno
Material del perno en rotor	Cerámico
Material del rotor	Compuesto PPS/Teflón
Lente	Polisulfón
O-Ring	Vitón
Presión máxima de operación	100 PSIG @ 20°C
Temperatura máxima de operación	82.2 °C
Temperatura ambiente de operación para los componentes eléctricos	65.5 °C
Viscosidad máxima	200 SSU
Alimentación	24 VCD (+/-10%) 22mA
Señal de salida	0-10 VCD Proporcional al flujo
Conexión eléctrica	Rojo(+)VDC, Negro(-) Tierra, Blanco señal de salida
Conexión de entrada física	0.25 " NPT

Tabla 3.6. Especificaciones del sensor de flujo. Archivo personal.

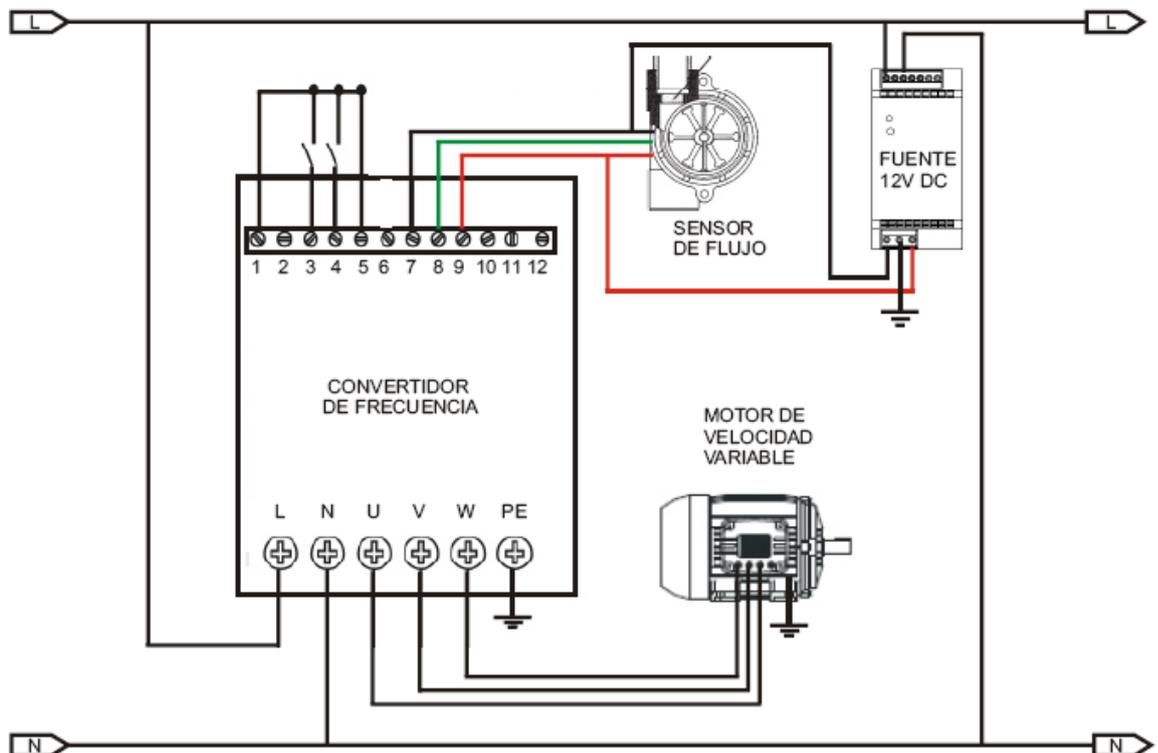


Figura 3.13. Conexión Sensor-Controlador-Actuador. Archivo personal.

En la Figura 3.13 se observa que el sensor de flujo cuenta con dos cables para la alimentación y uno para la salida de señal. Se conecta entonces la salida de señal de 0 a 10 V a la terminal número ocho del controlador, el positivo a una fuente de 24 V y puenteado a la terminal número nueve. El cable negro se conecta a la terminal siete del controlador la cual es común con el negativo de la fuente.

ROTÁMETRO

Se seleccionó el rotámetro de área variable por la fácil visualización y medición del flujo que se tienen en este componente. Otra ventaja es que no requiere de instalación de tramos mínimos de tubería. Los materiales de los que se compone son polímeros los cuales son aptos para resistir la corrosión, presión y temperatura en el proceso de control de flujo.

El desmontaje del rotámetro es sencillo para su mantenimiento y limpieza, cuenta con conexiones roscadas y bridadas y el flotador de color naranja que facilita la lectura aun en líquidos opacos.

En la figura 3.14 se muestra el rotámetro a utilizar.



Figura 3.14. Rotámetro de área variable. Fuente: Catálogo GEORG FISCHER en internet.

TUBERÍA Y ACCESORIOS

Para la red de tubería y accesorios es adecuado utilizar un compuesto de policloruro de vinilo (PVC) en cédula 80 como se muestra en la figura 3.15.

Resistente a la corrosión. 630 PSI. Temperatura máxima 60°C. Rebasa y/o se adecua a los estándares y requerimientos de la ASTM. El material es un compuesto de policloruro de vinilo (PVC) en color gris aprobado para su uso en agua potable.



Figura 3.15. Tubería cédula 80. Fuente: Catálogo SPEARS en internet.

ALUMINIO ESTRUCTURAL Y ACCESORIOS

Los perfiles de aluminio ofrecen una alta resistencia para la construcción de la estructura. Así mismo este material y forma son flexibles y funcionales ya que cuentan con accesorios especiales para su fácil instalación y armado. En la Figura 3.16 se muestran diferentes tipos de perfiles así como algunos accesorios.

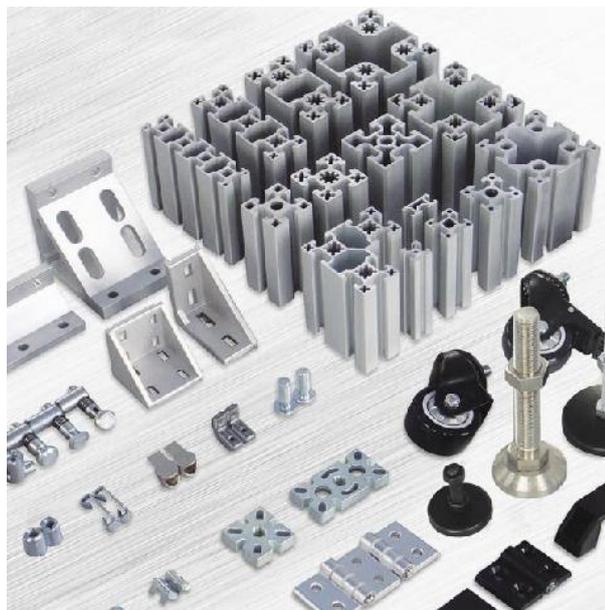


Figura 3.16. Aluminio estructural y accesorios. Fuente: Catálogo en internet de la empresa MOAS.

GABINETE DE CONTROL

Los sistemas de control de procesos requieren del uso de un gabinete de control como el que se muestra en la Figura 3.17 que integre todos los componentes eléctricos ordenados y acomodados como se muestra en la Figura 3.18. En este armario también se montan los indicadores digitales que dan lectura del flujo y del set point del proceso.



Figura 3.17. Gabinete de control. Fuente: Catálogo de la empresa COHESA. Archivo personal.



Figura 3.18. Componentes internos del gabinete de control. Archivo General Generatoris.

En la siguiente tabla se presentan los componentes del gabinete de control requerido junto con sus características principales.

COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS
Indicador y controlador	Frecuencia de 4 muestras por segundo, vida útil de 500 000 operaciones, fácil acceso a todas las funciones
Amperímetro	Fácil instalación y buen tamaño del display.
Unidades de mando y señalización	Protección contra choques eléctricos, ergonómico, resistente a vibraciones, durabilidad de 50 000 ciclos de operación, luminosidad adecuada.
Portafusibles	Material poliéster autoextinguible, amplia superficie de contacto con el fusible, fijación a riel DIN en material aislante.
Fuente de alimentación	Carcasa sólida ligera, diseñada para ser montada en riel DIN, entrada universal AC/DC.

Tabla 3.7. Componentes y características principales del gabinete de control. Archivo personal.

4. Resultados

4.1 Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

Costo

Es fundamental hacer una hoja de costos al diseñar un equipo. Ésta le da información al Departamento Comercial de una empresa para analizar la factibilidad de desarrollar el proyecto.

En la siguiente tabla se muestra la hoja de costos del proyecto.

Formato	Anexo 5: Hoja de Costos / Tiempo de entrega / Listado de compras
Fecha	<i>Fecha de elaboración</i>
Equipo	<i>Equipo para estudio de control de flujo</i>
Modelo	<i>CF-CM-100</i>
Marca	Generatoris
Elaborado por:	<i>Christian Daniel Venegas González</i>

Descripcion (Materiales)	Can t.	Precio Unitario	sub-total	IVA	Total con iva
Perfil 40 x 40 [m]	1	\$180.00	180.00	28.80	208.80
Sujetadores	5	\$23.00	115.00	18.40	133.40
Tuerca balín	5	\$21.00	105.00	16.80	121.80
Tornillo M8	5	\$4.35	21.75	3.48	25.23
Tapa de plástico	4	\$20.00	80.00	12.80	92.80
Cubreranuras	1	\$49.80	49.80	7.97	57.77
Gabinete	1	\$1,500.00	1,500.00	240.00	1,740.00
Contactador Mag. Tri. CA 7.5 HP/120 V, LC1D25F7	1	\$520.00	520.00	83.20	603.20
Lámpara piloto amarilla 120 V, 22.5 mm,	1	\$200.00	200.00	32.00	232.00
Pulsador iluminado verde 120 V, 22.5 mm,	1	\$310.00	310.00	49.60	359.60
Pulsador iluminado rojo 120 V, 22.5 mm,	1	\$310.00	310.00	49.60	359.60
Clema tornillo - tornillo unip., 12 AWG, Beige,	15	\$8.00	120.00	19.20	139.20
Clema tierra, 12 AWG, Verde-amarillo,	1	\$10.00	10.00	1.60	11.60
Cable vinatel Condumex 18 AWG rojo	5	\$5.00	25.00	4.00	29.00
Cable control	10	\$9.44	94.40	15.10	109.50
Pulsador hongo C/ ret., rojo d/girar, 1NC, 40mm,	1	\$400.00	400.00	64.00	464.00
Portafusible 10 x 38 Telemecanique	3	\$15.00	45.00	7.20	52.20
Fuente 12 VDC Weidmüller	1	\$1,500.00	1,500.00	240.00	1,740.00
Interruptor de seguridad 32 A, Telemecanique	1	\$400.00	400.00	64.00	464.00
Guardamotor 4 - 6.3 A, Schneider Electric	1	\$1,000.00	1,000.00	160.00	1,160.00
Amperimetro	1	\$1,700.00	1,700.00	272.00	1,972.00
Placa de 1/2"	0.35	\$1,000.00	350.00	56.00	406.00
Convertidor de frecuencia y controlador WEG CFW-10	1	\$3,500.00	3,500.00	560.00	4,060.00
Motor de velocidad variable Siemens	1	\$5,000.00	5,000.00	800.00	5,800.00
Bomba con brida C	1	\$500.00	500.00	80.00	580.00
Tanque de acrílico	1	\$700.00	700.00	112.00	812.00
Válvula de regulación	1	\$1,500.00	1,500.00	240.00	1,740.00
Sensor de flujo GEMS	1	\$4,400.00	4,400.00	704.00	5,104.00
Codos PVC	2	\$16.00	32.00	5.12	37.12
Conector PVC	2	\$30.00	60.00	9.60	69.60
Tuerca unión PVC	4	\$50.00	200.00	32.00	232.00
Tubería transparente	1	\$20.00	20.00	3.20	23.20
COSTO DE MATERIALES		Sub-total 1	24,947.95	3,991.67	28,939.62

Tabla 4.1. Costo de materiales para la fabricación del equipo. Archivo personal del área de Diseño y producción de Generatoris

Desde el punto de vista de un proceso de diseño se logró establecer la metodología estructurada de una aplicación tangible de la ingeniería, que es uno de los principales fines que conlleva el desarrollo de una propuesta de diseño.

Por otro lado, los pasos a seguir dentro de la metodología de diseño muestran los requisitos mínimos que conllevan a la fabricación por ello es importante que la secuencia del proceso sea considerada de una forma cíclica para enriquecer el proyecto.

Hablando de forma puntal en la aplicación de este proyecto, "Control de flujo", las etapas consideradas en el proceso de diseño se basan en la experiencia adquirida durante los periodos laborales y académicos con lo que se logra la facilidad de llevar a cabo procesos y proyectos de esta índole en el ámbito profesional.

Es importante el destacar que el desarrollo de este mismo permite vislumbrar lo importante que es una metodología a seguir permitiendo culminar los aspectos teóricos y prácticos que involucran el diseño conceptual.

Además, en la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de importancia que tiene cada uno de los pasos que se siguen en la aplicación de este proyecto

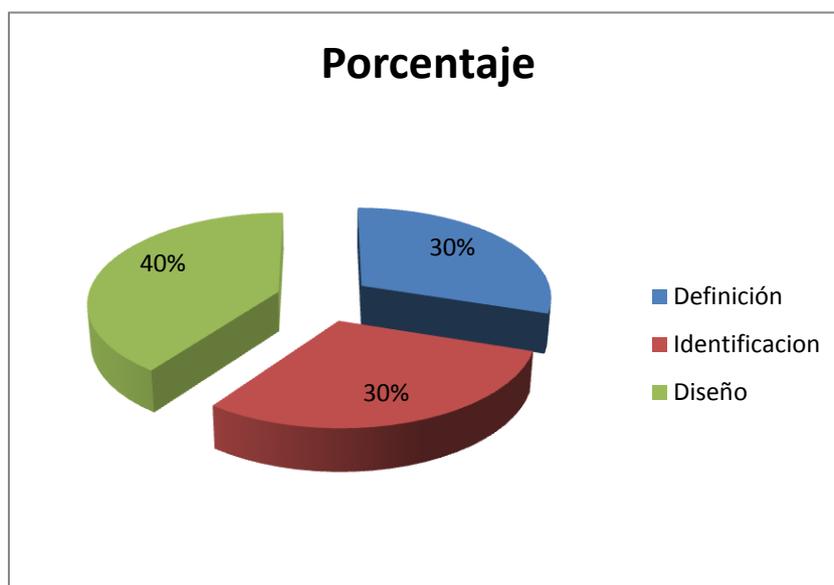


Figura 4.1. Importancia de los pasos a seguir en el proyecto. Archivo Personal.

En la gráfica anterior se muestra el porcentaje que involucró este proyecto para su aplicación directa en la generación de este mismo.

5. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo se describe el proceso de diseño de un equipo piloto para estudio de control de flujo apoyado por la experiencia profesional.

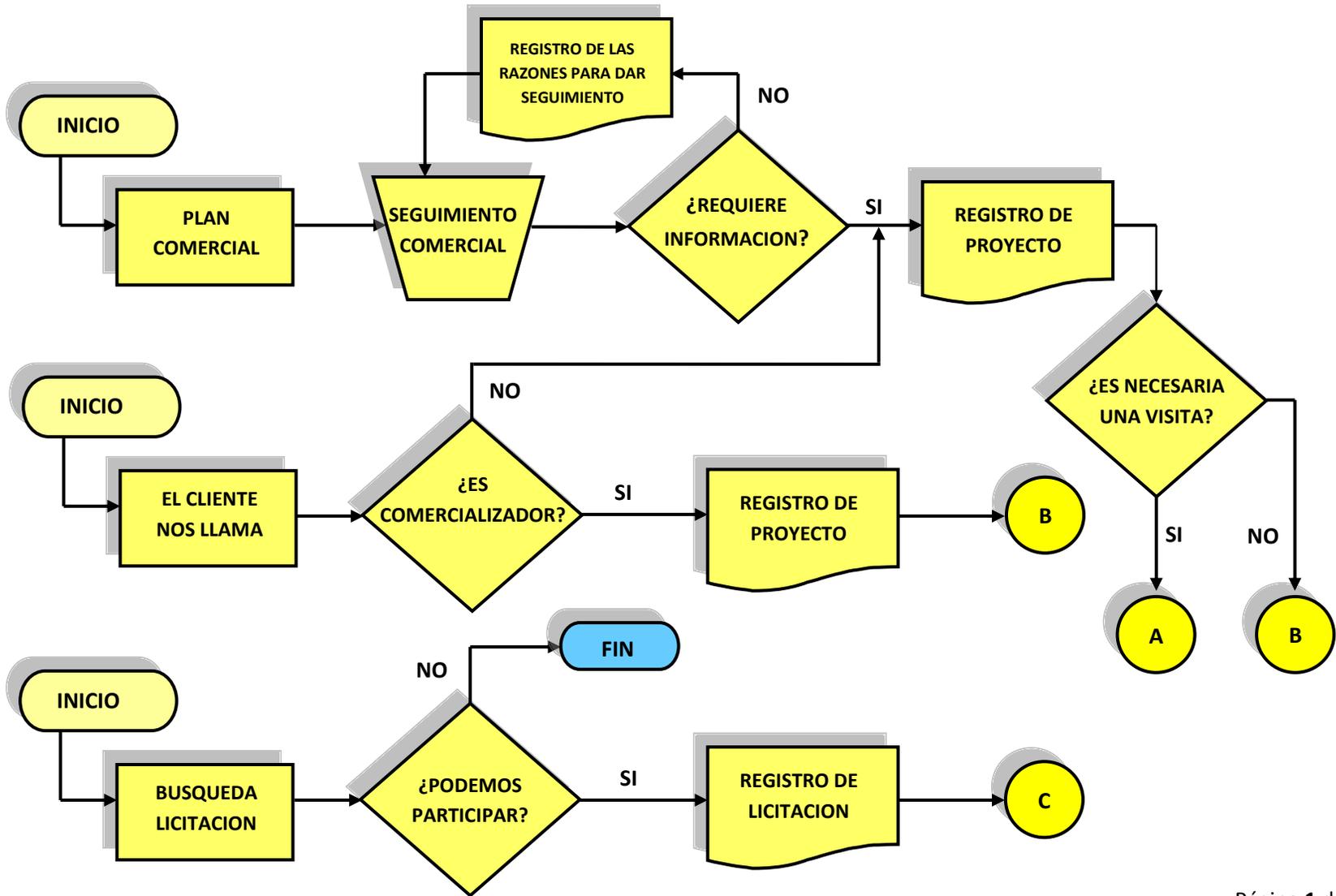
El laborar como ingeniero en la industria dedicada al diseño y fabricación de equipos piloto representa aplicar los conocimientos adquiridos en la Universidad en casi todas las actividades realizadas para la empresa, ya que para el diseño de un equipo didáctico es imprescindible tener un buen conocimiento de la teoría en estudio para concebir una máquina capaz de realizar los experimentos a analizar en dicho aparato.

Se logró diseñar un equipo piloto para estudio de control de flujo utilizando como actuador un motor de velocidad variable y como controlador un inversor de frecuencia. El resultado fue satisfactorio ya que hasta ahora no se ha encontrado un equipo similar en la industria. Así mismo, se logró ampliar las alternativas de selección de controladores y actuadores en equipos similares.

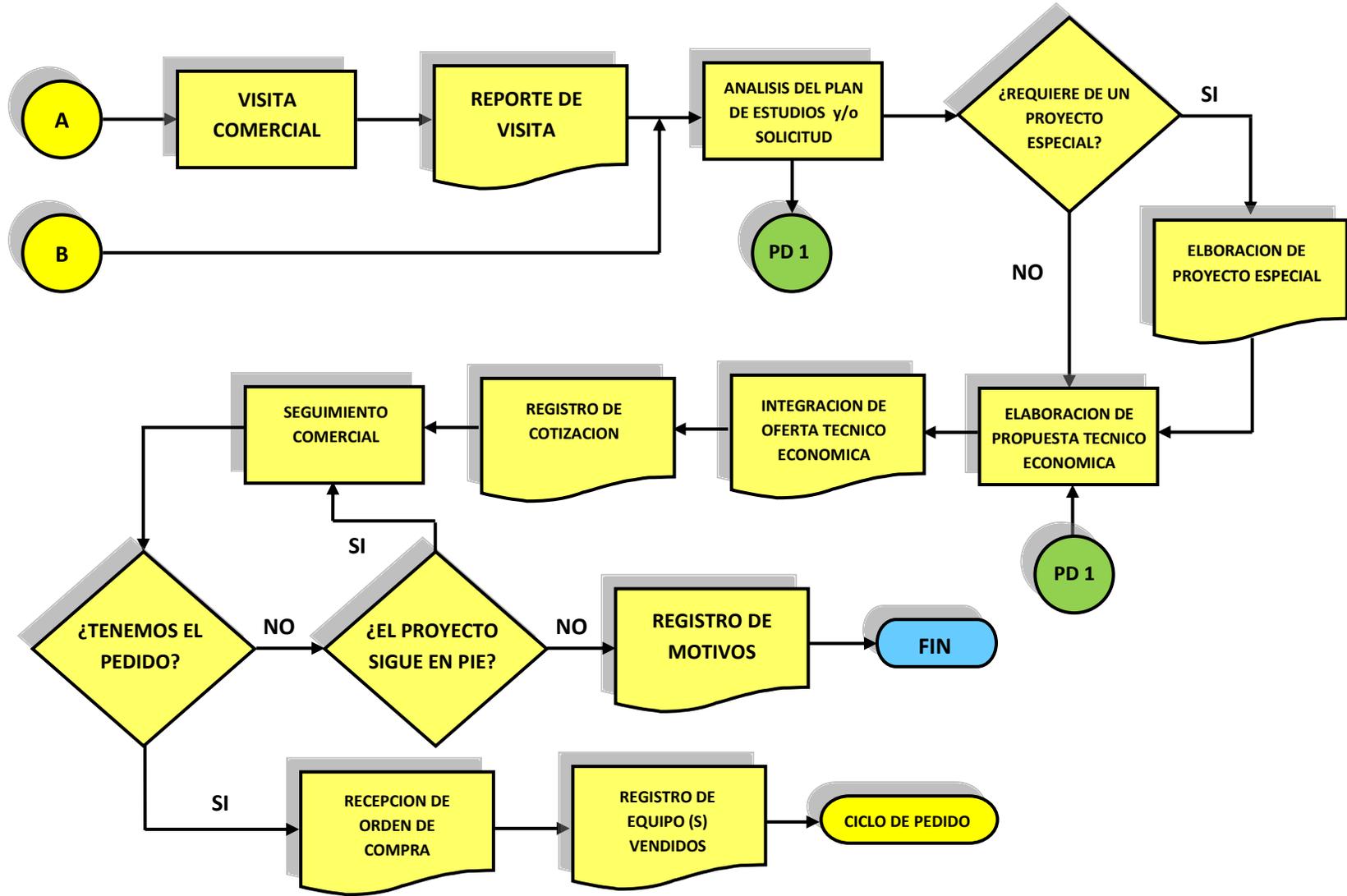
Gracias al seguimiento de una metodología de diseño se redujo el tamaño en comparación con un equipo similar diseñado y fabricado por la empresa. Esto representa una reducción de costos tanto en materiales como en embalaje y transporte.

Es recomendable la fabricación de este equipo para compararlo con el equipo similar que Generatoris S.A. de C.V. está ofreciendo. Habrá que comparar la reducción de costos de materiales, de fabricación, embalaje y transporte, así como el ahorro de energía por hora de operación.

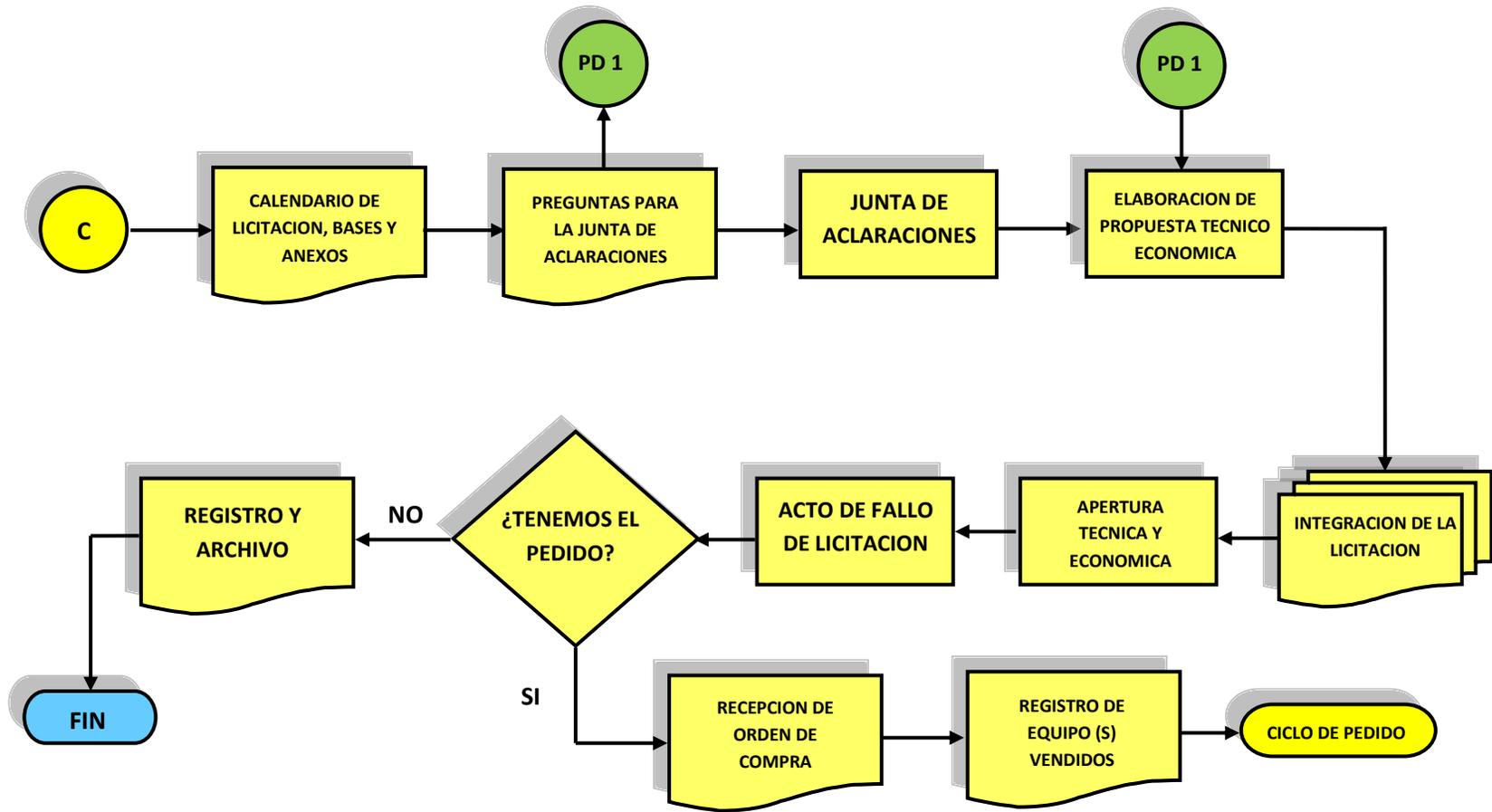
Manual de procedimientos	Numero de Control:
PROCESOS GENERATORIS	Fecha:



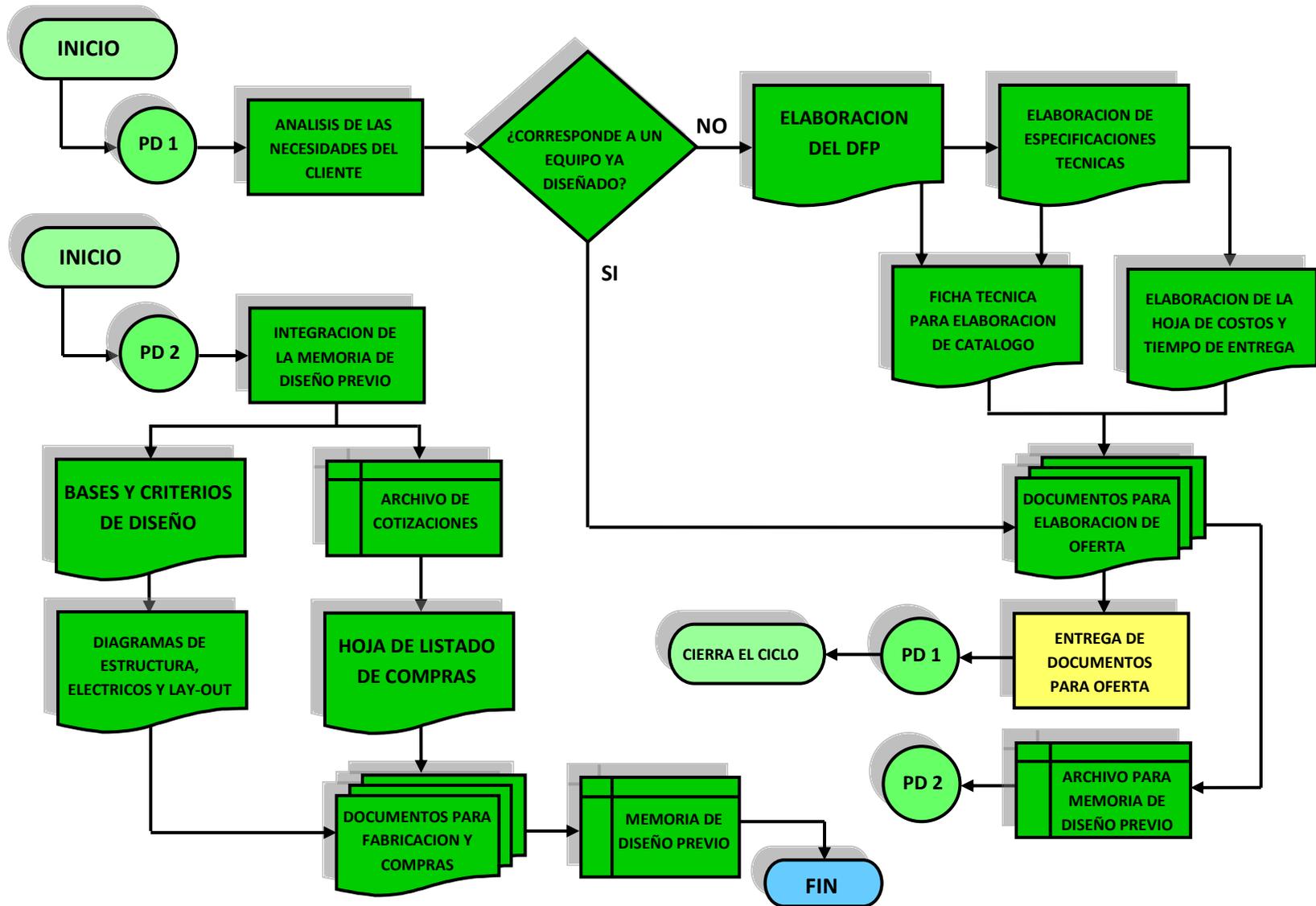
Manual de procedimientos	Numero de Control:
PROCESOS GENERATORIS	Fecha:



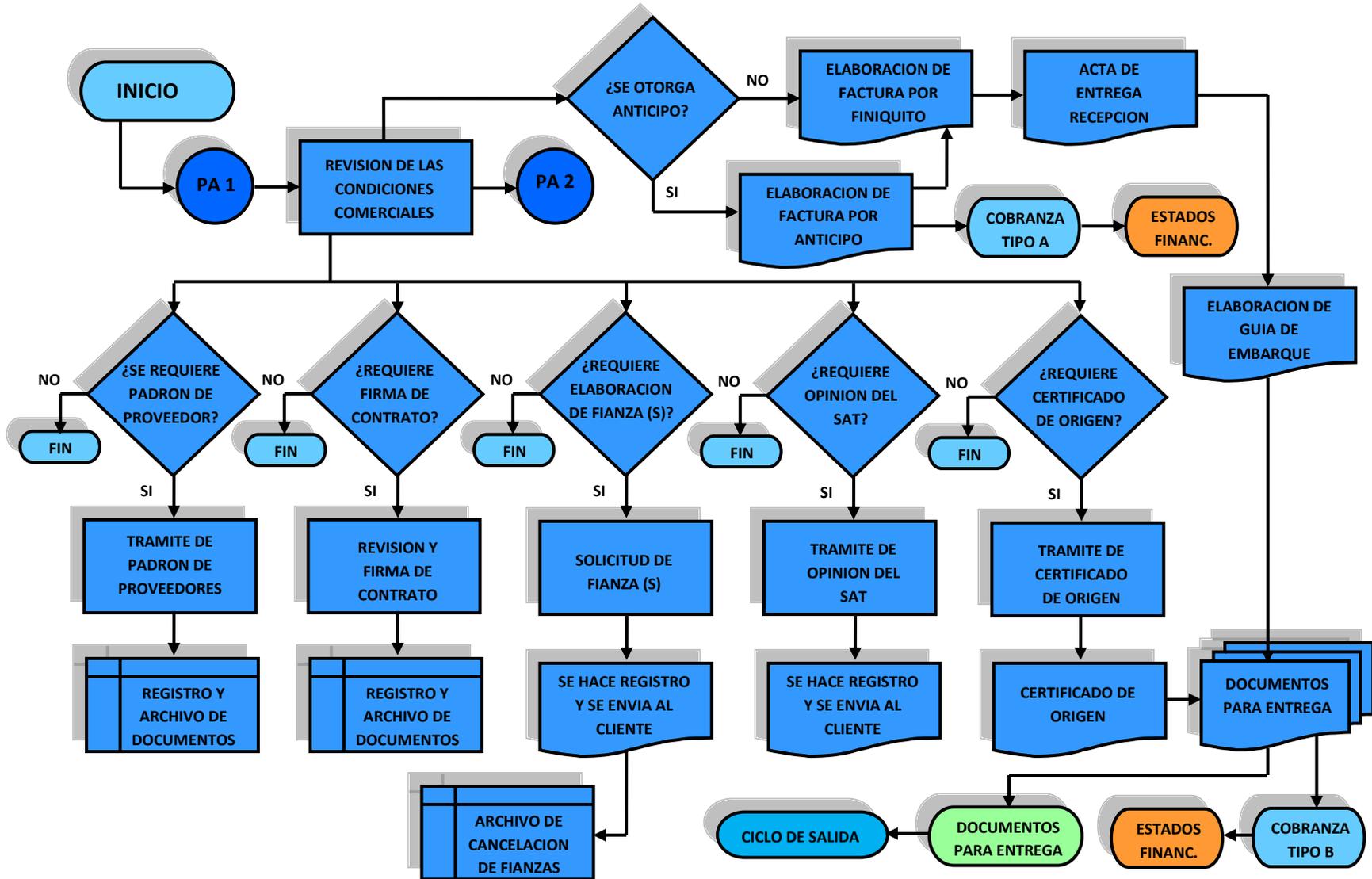
Manual de procedimientos	Numero de Control:
PROCESOS GENERATORIS	Fecha:

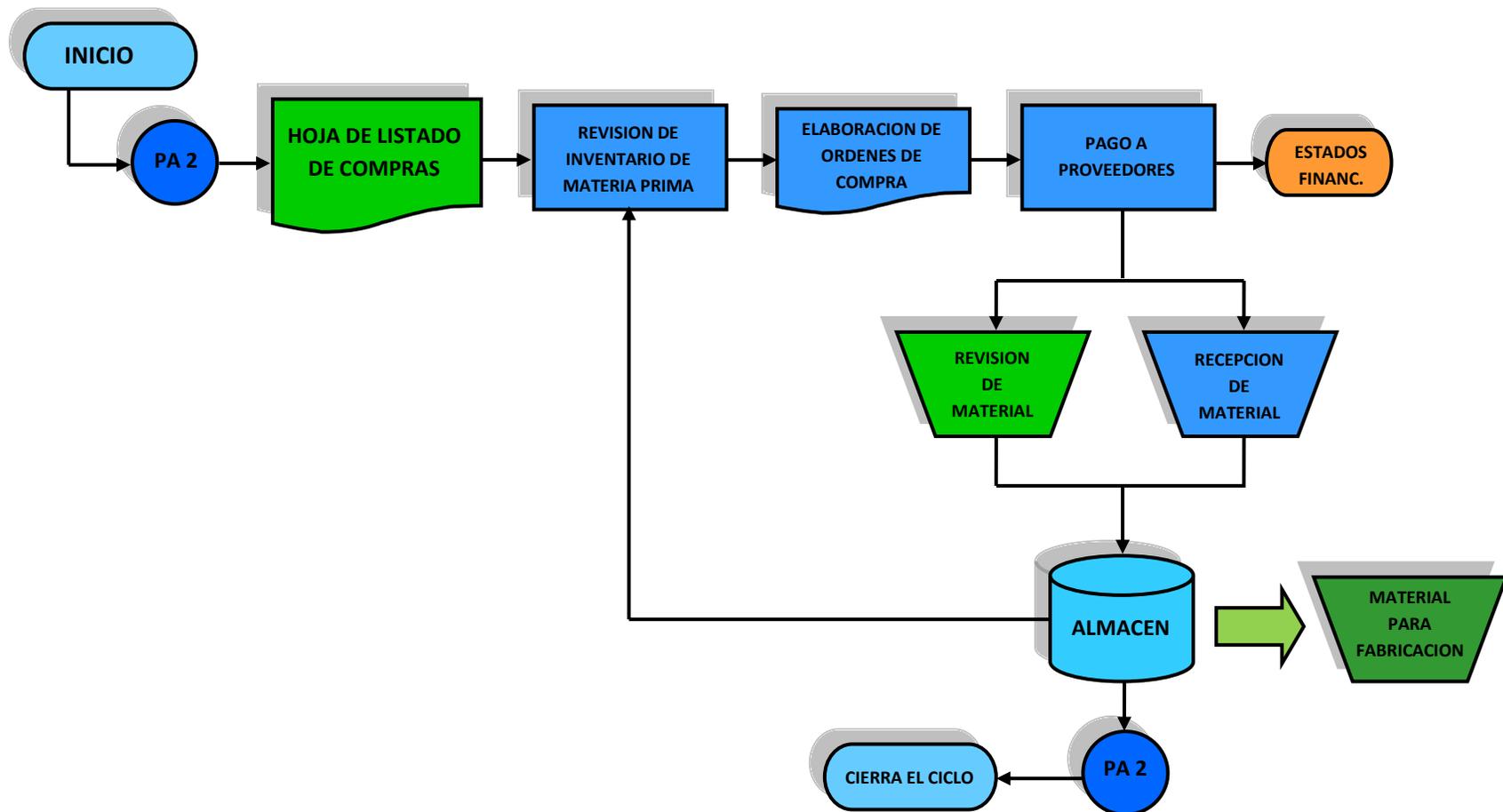


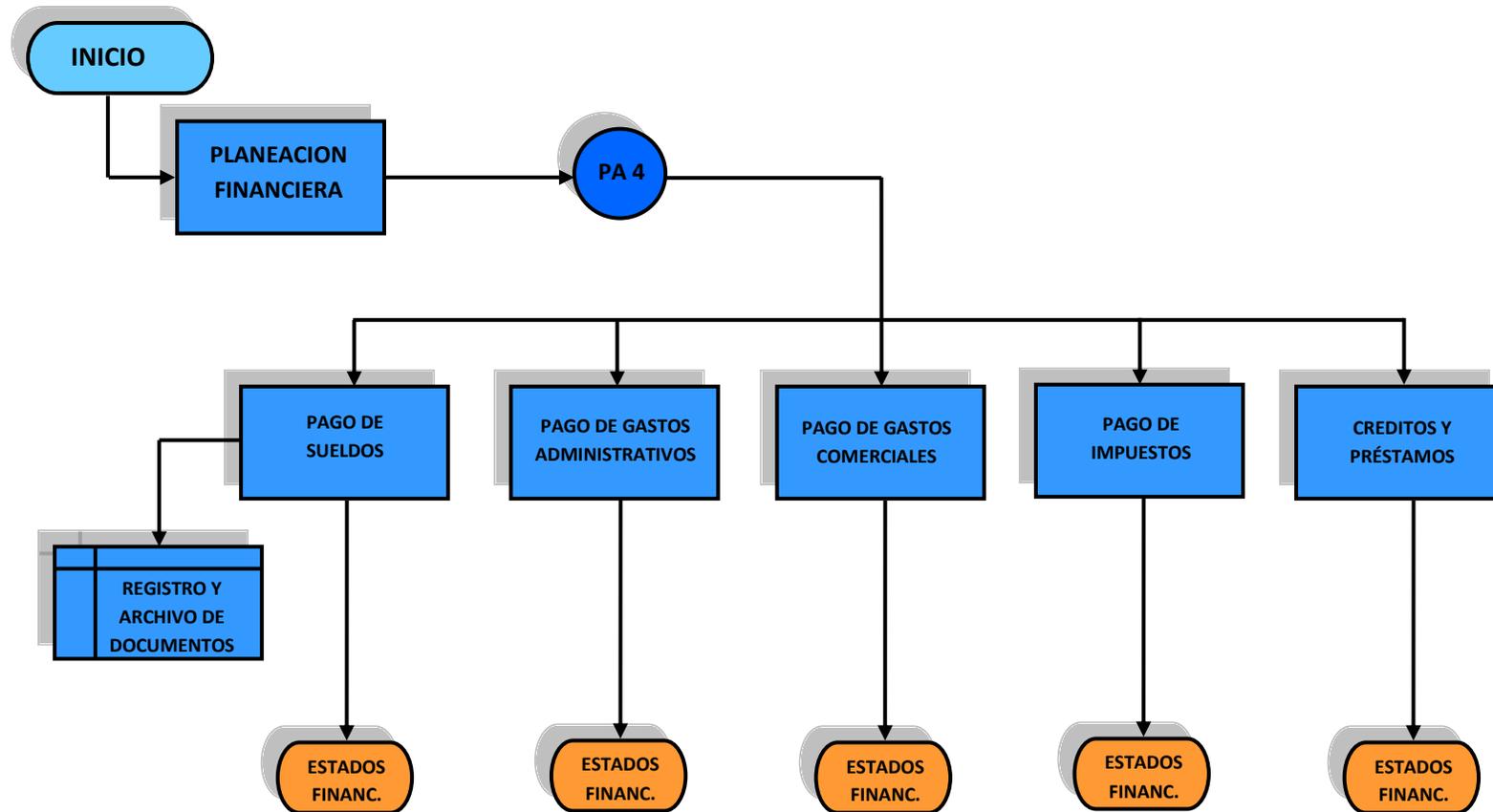
Manual de procedimientos	Numero de Control:
PROCESOS GENERATORIS	Fecha:



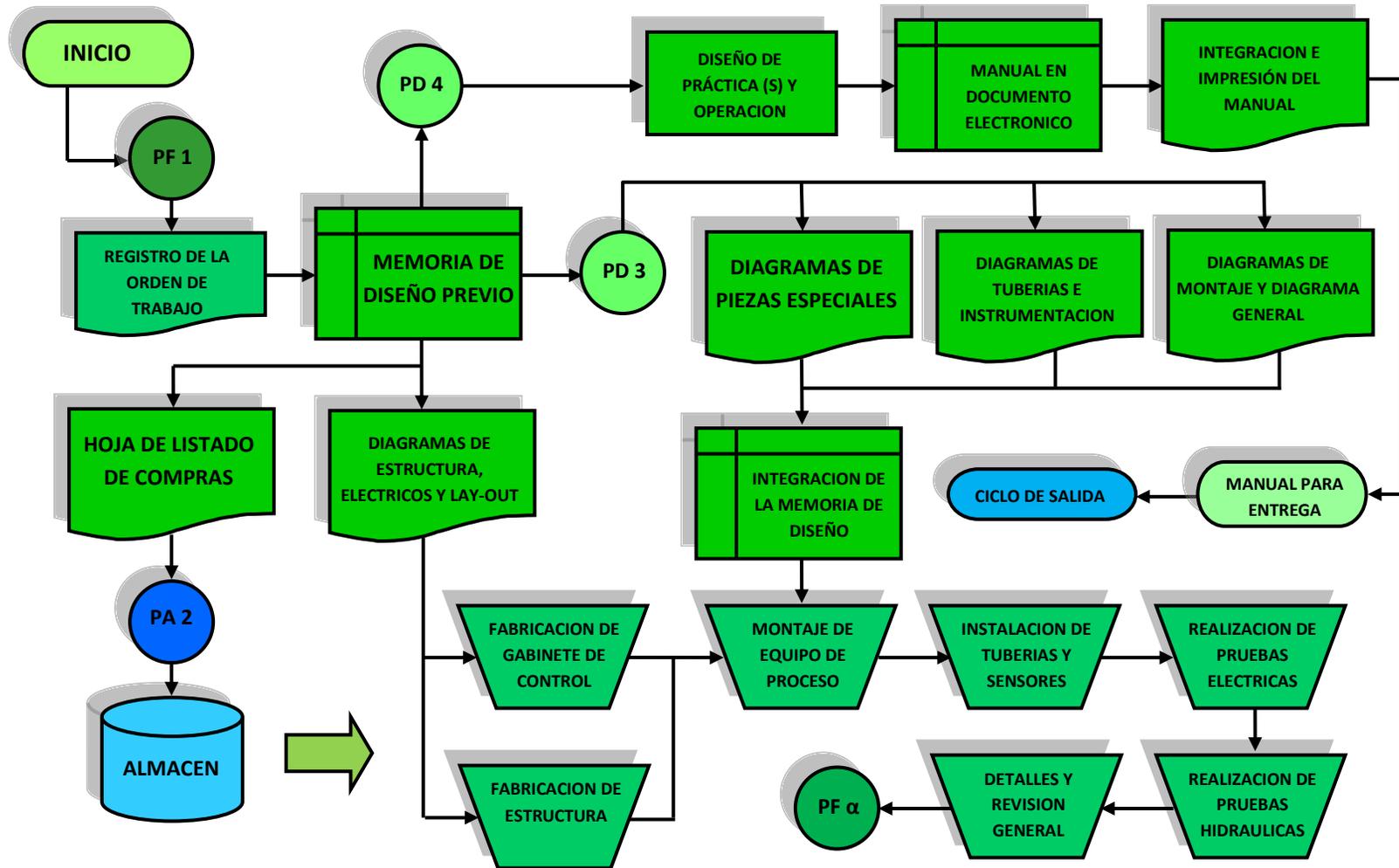
Manual de procedimientos PROCESOS GENERATORIS	Numero de Control: Fecha:
--	------------------------------



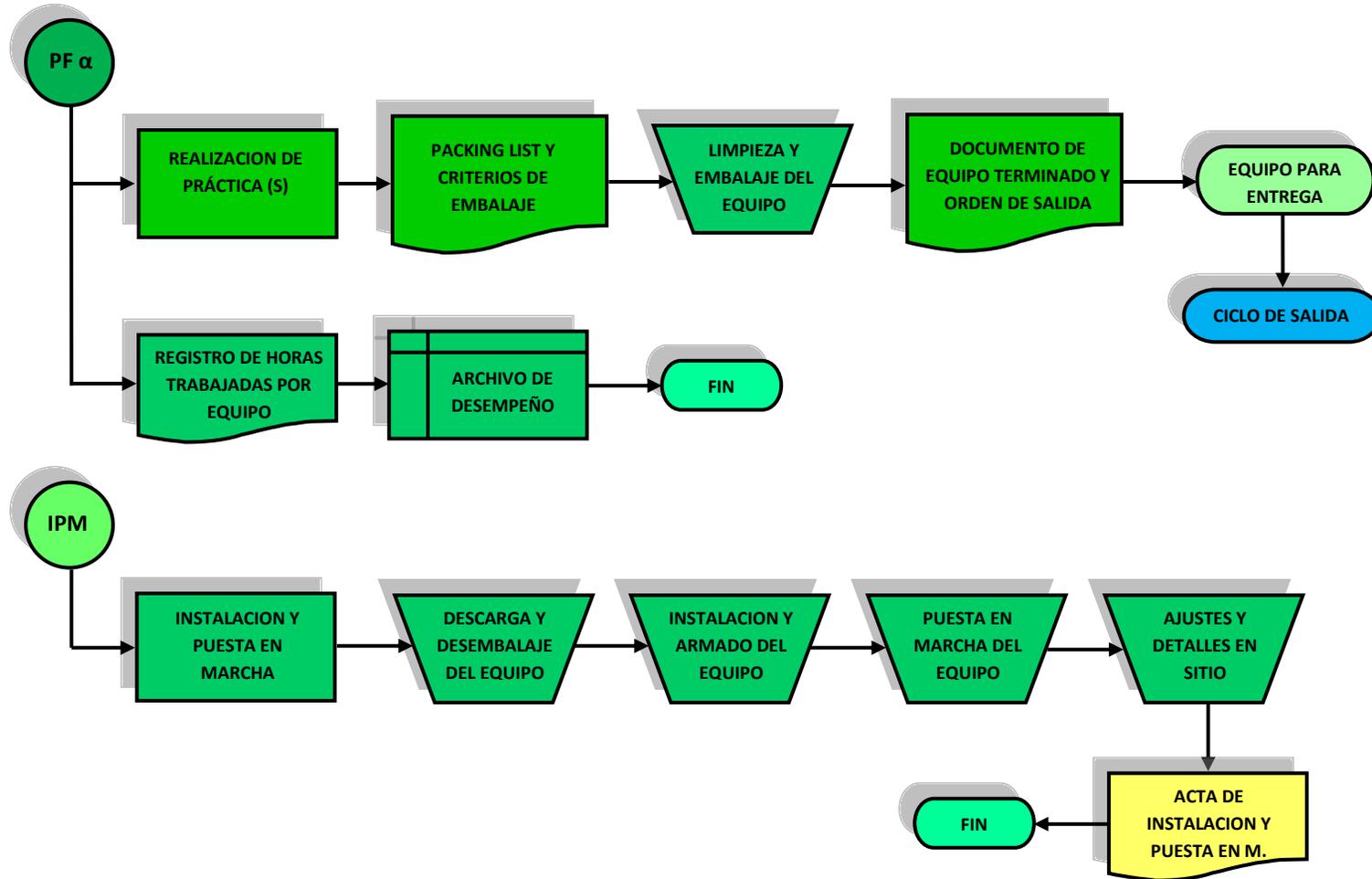




Manual de procedimientos PROCESOS GENERATORIS	Numero de Control: Fecha:
---	------------------------------



Manual de procedimientos	Numero de Control:
PROCESOS GENERATORIS	Fecha:



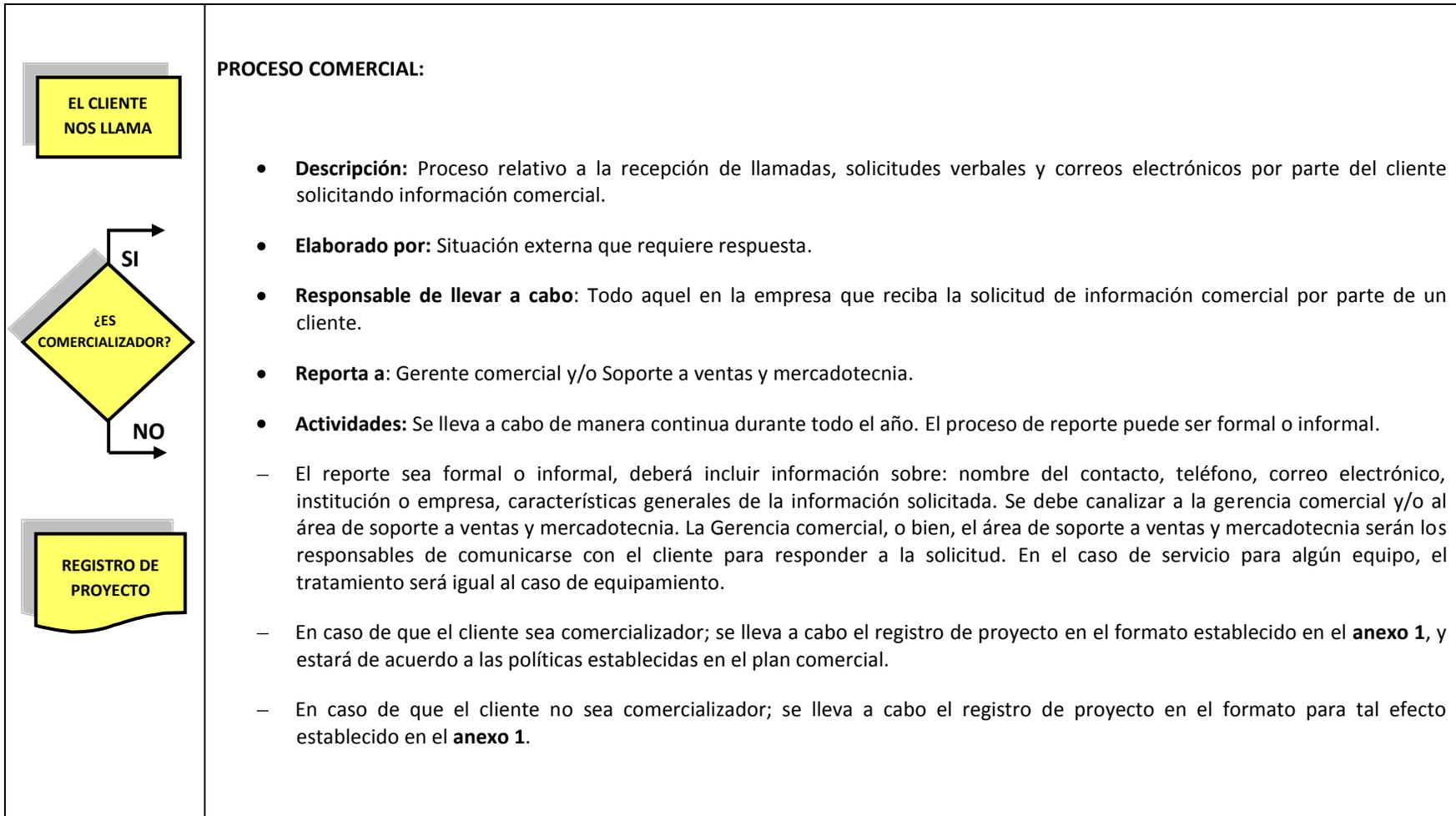
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<div style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> PLAN COMERCIAL </div>	<p>PROCESO COMERCIAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Documento en el cual se establecen las estrategias comerciales que se llevaran a cabo durante el año. • Elaborado por: Asamblea de accionistas en conjunto con la Gerencia Comercial. • Responsable de llevar a cabo: Gerencia Comercial. • Reporta a: Asamblea de accionistas • Actividades: Se lleva a cabo anualmente durante el mes de enero. <ul style="list-style-type: none"> – Se realiza el análisis de la segmentación del mercado tanto nacional como extranjero, así como las estrategias de ataque para cada institución. Se analizan nuevos segmentos de mercado y/o productos. En caso de ser necesario se lleva a cabo una actualización. – Se definen las campañas de mercadotecnia y ventas. Estrategias y políticas de ataque y seguimiento para las ventas directas, por licitación y por comercializadores. – Se definen y revisan las políticas de servicio post-venta. – Revisión del año anterior, proyección de ventas y definición de meta en ventas. – Se definen los presupuestos de mercadotecnia, ventas y servicio post-venta.
---	--

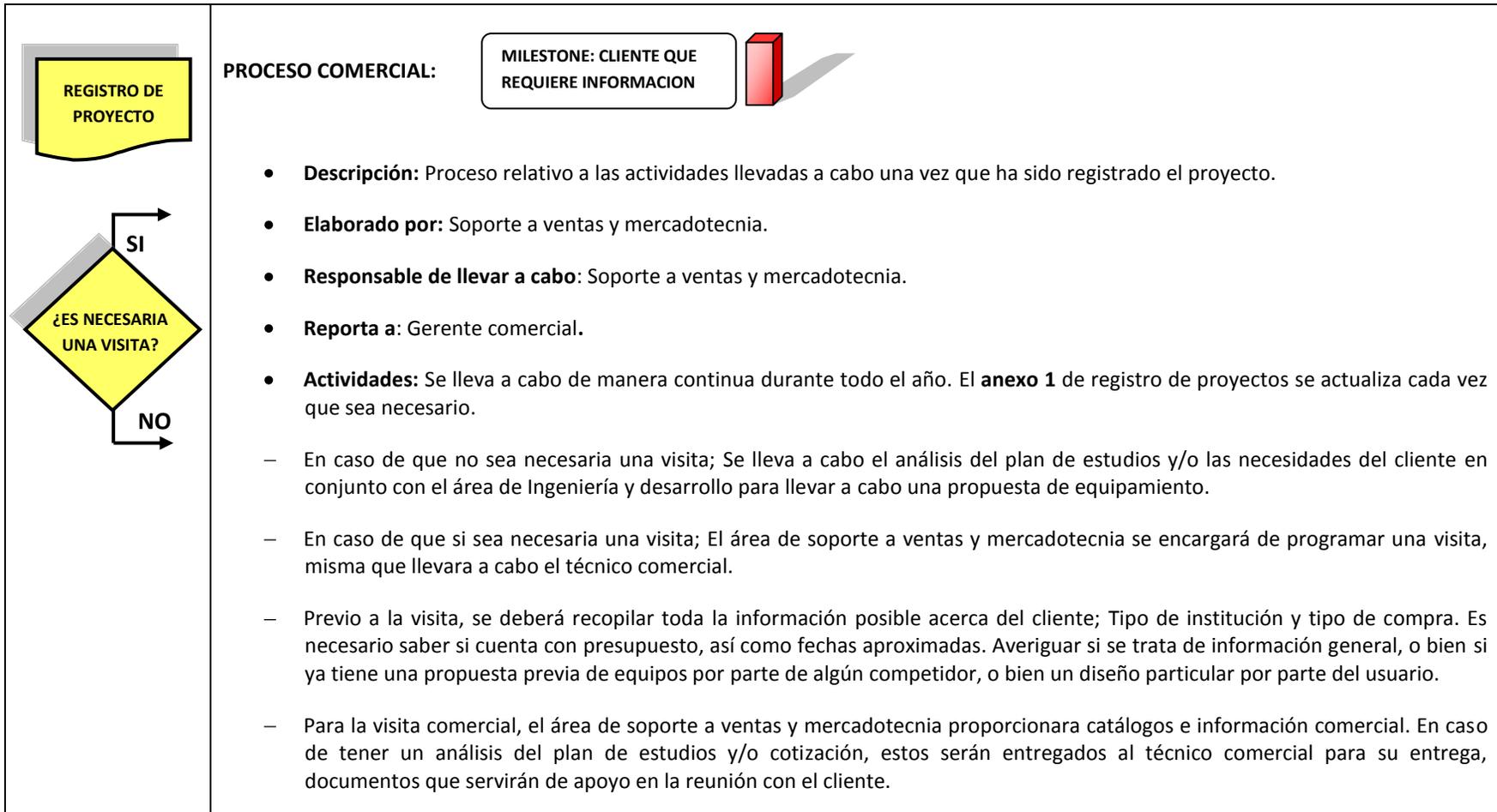
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

    	<p>PROCESO COMERCIAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Proceso de seguimiento y registro de llamadas telefónicas, envío de información, seguimiento a cotizaciones y proyectos. • Elaborado por: Especificado en Plan Comercial. • Responsable de llevar a cabo: Soporte a ventas y mercadotecnia. • Reporta a: Gerente comercial. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año. El registro se realiza en una bitácora de trabajo. <ul style="list-style-type: none"> – De acuerdo a lo especificado en el plan comercial; se envían carpetas, calendarios y se hacen llamadas telefónicas de seguimiento para preguntar sobre requerimientos de información específica por parte del cliente. – En caso de que el cliente requiera información; se lleva a cabo el registro de proyecto en el formato para tal efecto establecido en el anexo 1. – En caso de que el cliente no requiera información en ese momento; se registran los motivos y se continúa el ciclo de seguimiento comercial. – Para el caso de cotizaciones (anexo 7); se lleva a cabo el seguimiento comercial vía telefónica, correo electrónico y/o coordinación de visitas, hasta el momento de definir si el proyecto ya no sigue en pie, o se obtiene el pedido. – En el caso de aquellos proyectos cotizados que por alguna razón ya no sigan en pie; se realiza el registro de motivos.
--	--

Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



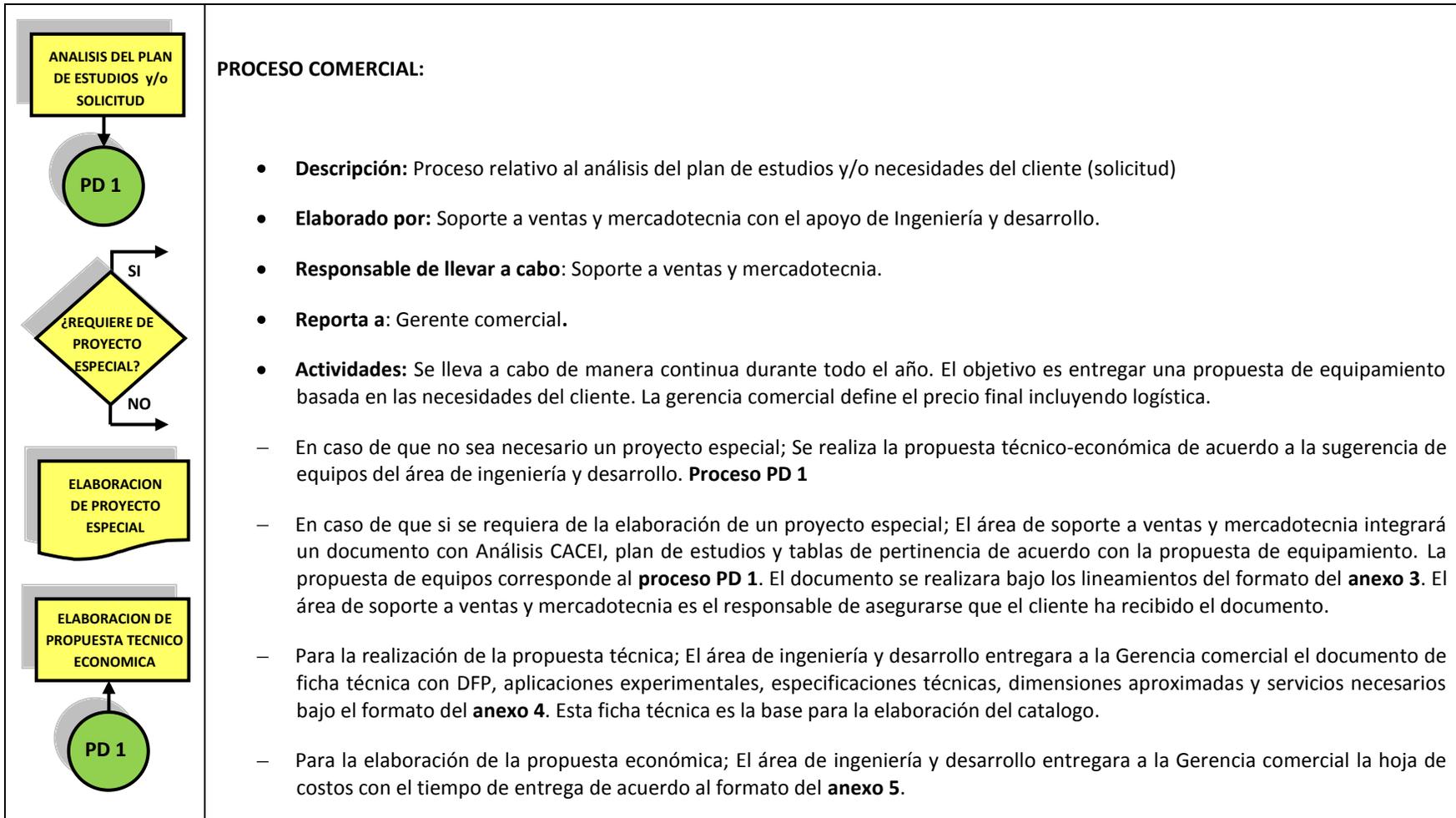
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



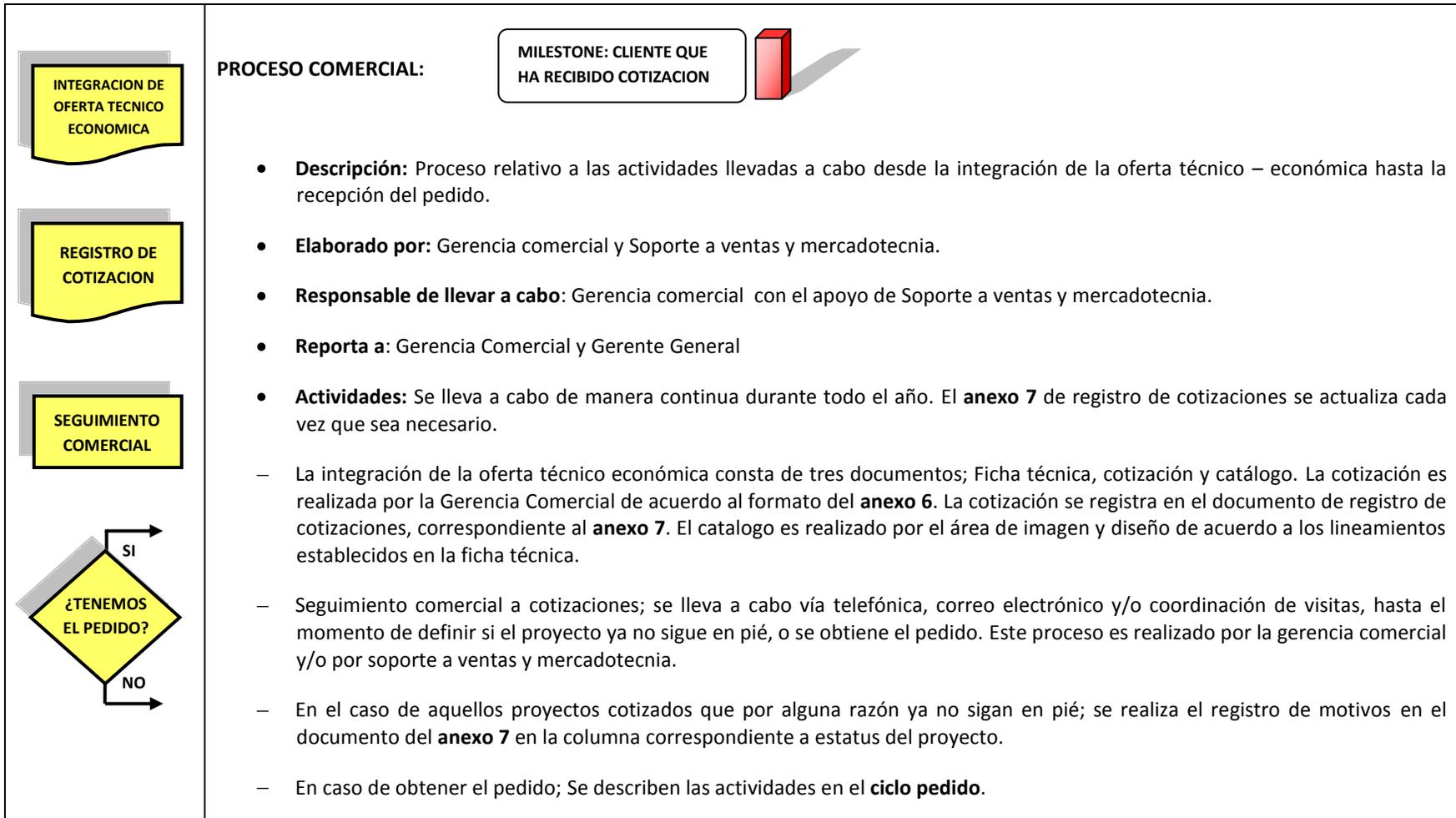
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<div data-bbox="212 431 388 529" style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;"> VISITA COMERCIAL </div> <div data-bbox="205 643 388 760" style="border: 1px solid black; background-color: yellow; padding: 5px; text-align: center;"> REPORTE DE VISITA </div>	<p>PROCESO COMERCIAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Proceso relativo a la visita comercial. • Elaborado por: Técnico comercial. • Responsable de llevar a cabo: Técnico comercial. • Reporta a: Gerente comercial. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, y la mayoría están especificadas en el plan comercial. <ul style="list-style-type: none"> – Visita comercial; El objetivo de la visita se lleva a cabo en varios niveles, el primero es establecer contacto directo con el cliente. El segundo nivel es conocer sus instalaciones y el equipo con el que ya cuenta. Es importante saber si se trata de una institución que ya cuenta con equipo, o bien un institución que está en etapa de primer equipamiento. – El técnico comercial deberá realizar un reporte de visita de acuerdo al formato especificado en el anexo 2. – El reporte deberá contener información relativa al contacto, nombre, teléfono, correo electrónico, puesto, institución, levantamiento de equipamiento en el laboratorio, análisis y listado de necesidades, tipo de compra, plan de estudios y pasos a seguir. – Contará con el apoyo comercial de soporte a ventas y mercadotecnia, así como soporte técnico por parte del área de ingeniería y desarrollo. El técnico comercial debe ser capaz de realizar una propuesta previa de equipamiento. – El técnico comercial será el responsable de dar seguimiento a sus clientes visitados y contará con el apoyo de soporte a ventas, reportando continuamente a la Gerencia comercial.
--	--

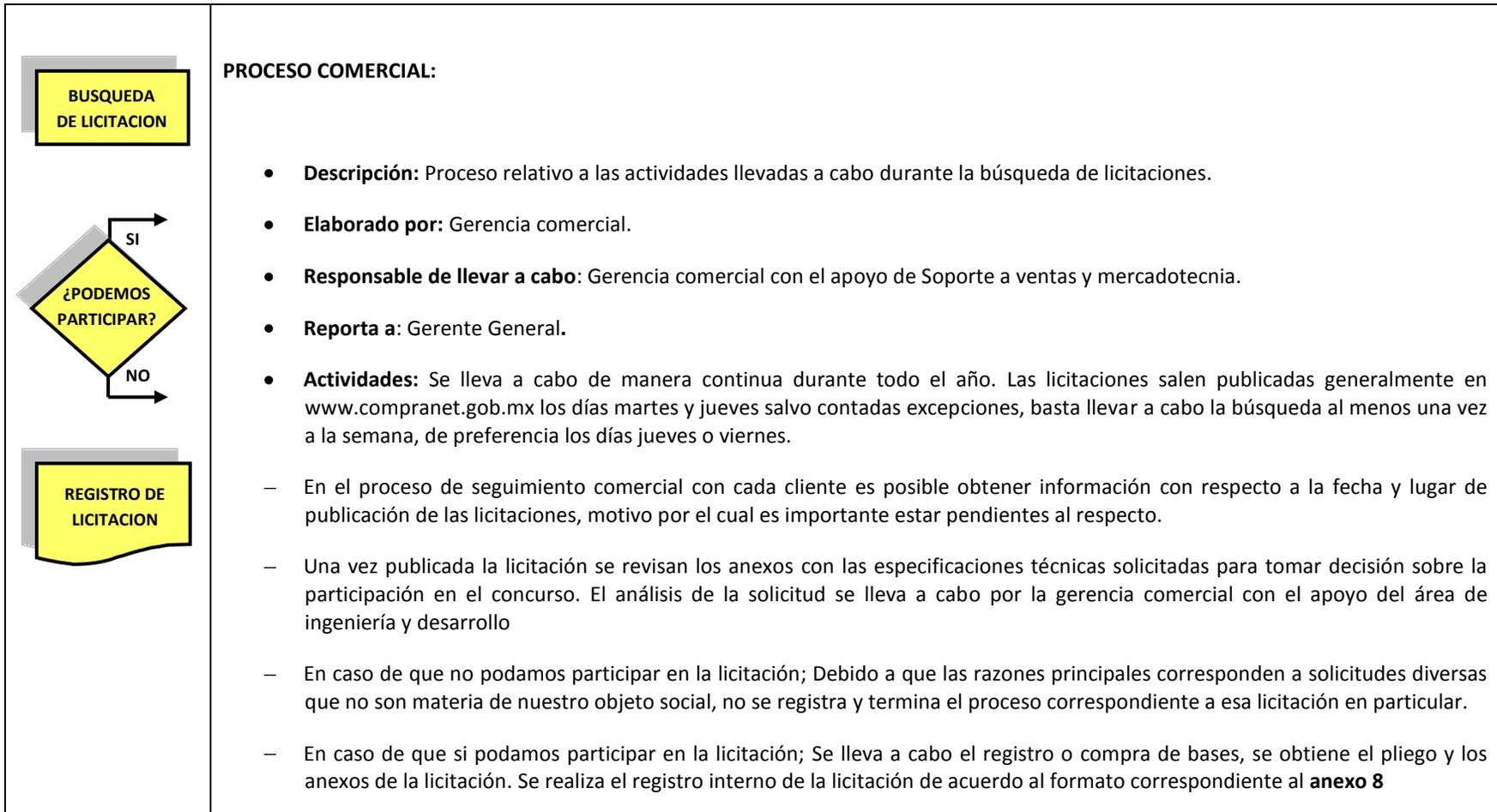
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



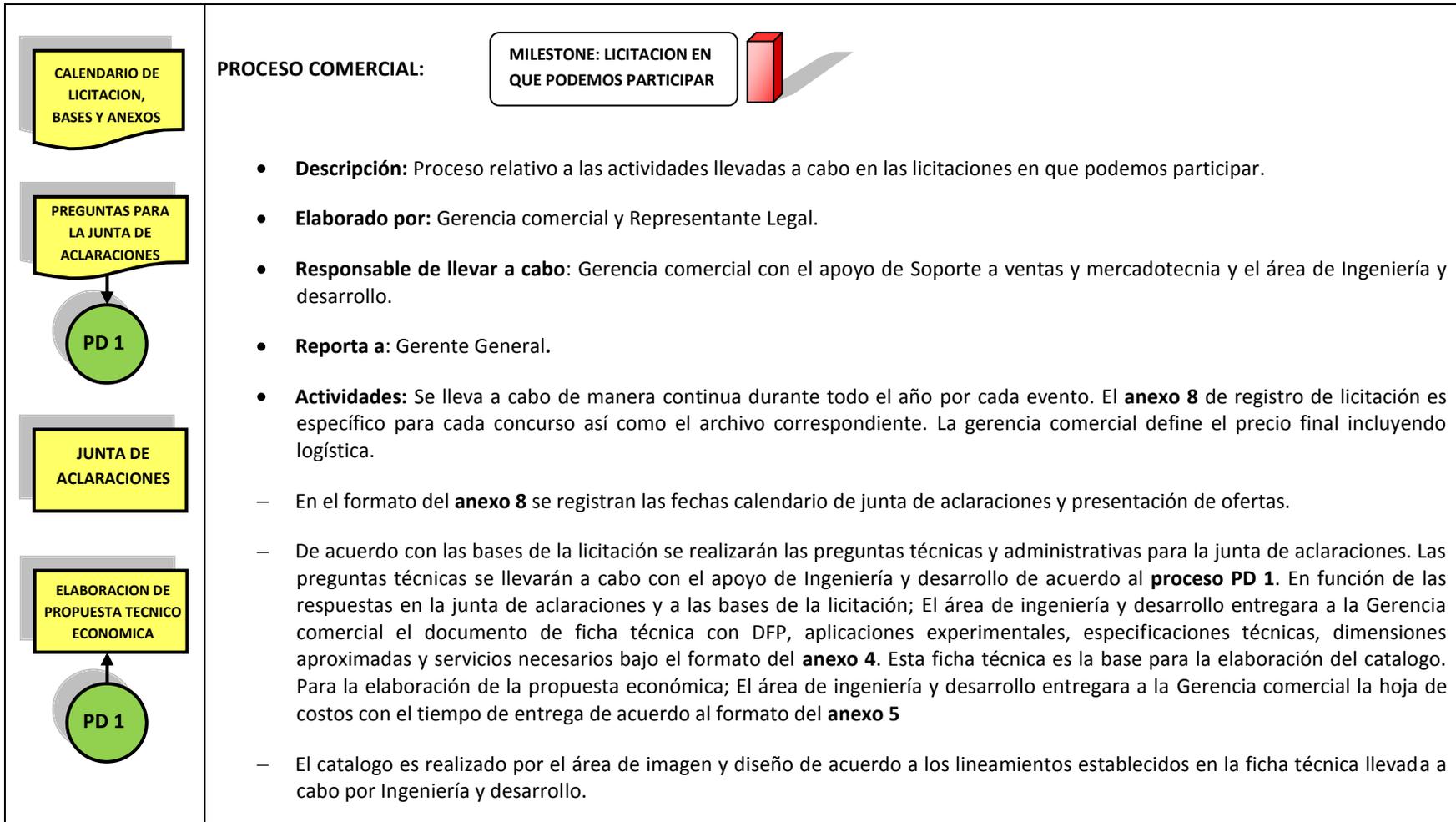
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



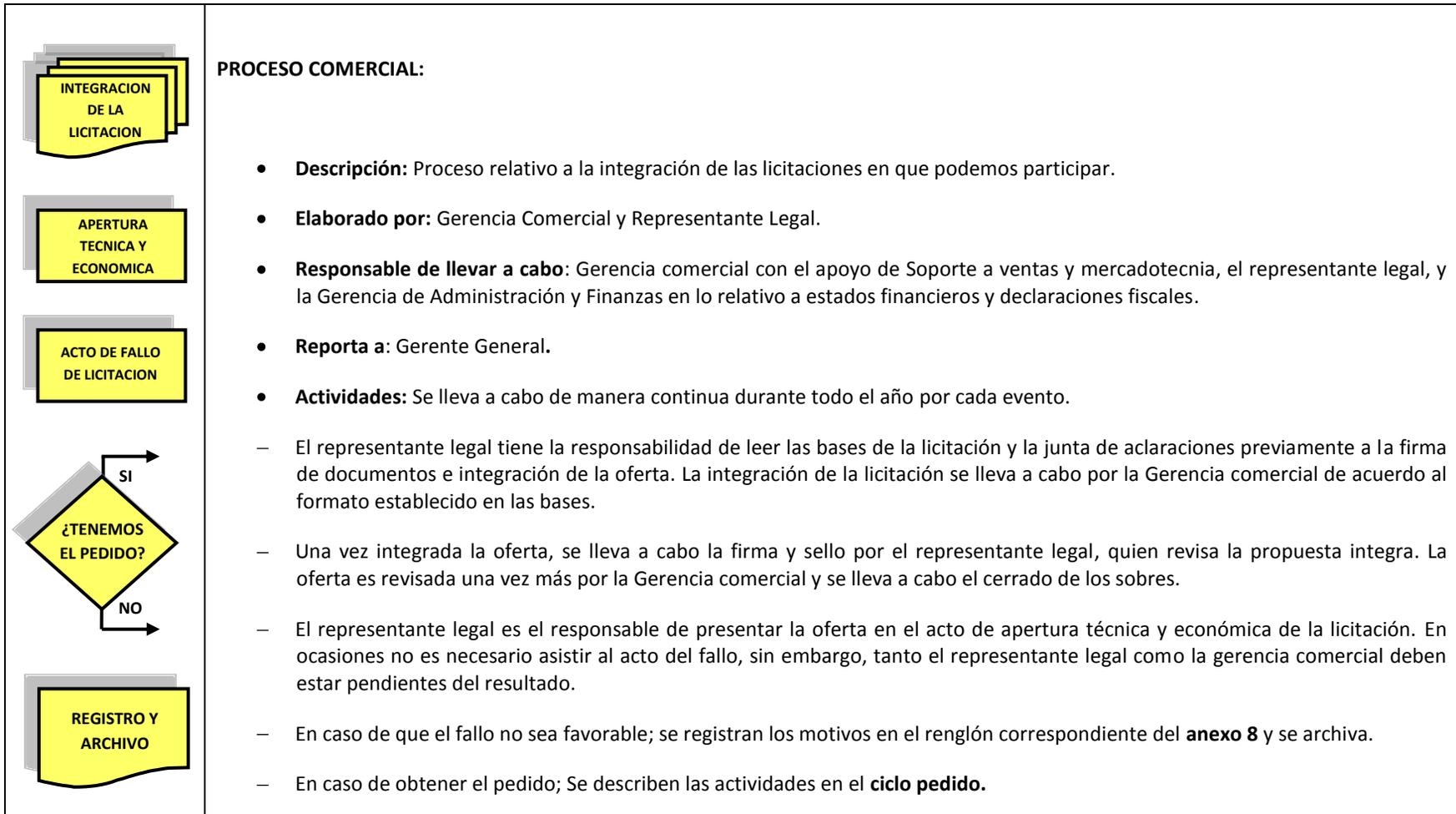
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



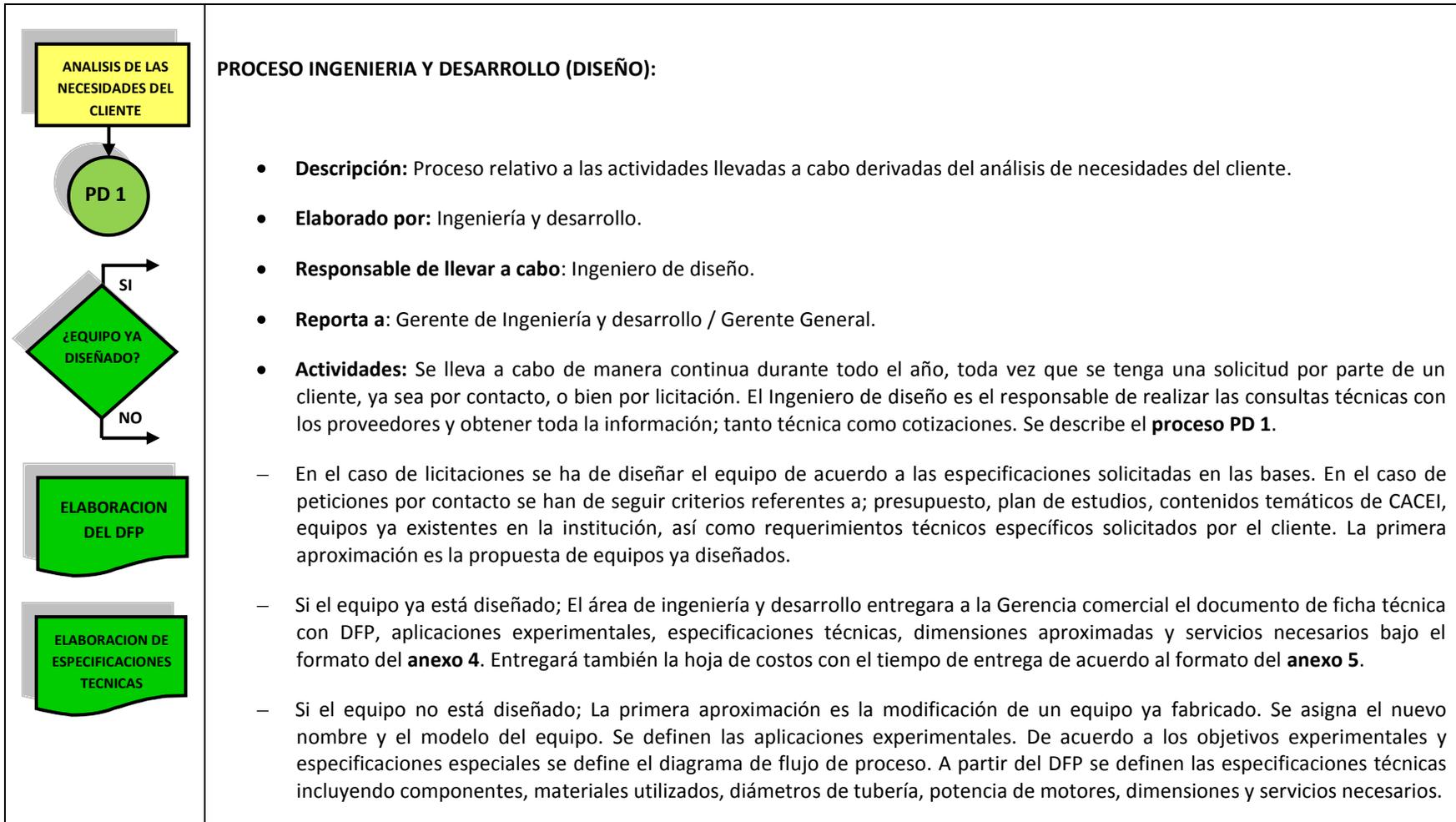
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



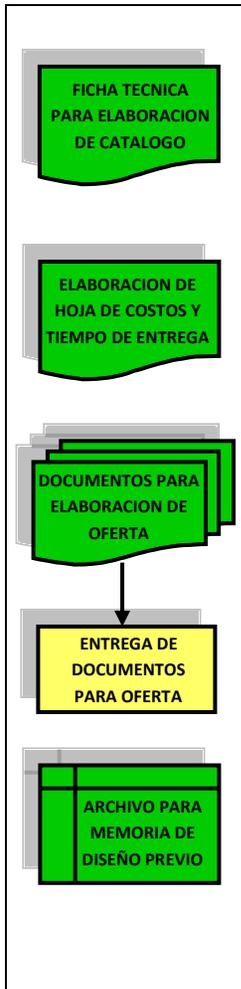
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



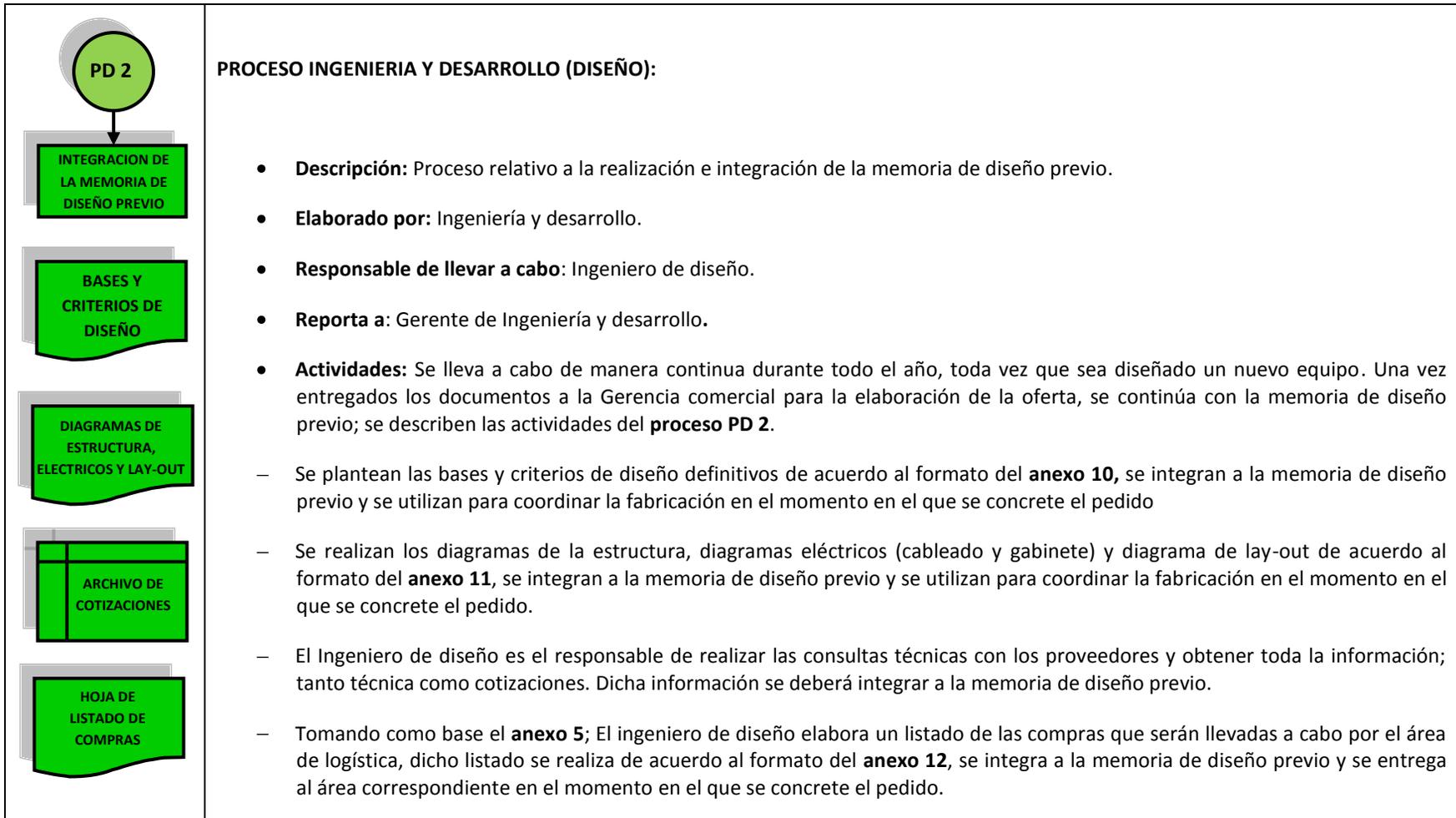
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



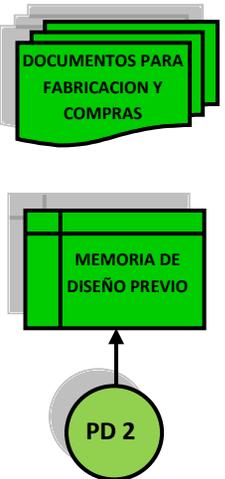
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

	<p>PROCESO INGENIERIA Y DESARROLLO (DISEÑO):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Proceso relativo a la elaboración de la ficha técnica, hoja de costos y memoria de diseño previo. • Elaborado por: Ingeniería y desarrollo. • Responsable de llevar a cabo: Ingeniero de diseño. • Reporta a: Gerente de Ingeniería y desarrollo/ Gerente General. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que sea diseñado un nuevo equipo. <ul style="list-style-type: none"> – La ficha técnica para la elaboración de catalogo es un documento que se realiza en formato .doc.; Contiene las aplicaciones experimentales, especificaciones técnicas, diagrama de flujo del proceso, servicios necesarios y dimensiones aproximadas. Se realiza de acuerdo al formato del anexo 4, y es la base para la elaboración de catalogo. – A partir de las especificaciones técnicas y el DFP; se realiza la hoja de costos y se especifica el tiempo de entrega de acuerdo al formato del anexo 5; Es un documento que se realiza en formato .xls. Contiene a manera de listado los materiales utilizados; Clasificación de ITEM (SKU), descripción, modelo, proveedor, tiempo de entrega, país de origen, cantidad, costo unitario, costo total, IVA, Costo total final por renglones. La suma de costos finales para obtener el costo total de materiales. Los costos de los materiales deben de estar soportados por las cotizaciones de los proveedores. Se realiza en el mismo formato a manera de tabla el listado de las actividades llevadas a cabo para la fabricación del equipo (fabricación de estructura, montaje de componentes, montaje de tuberías, montaje de sensores e indicadores, gabinete de control, etc.) con los tiempos de fabricación y pruebas, así como el costo de horas hombre para obtener el costo total de mano de obra. Se integran en este documento el costo de materiales, el costo de mano de obra y el costo de embalaje. Asimismo se indica el tiempo total de entrega. Los documentos del anexo 4 y anexo 5 se entregan a la gerencia comercial para la elaboración de la oferta y se archivan para la memoria de diseño previo. La entrega de documentos finaliza el proceso PD 1.
--	---

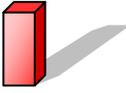
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

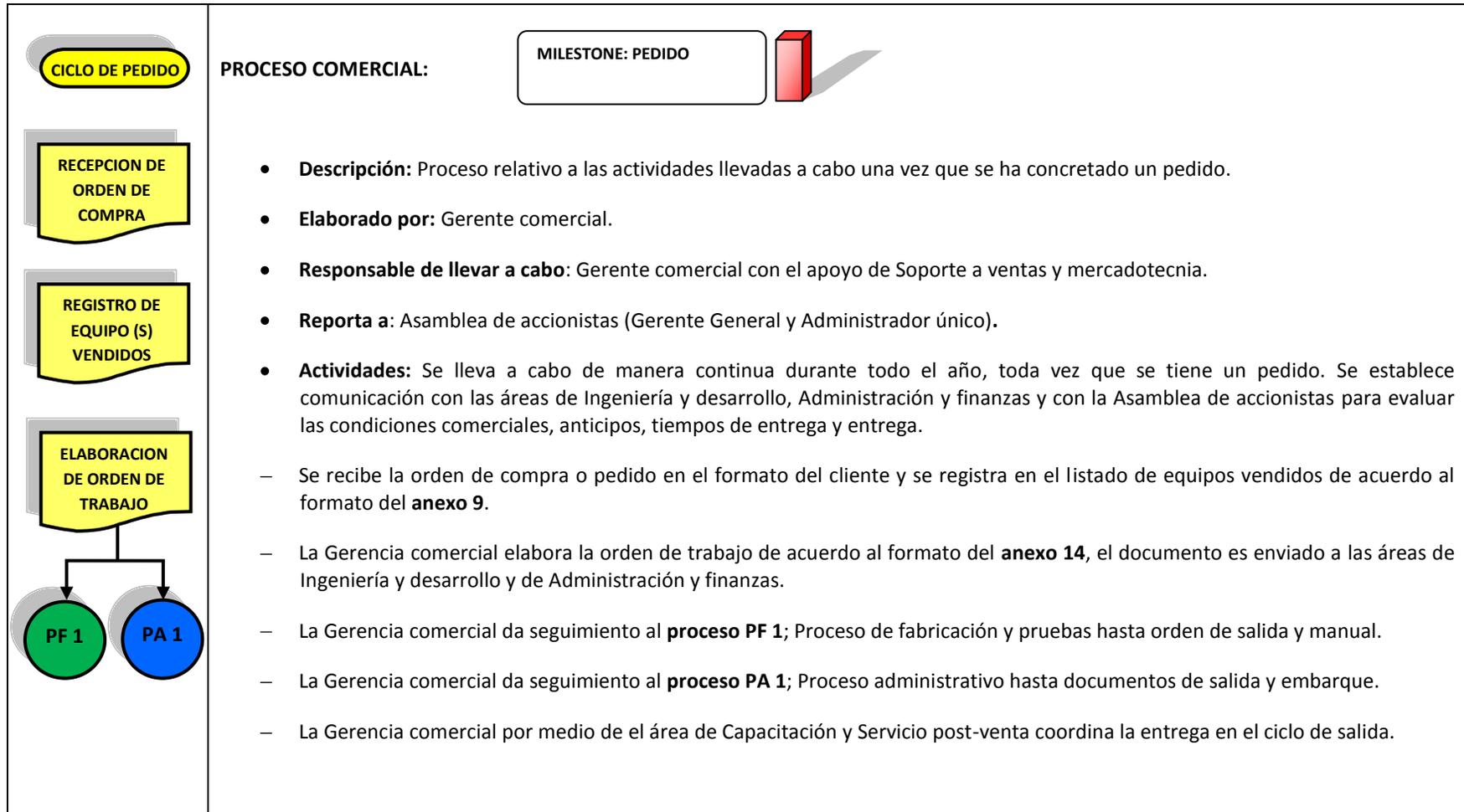


PROCESO INGENIERIA Y DESARROLLO (DISEÑO):

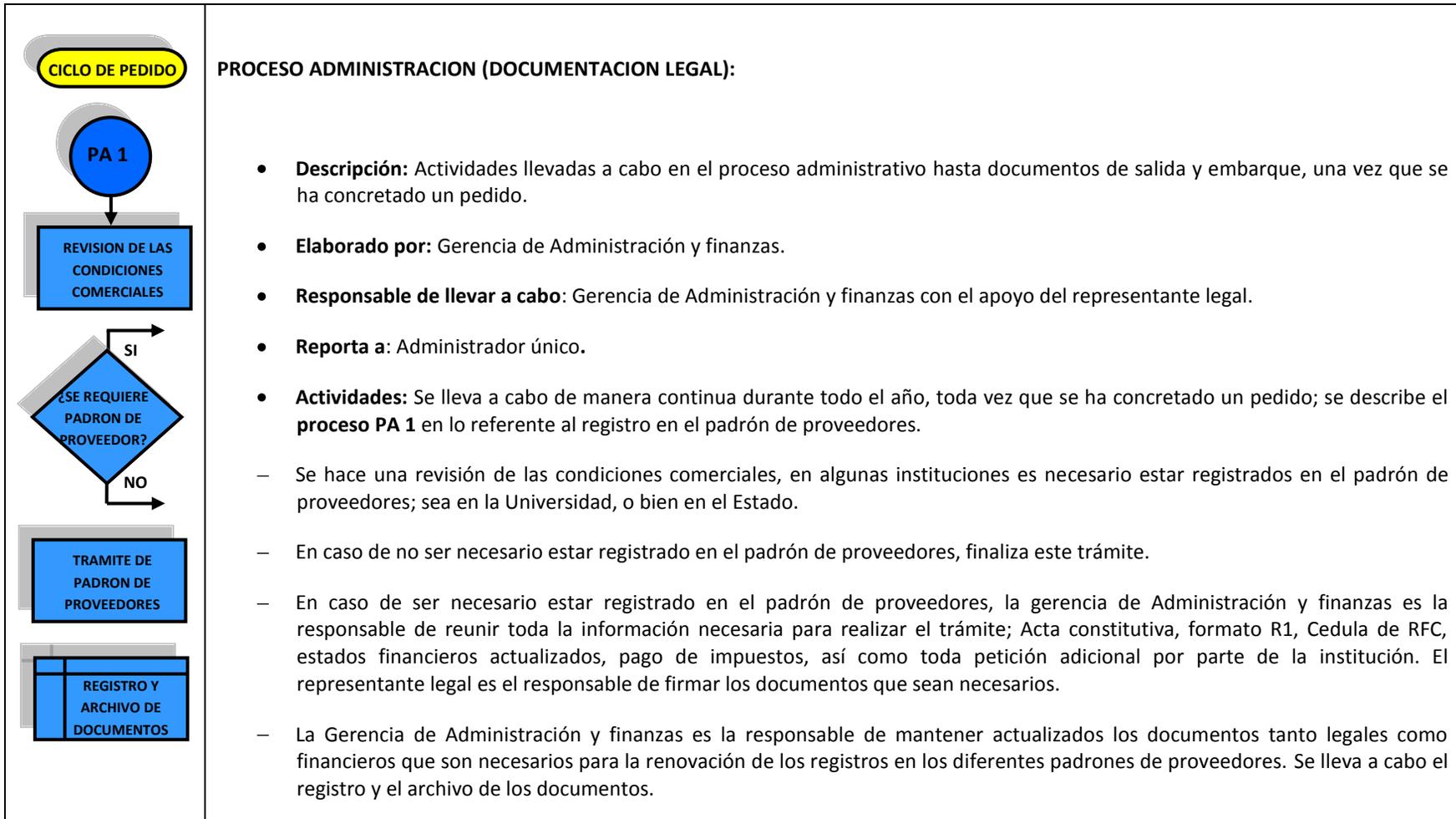
MILESTONE: MEMORIA DE DISEÑO PREVIO


- **Descripción:** Proceso relativo a la realización e integración de la memoria de diseño previo.
- **Elaborado por:** Ingeniería y desarrollo.
- **Responsable de llevar a cabo:** Ingeniero de diseño.
- **Reporta a:** Gerente de Ingeniería y desarrollo.
- **Actividades:** Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que sea diseñado un nuevo equipo.
 - Los documentos que se requieren para fabricación son: el **anexo 4** (Ficha técnica), **anexo 10** (Bases y criterios de diseño), y el **anexo 11** (Diagramas de estructura, diagramas eléctricos, diagramas de gabinete, diagrama de lay-out). Con estos tres documentos se puede empezar la fabricación del equipo una vez que se ha concretado el pedido.
 - Los documentos que se requieren para compras son; **anexo 12** (hoja de listado de compras). Este documento es la base para el cálculo del grado de contenido nacional (**GCN**)
 - Se integran todos los documentos en la memoria de diseño previo, compuesta por; el **anexo 4** (Ficha técnica), **anexo 5** (Hoja de costos y tiempo de entrega), ambos documentos para elaboración de oferta. El **anexo 10** (Bases y criterios de diseño), el **anexo 11** (Diagramas de estructura, diagramas eléctricos, diagramas de gabinete, diagrama de lay-out, el **anexo 12** (hoja de listado de compras) y el archivo de cotizaciones e información técnica de los proveedores.
 - La memoria de diseño previo es un documento de acuerdo al formato del **anexo 13**. Finaliza el **proceso PD 2**.

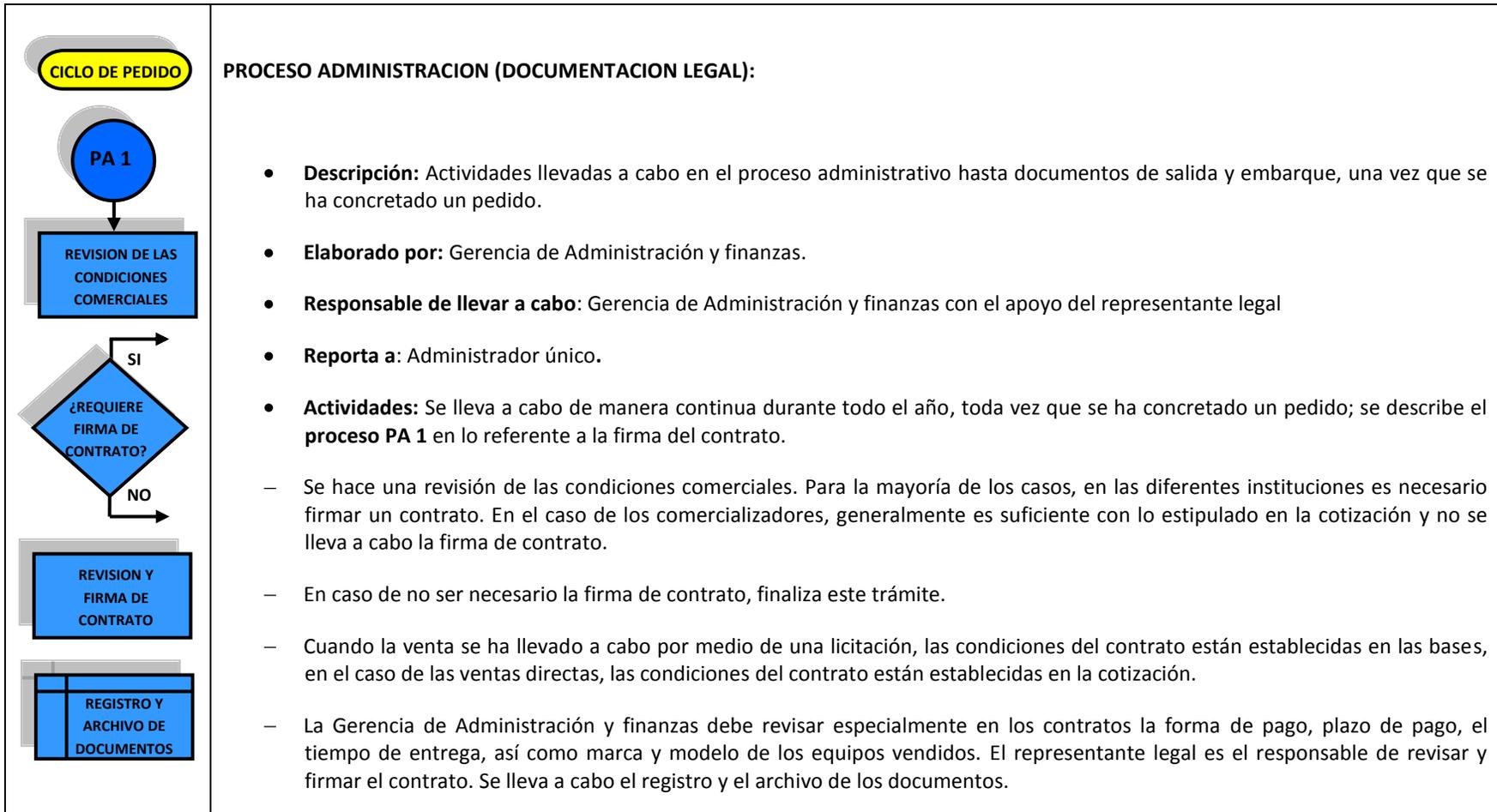
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



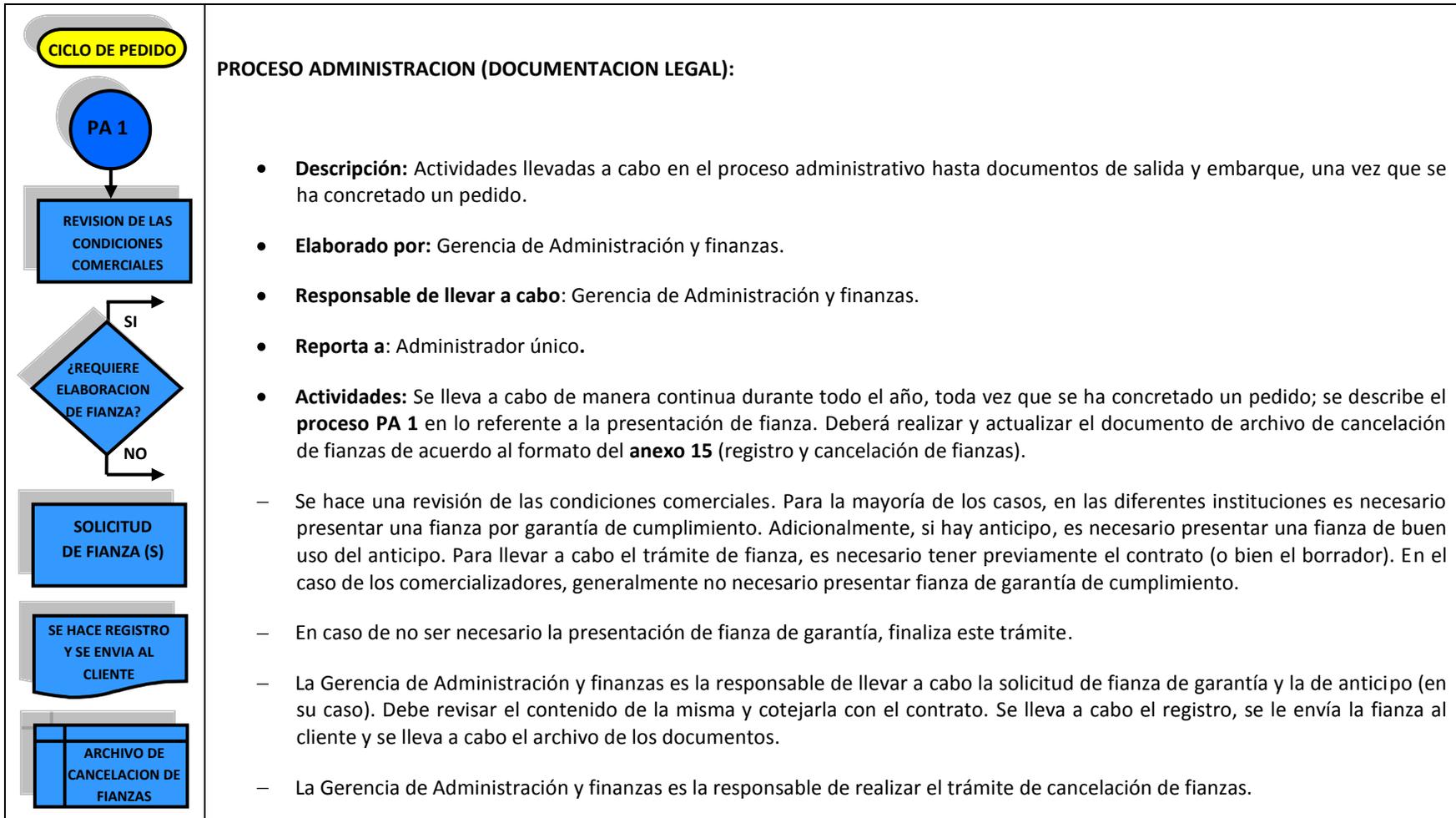
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



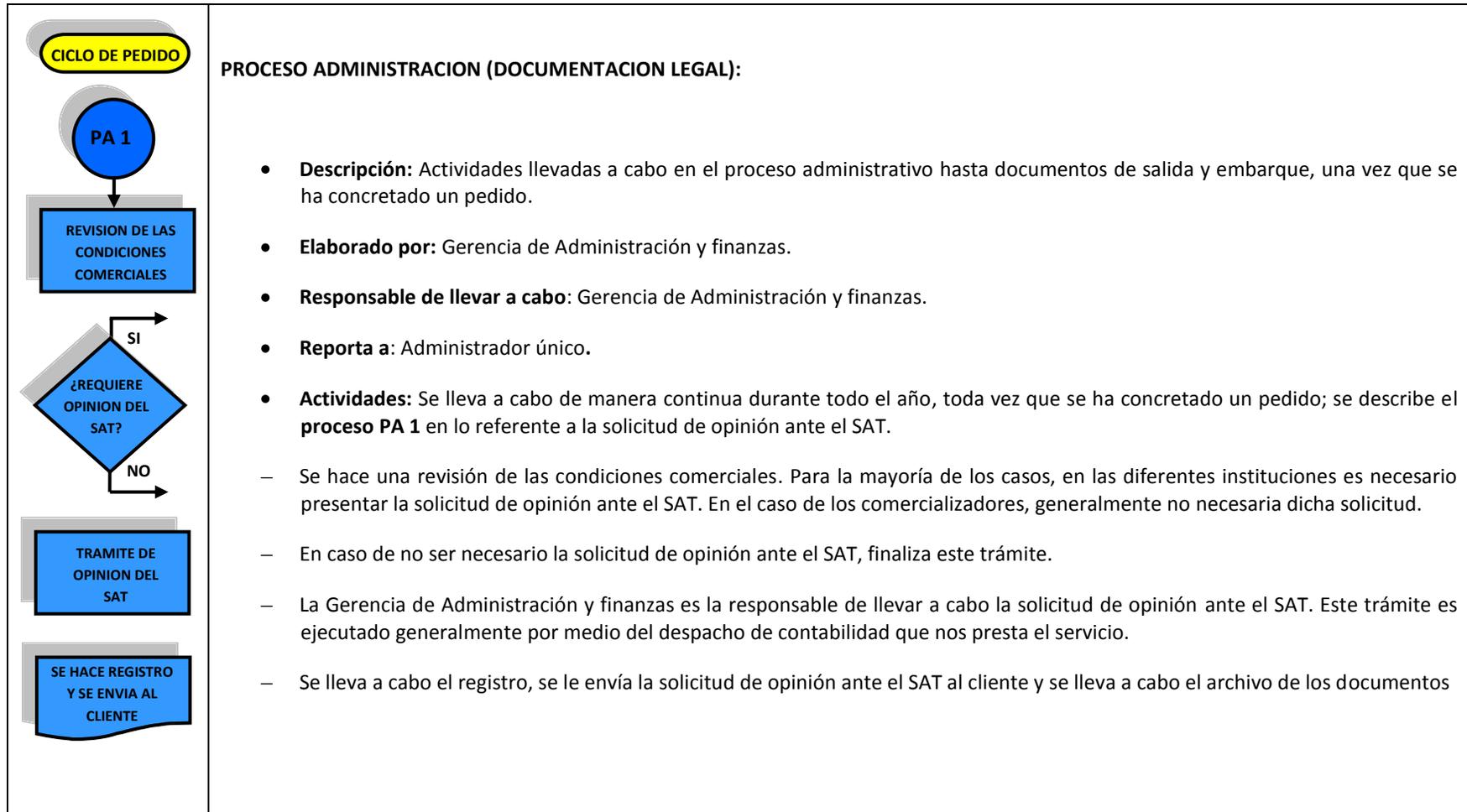
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



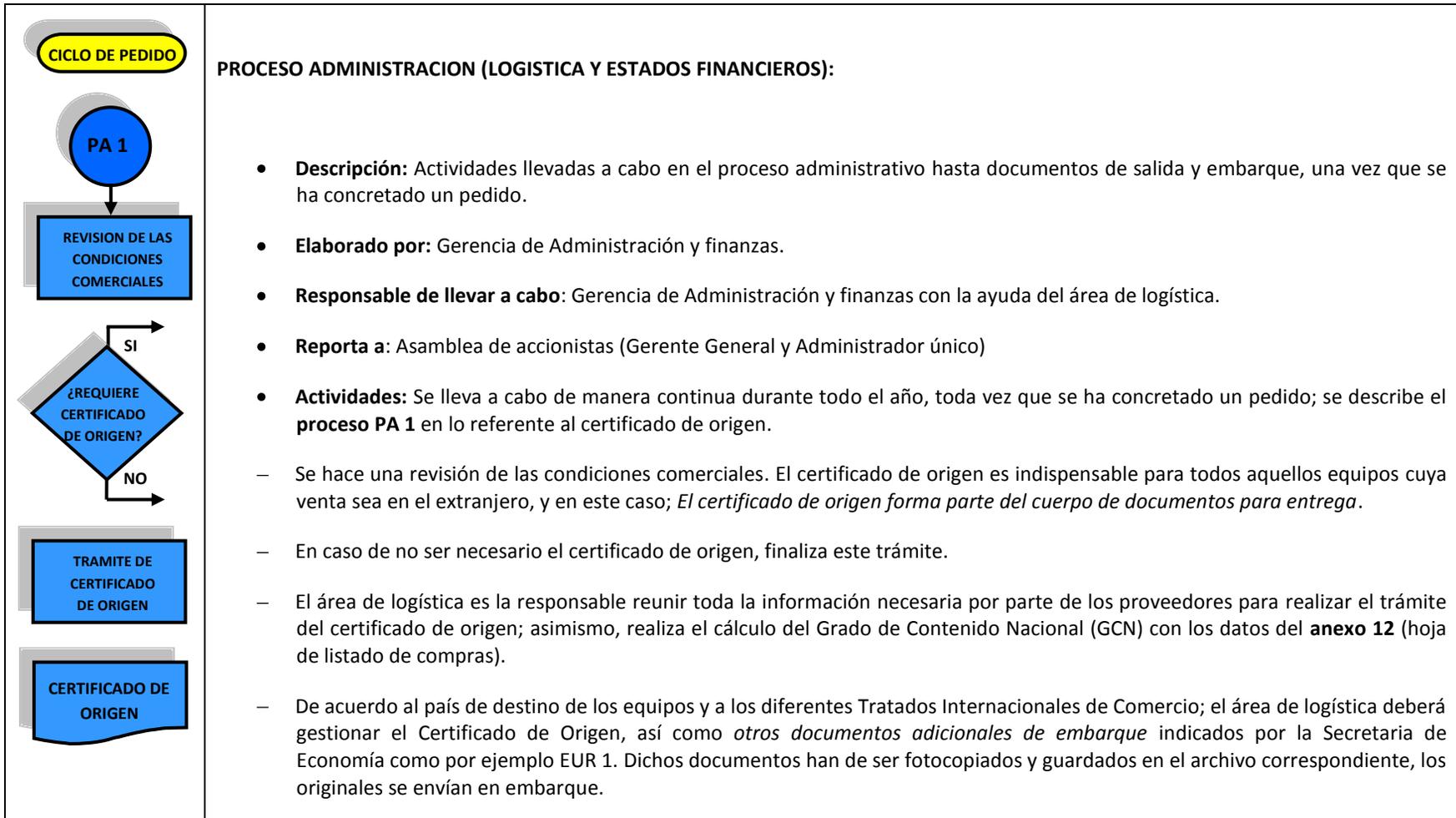
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



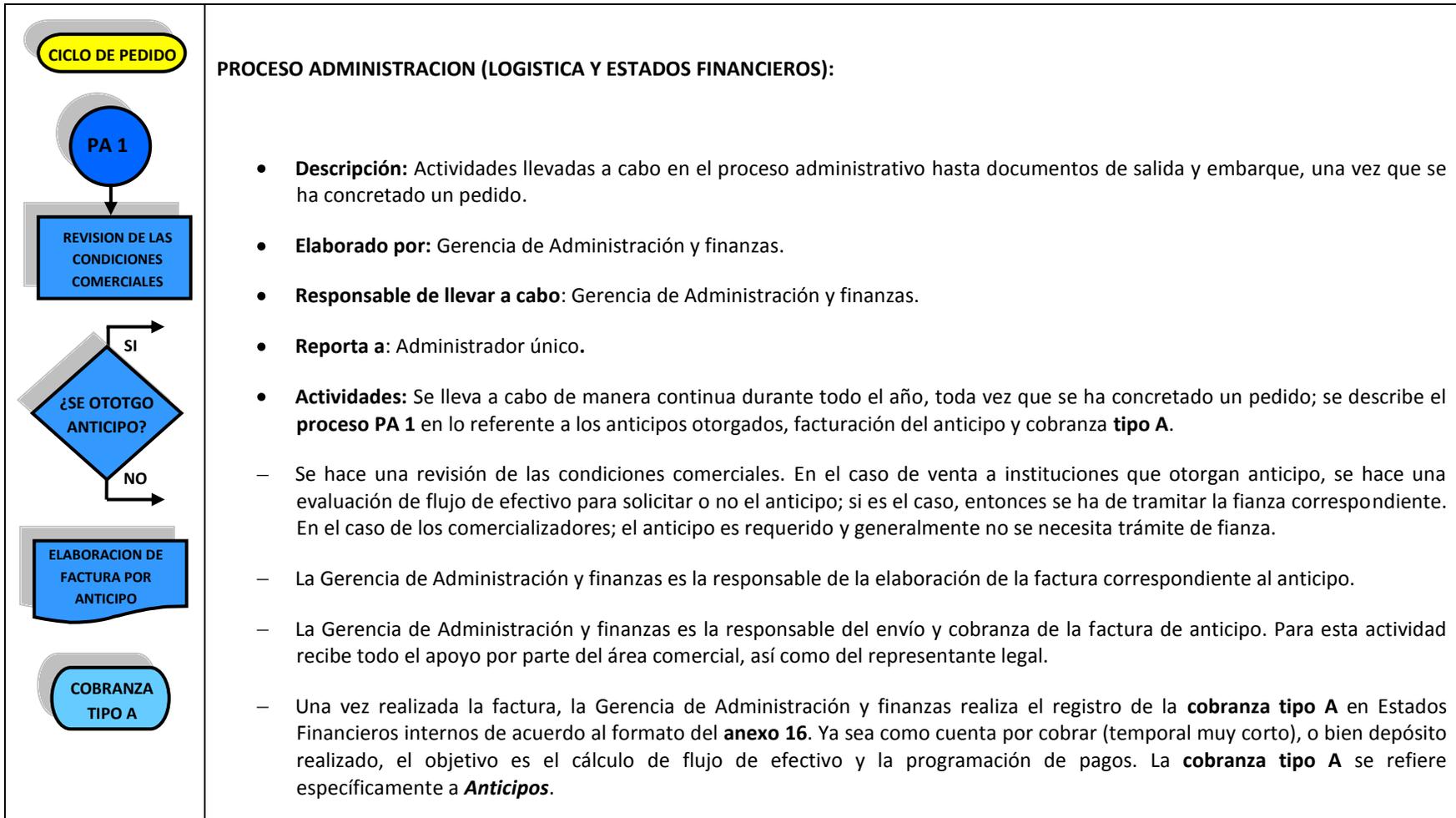
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



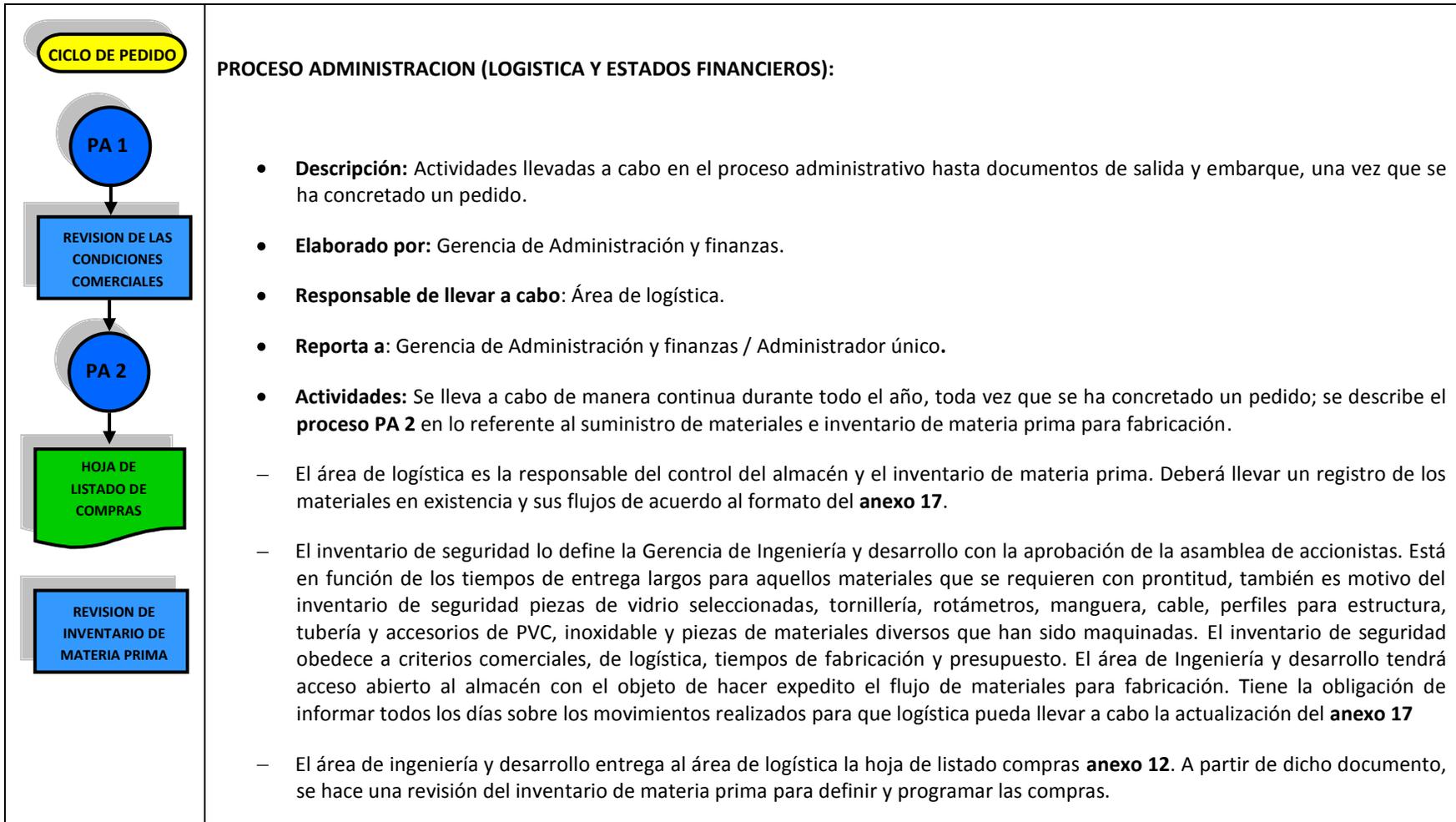
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



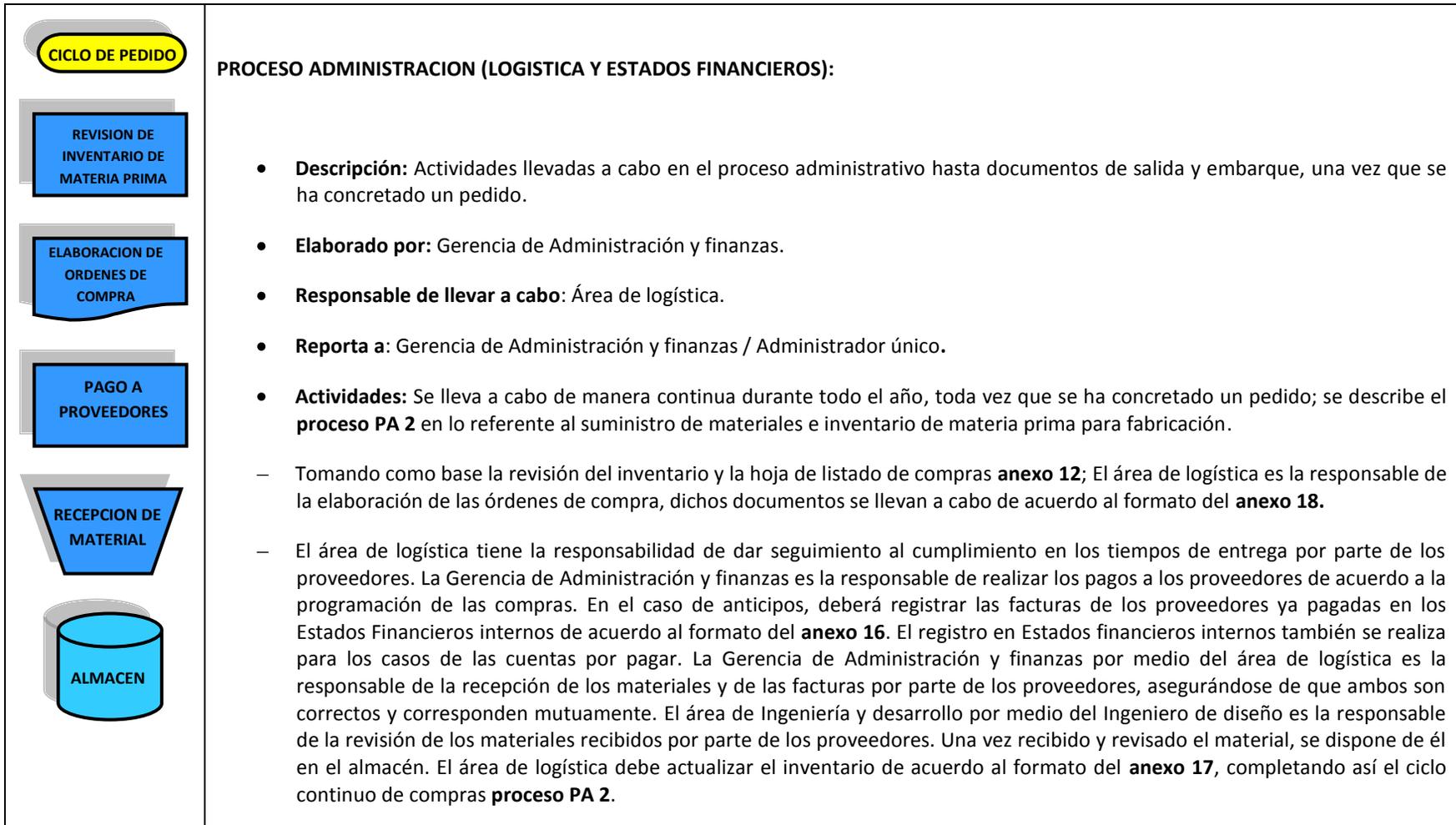
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<p>CICLO DE PEDIDO</p> <p>ELABORACION DE FACTURA POR FINIQUITO</p> <p>ELABORACION DE ACTA ENTREGA RECEPCION</p> <p>ELABORACION DE GUIA DE EMBARQUE</p> <p>DOCUMENTOS PARA ENTREGA</p> <p>COBRANZA TIPO B</p>	<p>PROCESO ADMINISTRACION (LOGISTICA Y ESTADOS FINANCIEROS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Actividades llevadas a cabo en el proceso administrativo hasta documentos de salida y embarque, una vez que se ha concretado un pedido. • Elaborado por: Gerencia de Administración y finanzas. • Responsable de llevar a cabo: Gerencia de Administración y finanzas con la ayuda del área de logística. • Reporta a: Asamblea de accionistas (Gerente General y Administrador único). • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se ha concretado un pedido; se describe el proceso PA 1 en lo referente a la facturación del finiquito, documentos para entrega y cobranza tipo B. <p>– Se hace una revisión de las condiciones comerciales. La Gerencia de Administración y finanzas es la responsable de la elaboración de la factura correspondiente al finiquito. En el caso de cobranza tipo B; la Gerencia de Administración y finanzas es la responsable del envío y cobranza de la factura de finiquito. Para esta actividad recibe todo el apoyo por parte del área comercial, así como del representante legal. La cobranza tipo B se refiere específicamente a Equipos que deben ser pagados antes de salir de Generatoris, aplica principalmente a comercializadores. Una vez realizada la factura de finiquito para cobranza tipo B, la Gerencia de Administración y finanzas realiza el registro en Estados Financieros internos de acuerdo al formato del anexo 16. El área de logística debe realizar el acta entrega recepción de acuerdo al formato especificado por el cliente, en caso de que el cliente no tenga un formato particular, se deberá realizar en el formato del anexo 29. Elabora la Guía de embarque de acuerdo al formato del anexo 27. Reúne los documentos para entrega; Packing list anexo 24, Guía de embarque anexo 27, factura finiquito cobranza tipo C (en su caso), Certificado de origen (en su caso), Acta entrega recepción anexo 29, Acta de Instalación y puesta en marcha anexo 30, Acta de capacitación anexo 31. Así como todos aquellos documentos adicionales solicitados por el cliente. Entrega estos documentos al área comercial, responsable de ejecutar la entrega en el ciclo de salida.</p>
---	--

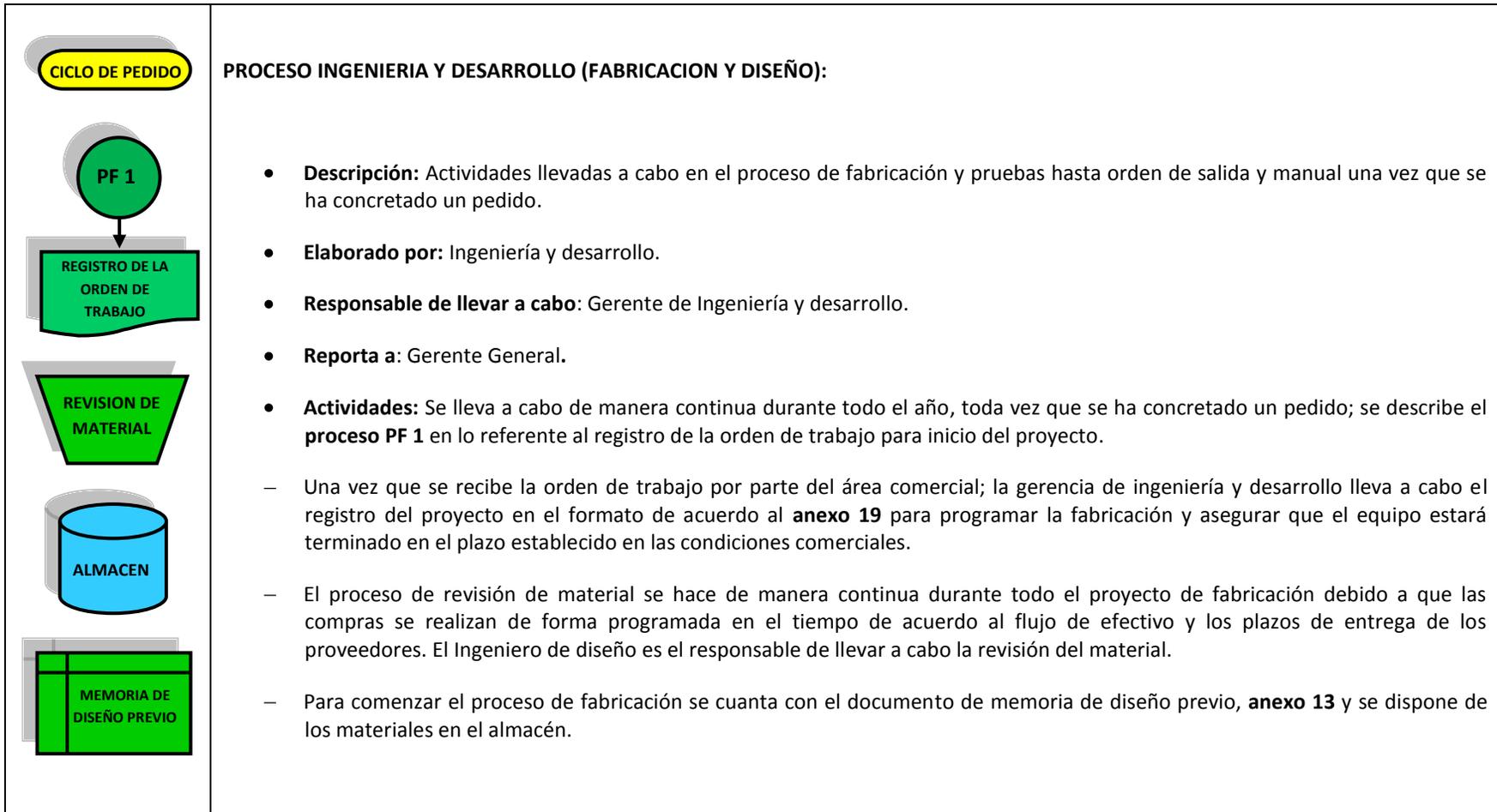
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



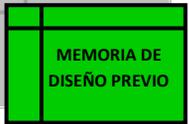
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



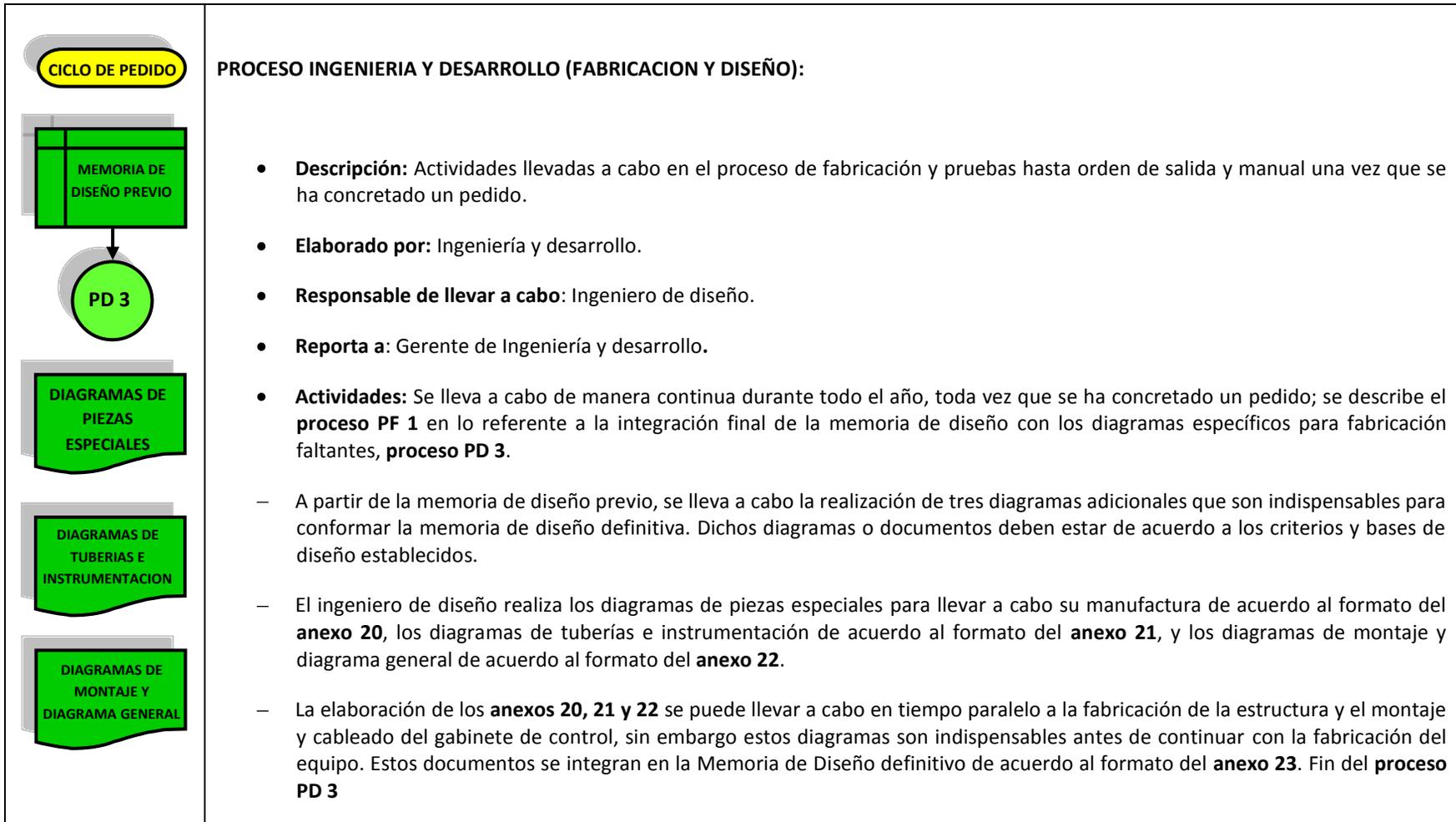
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<p>CICLO DE PEDIDO</p>  <p>MEMORIA DE DISEÑO PREVIO</p>  <p>FABRICACION DE GABINETE DE CONTROL</p>  <p>FABRICACION DE ESTRUCTURA</p>	<p>PROCESO INGENIERIA Y DESARROLLO (FABRICACION Y DISEÑO):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Actividades llevadas a cabo en el proceso de fabricación y pruebas hasta orden de salida y manual una vez que se ha concretado un pedido. • Elaborado por: Ingeniería y desarrollo. • Responsable de llevar a cabo: T.S.U. en fabricación y técnicos de fabricación. • Reporta a: Gerente de Ingeniería y desarrollo. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se ha concretado un pedido; se describe el proceso PF 1 en lo referente a la fabricación de la estructura y el gabinete de control. <ul style="list-style-type: none"> – El T.S.U. en fabricación es el responsable de coordinar y evaluar los tiempos de fabricación realizados por los técnicos de fabricación en el Registro de horas trabajadas por equipo de acuerdo al formato del anexo 26. Adicionalmente lleva a cabo actividades de corte, armado de estructura, doblado, pegado y armado de tubería, cableado, así como todas las actividades relacionadas con la fabricación de equipo. – Los técnicos en fabricación tienen como responsabilidad las actividades de corte, armado de estructura, doblado, pegado y armado de tubería, cableado, así como todas las actividades relacionadas con la fabricación de equipo. – El ingeniero de diseño debe supervisar y corregir según sea el caso las actividades de fabricación. – Tomando como base la memoria de diseño previo, anexo 13; se lleva a cabo la fabricación de la estructura del equipo. De igual modo, se lleva a cabo el corte, montaje y cableado del gabinete de control en el equipo.
---	---

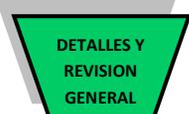
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



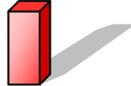
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<p>CICLO DE PEDIDO</p> <p>INTEGRACION DE LA MEMORIA DE DISEÑO</p> <p>MONTAJE DE EQUIPO DE PROCESO</p> <p>INSTALACION DE TUBERIAS Y SENSORES</p> <p>REALIZACION DE PRUEBAS ELECTRICAS</p> <p>REALIZACION DE PRUEBAS HIDRAULICAS</p>	<p>PROCESO INGENIERIA Y DESARROLLO (FABRICACION Y DISEÑO):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Actividades llevadas a cabo en el proceso de fabricación y pruebas hasta orden de salida y manual una vez que se ha concretado un pedido. • Elaborado por: Ingeniería y desarrollo. • Responsable de llevar a cabo: T.S.U. en fabricación y técnicos de fabricación. • Reporta a: Gerente de Ingeniería y desarrollo. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se ha concretado un pedido; se describe el proceso PF 1 en lo referente al montaje de equipo de proceso, tuberías, válvulas, accesorios, sensores, otros detalles de fabricación y acabados en el equipo. También incluye la realización de pruebas tanto eléctricas como hidráulicas. <ul style="list-style-type: none"> – De acuerdo a los diagramas y criterios establecidos en la Memoria de Diseño anexo 23, todos los integrantes del área de fabricación tienen la responsabilidad de llevar a cabo el montaje de los equipos de proceso, tanques, bombas, compresores, ventiladores, armado de columnas, piezas de vidrio, piezas de PTFE, acero inoxidable, materiales diversos, evaporadores, filtros, membranas, reactores, recipientes, válvulas, tuberías accesorios, instrumentos de medición, sensores, indicadores digitales, letreros, cubre ranuras, etc. – Cuando el avance en la fabricación del equipo lo permita, el área de fabricación llevará a cabo la realización de pruebas eléctricas, y si es el caso, hará las adecuaciones necesarias. – Cuando el avance en la fabricación del equipo lo permita, el área de fabricación llevará a cabo la realización de pruebas hidráulicas, y si es el caso, hará las adecuaciones necesarias.
---	--

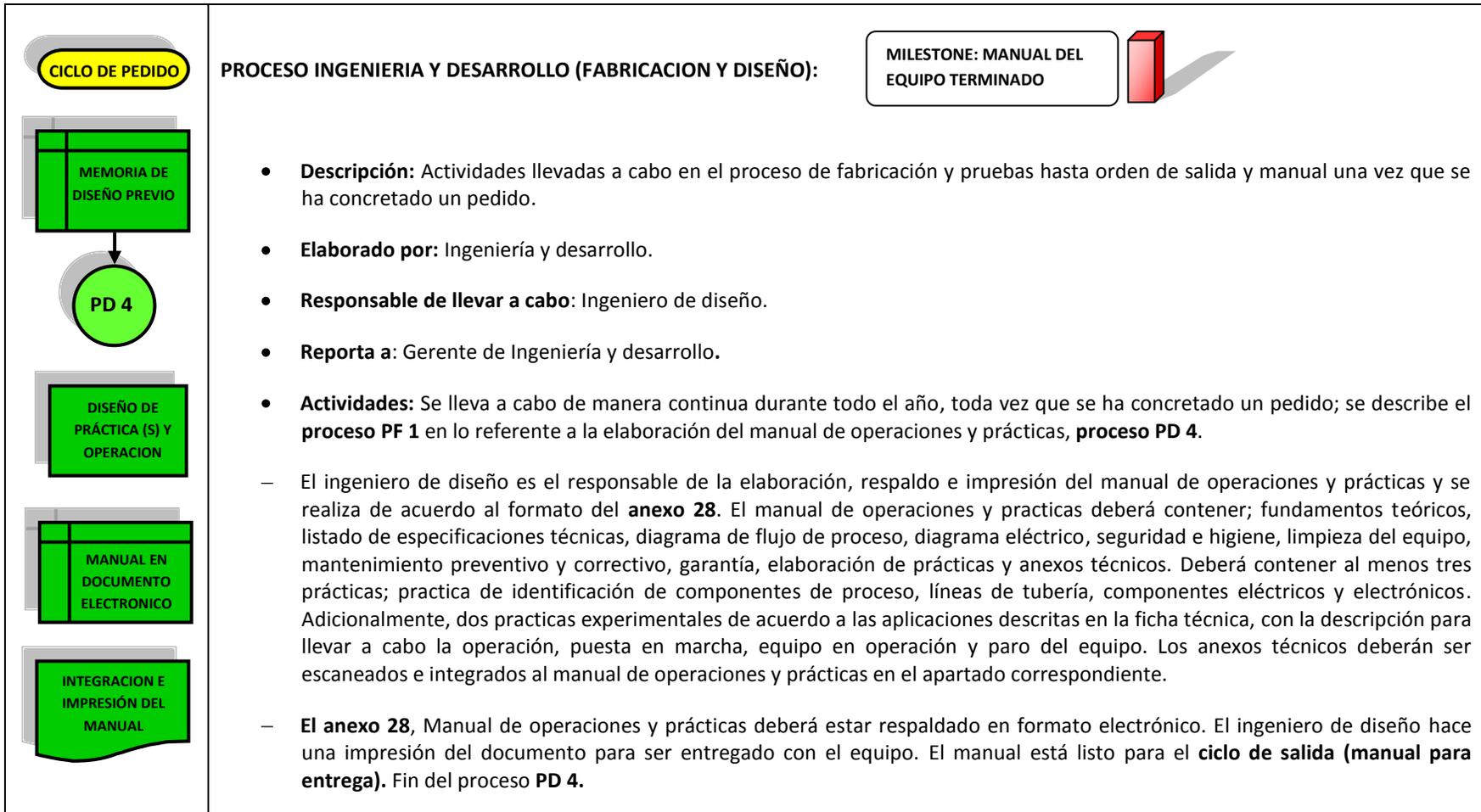
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

   	<p>PROCESO INGENIERIA Y DESARROLLO (FABRICACION Y DISEÑO):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Actividades llevadas a cabo en el proceso de fabricación y pruebas hasta orden de salida y manual una vez que se ha concretado un pedido. • Elaborado por: Ingeniería y desarrollo. • Responsable de llevar a cabo: T.S.U. en fabricación. • Reporta a: Gerente de Ingeniería y desarrollo. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se ha concretado un pedido; se describe el proceso PF 1 en lo referente a la revisión general del equipo terminado y probado, así como detalles de fabricación. Registro de horas hombre trabajadas en el equipo y archivo de desempeño. <ul style="list-style-type: none"> – Una vez realizadas las pruebas hidráulicas y eléctricas, se hace una revisión visual sobre todos los detalles de fabricación y diseño. Adicionalmente se hacen corridas experimentales en el equipo al menos utilizando agua. – El registro de horas hombre trabajadas tiene como objeto servir de marco de referencia en el desempeño de los técnicos en fabricación, así como el estimado del tiempo y costo de horas hombre necesarias en la fabricación de un equipo como elemento de costo en la elaboración de cotizaciones bajo el rubro costo de mano de obra en la hoja de costos y tiempo de entrega (anexo 5). El registro de horas hombre trabajadas por equipo se lleva a cabo de acuerdo al formato del anexo 26. – El archivo de desempeño tiene como objeto la evaluación en el trabajo realizado por cada técnico en fabricación, así como la evaluación de la productividad de la empresa en forma integral.
---	--

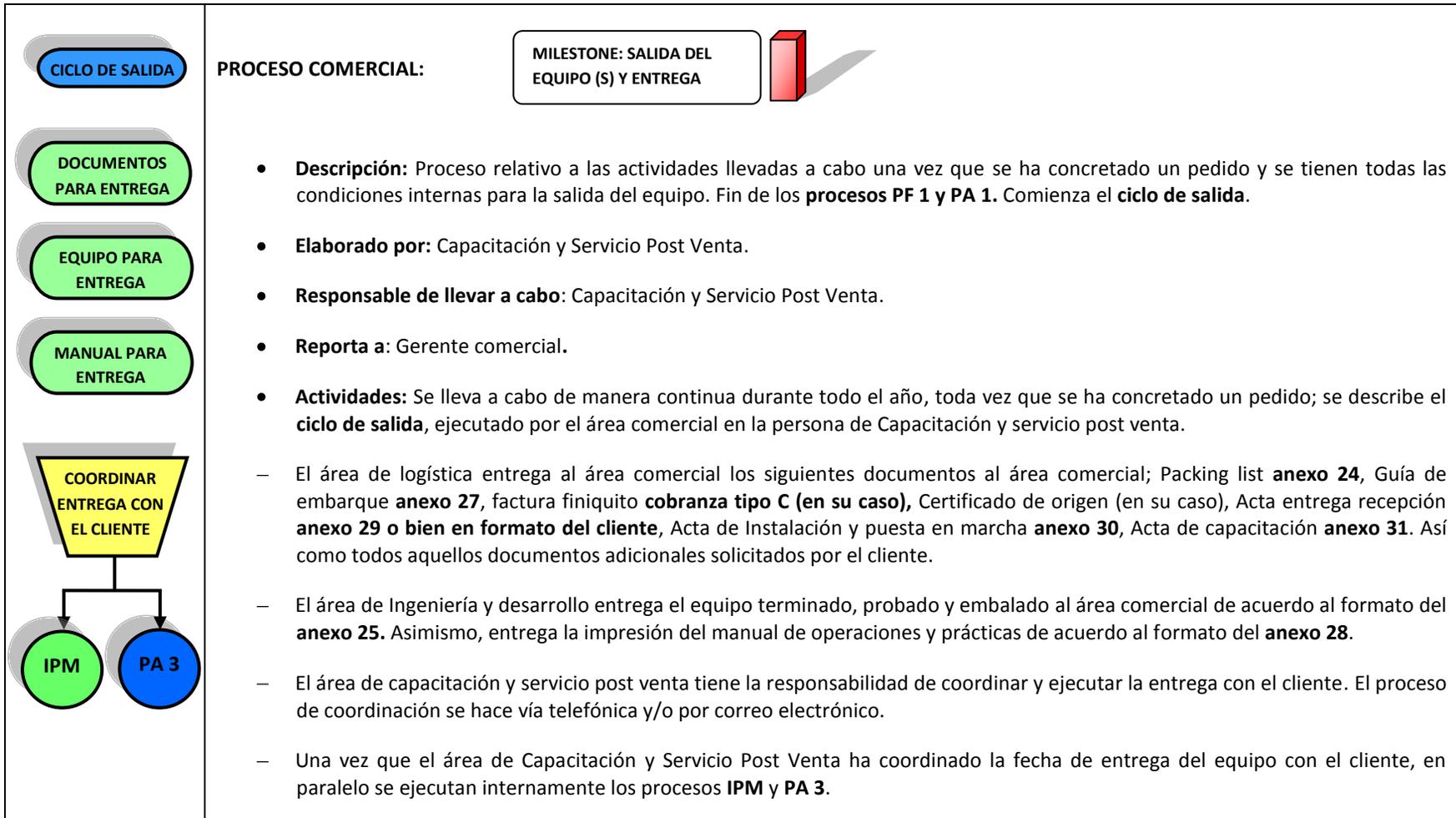
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<p>CICLO DE PEDIDO</p> <p>REALIZACION DE PRÁCTICA (S)</p> <p>PACKING LIST Y CRITERIOS DE EMBALAJE</p> <p>LIMPIEZA Y EMBALAJE DEL EQUIPO</p> <p>DOCUMENTO DE EQUIPO TERMINADO Y ORDEN DE SALIDA</p>	<p>PROCESO INGENIERIA Y DESARROLLO (FABRICACION Y DISEÑO):</p> <p>MILESTONE: EQUIPO TERMINADO Y PROBADO </p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Actividades llevadas a cabo en el proceso de fabricación y pruebas hasta orden de salida y manual una vez que se ha concretado un pedido. • Elaborado por: Ingeniería y desarrollo. • Responsable de llevar a cabo: Ingeniero de diseño y T.S.U. en fabricación. • Reporta a: Gerente de Ingeniería y desarrollo. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se ha concretado un pedido; se describe el proceso PF 1 en lo referente a la realización de prácticas, embalaje del equipo y documento de equipo terminado. <ul style="list-style-type: none"> – El ingeniero de diseño tiene la responsabilidad de llevar a cabo la realización de las practicas propuestas en el manual de operaciones y prácticas, de preferencia hará una exposición de los resultados y cálculos en el manual correspondiente. Las prácticas realizadas deben corresponder a las aplicaciones experimentales descritas en la ficha técnica del equipo. El ingeniero de diseño es el responsable de realizar el listado de empaque y definir los criterios de embalaje de acuerdo al formato del anexo 24, packing list y criterios de embalaje. Dicho documento forma parte de los documentos de embarque y debe ser entregado al área de logística. – De acuerdo a los criterios de embalaje descritos en el anexo 24, el área de fabricación tiene la responsabilidad de llevar a cabo la limpieza y el embalaje del equipo. – Una vez terminado, probado y en embalaje el equipo, el ingeniero de diseño tiene la responsabilidad de llevar a cabo el documento de equipo terminado y orden de salida de acuerdo al formato del anexo 25. El equipo está listo para el ciclo de salida (equipo para entrega).
---	--

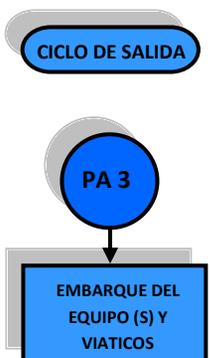
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



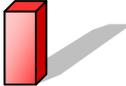
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



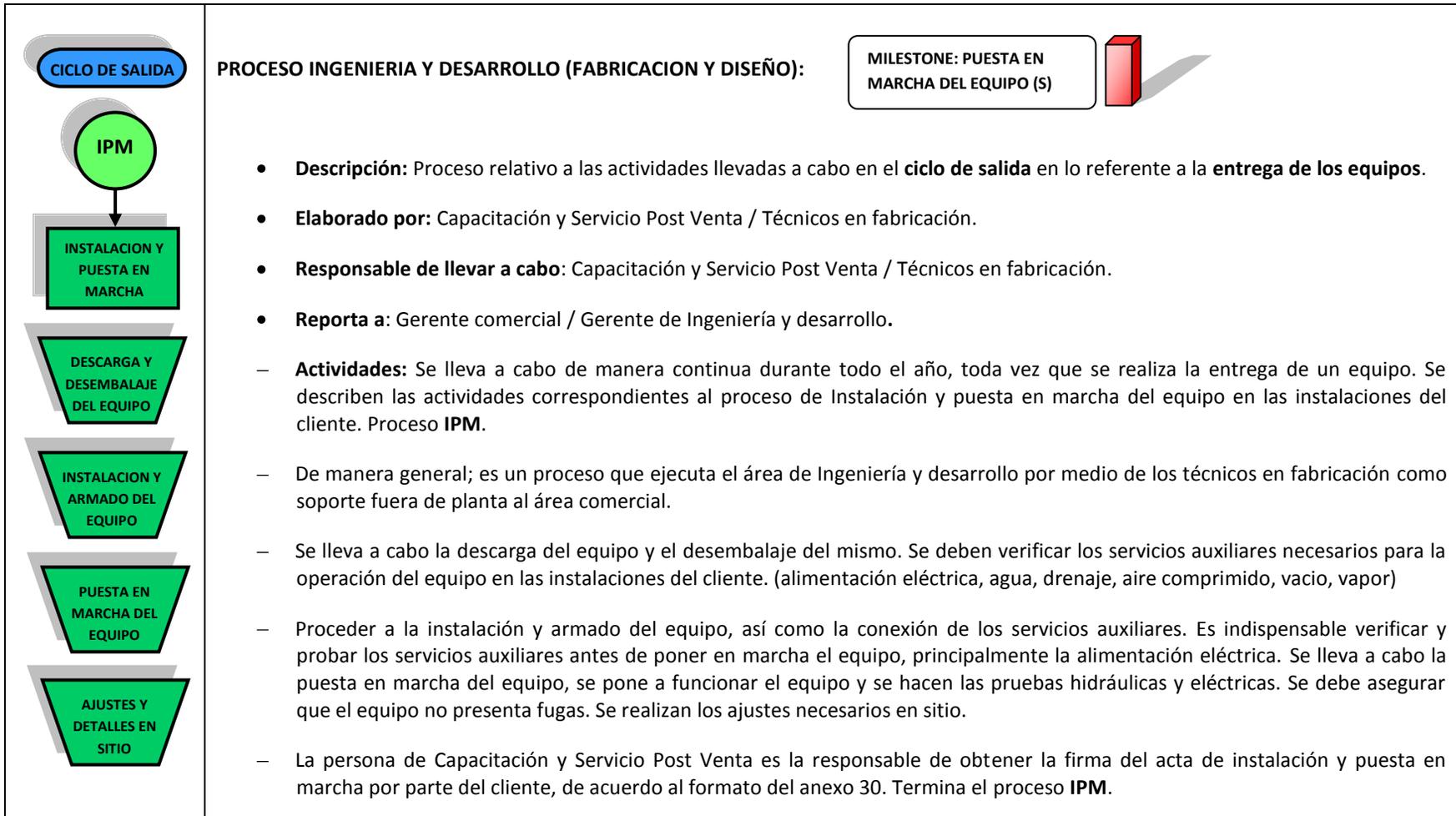
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

	<p>PROCESO ADMINISTRACION (LOGISTICA Y ESTADOS FINANCIEROS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Proceso relativo a las actividades llevadas a cabo en el ciclo de salida una vez que tanto el área comercial como el cliente han establecido la fecha de entrega. • Elaborado por: Gerencia de Administración y finanzas. • Responsable de llevar a cabo: Gerencia de Administración y finanzas con la ayuda del área de logística. • Reporta a: Gerencia de Administración y finanzas / Administrador único. <ul style="list-style-type: none"> – Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se realiza la entrega de un equipo. Se describen las actividades correspondientes al proceso PA 3; embarque del equipo y suministro de viáticos para realizar la entrega. – El área de logística tiene la responsabilidad de contratar al transportista de acuerdo con la fecha pactada y previa cotización. La carta de instrucciones esta prácticamente establecida en la guía de embarque (anexo 27), documento que forma parte integral de los documentos de salida. La Gerencia de Administración y finanzas es la responsable de realizar los pagos a los transportistas de acuerdo con las condiciones previamente acordadas. Deberá registrar las facturas ya pagadas en los Estados Financieros internos de acuerdo al formato del anexo 16. El registro en Estados financieros internos también se realiza para los casos de las cuentas por pagar. – De acuerdo con el lugar, el tiempo requerido y el número de personas necesarias para realizar la entrega; la Gerencia de Administración y finanzas tiene la responsabilidad de proporcionar los recursos para viáticos, dichos gastos deberán ser comprobados por aquellas personas que los recibieron. La Gerencia de Administración y finanzas deberá registrar las facturas comprobadas en los Estados Financieros internos de acuerdo al formato del anexo 16. Termina el proceso PA 3.
---	--

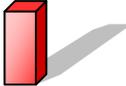
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<p>CICLO DE SALIDA</p> <p>ENTREGA DE EQUIPO (S)</p> <p>ACTA DE ENTREGA RECEPCION</p>	<p>PROCESO COMERCIAL:</p> <p>MILESTONE: ENTREGA DEL EQUIPO (S) </p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Proceso relativo a las actividades llevadas a cabo en el ciclo de salida en lo referente a la entrega de los equipos. • Elaborado por: Capacitación y Servicio Post Venta. • Responsable de llevar a cabo: Capacitación y Servicio Post Venta. • Reporta a: Gerente comercial. <ul style="list-style-type: none"> – Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se realiza la entrega de un equipo. Se describen las actividades correspondientes al proceso de entrega física y firma de acta del equipo en las instalaciones del cliente. – La entrega física del equipo corresponde al primer paso en el proceso de servicio al cliente. El responsable de llevar a cabo esta actividad es la persona de Capacitación y Servicio Post Venta. – El objetivo es realizar la entrega física del equipo, la instalación, la puesta en marcha y la capacitación en un solo viaje, motivo por el cual la persona de Capacitación y Servicio Post Venta deberá ir acompañada de personal para realizar la Instalación y la puesta en Marcha cuando la complejidad del equipo lo requiera. El equipo debe ser colocado en su ubicación final dentro del laboratorio asignado por el usuario. – Uno de los documentos de entrega es el Acta de entrega recepción, de acuerdo al formato del cliente, de no ser así, corresponde entonces al formato del anexo 29. Esta deberá ser firmada por el cliente pues es un documento que se requiere para llevar a cabo la cobranza tipo C.
---	--

Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:



Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<p>ACTA DE INSTALACION Y PUESTA EN M.</p> <p>CAPACITACION DE EQUIPO (S)</p> <p>ACTA DE CAPACITACION</p> <p>DOCUMENTOS PARA COBRANZA</p> <p>SERVICIO P.V</p> <p>COBRANZA TIPO C</p>	<p>PROCESO COMERCIAL:</p> <p>MILESTONE: CAPACITACION Y DOCUMENTOS COBRANZA </p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Proceso relativo a las actividades llevadas a cabo en el ciclo de salida en lo referente a la entrega de los equipos. • Elaborado por: Capacitación y Servicio Post Venta. • Responsable de llevar a cabo: Capacitación y Servicio Post Venta. • Reporta a: Gerente comercial. • Actividades: Se lleva a cabo de manera continua durante todo el año, toda vez que se realiza la entrega de un equipo. Se describen las actividades correspondientes al proceso de capacitación del equipo en las instalaciones del cliente, firma de documentos, servicio post venta y cobranza tipo C – La persona responsable de Capacitación y Servicio Post Venta deberá coordinar la fecha y horario para el curso de capacitación, el cual se realizará de acuerdo a un programa previamente establecido y preparado en función de las características y complejidad de cada equipo. Una vez terminado el curso de capacitación, se lleva a cabo la firma del acta de capacitación de acuerdo al formato que corresponde al anexo 31. La persona de Capacitación y Servicio Post Venta deberá reunir las tres actas firmadas; anexo 29, anexo 30 y anexo 31. Asimismo, deberá obtener la firma de las facturas originales y otros documentos cuando la institución así lo requiera para llevar a cabo la cobranza tipo C que se refiere específicamente a Equipos que son pagados después de realizar Instalación, Puesta en Marcha y Capacitación. La Gerencia de Administración y finanzas es la responsable de realizar la cobranza tipo C. Para esta actividad recibe todo el apoyo por parte del área comercial, así como del representante legal. Una vez realizado el pago, se registra en Estados Financieros internos de acuerdo al formato del anexo 16. – Una vez entregado el equipo, inicia el ciclo de garantía y servicio post-venta, responsabilidad del área comercial en la persona de Capacitación y Servicio post venta. Se lleva a cabo de acuerdo al formato del anexo 32.
--	--

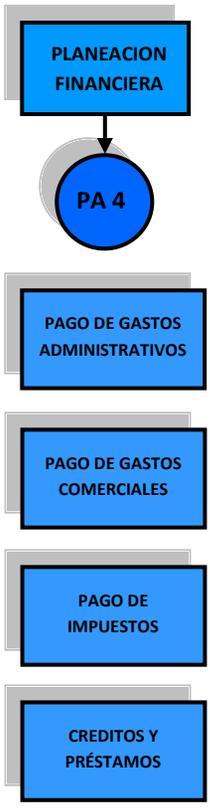
Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

<div style="border: 1px solid black; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> PLANEACION FINANCIERA </div>	<p>PROCESO ADMINISTRACION (PLANEACION FINANCIERA):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: • Elaborado por: • Responsable de llevar a cabo: • Reporta a: • Actividades: <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>
---	--

Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

	<p>PROCESO ADMINISTRACION (ESTADOS FINANCIEROS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: • Elaborado por: • Responsable de llevar a cabo: • Reporta a: • Actividades: — — — —
---	--

Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

	<p>PROCESO ADMINISTRACION (ESTADOS FINANCIEROS):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción: • Elaborado por: • Responsable de llevar a cabo: • Reporta a: • Actividades: <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p> <p>—</p>
--	---



Manual de procedimientos	Numero de Control:
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Fecha:

Anexo 1 Registro de Proyecto

Anexo 2 Reporte de visita

Anexo 3 Proyecto especial

Anexo 4 Ficha Técnica

Anexo 5 Hoja de costos

Anexo 6 Cotización

Anexo 7 Registro de cotizaciones

Anexo 8 Registro de licitación

Anexo 9 Registro de equipos vendidos

Anexo 10 Bases y criterios de diseño

Anexo 11 Diagramas de Estructura, eléctricos y lay-out

Anexo 12 Hoja de listado de compras

Anexo 13 Memoria de diseño previo

Anexo 14 Orden de trabajo

Anexo 15 Registro y cancelación de fianzas

Anexo 16 Estados financieros internos

Anexo 17 Inventario de materia prima

Anexo 18 Orden de compra

Anexo 19 Registro de la Orden de Trabajo

Anexo 20 Diagramas de piezas especiales

Anexo 21 Diagramas de Tuberías e Instrumentación

Anexo 22 Diagramas de montaje y diagrama general

Anexo 23 Memoria de Diseño

Anexo 24 Packing list y criterios de embalaje

Anexo 25 Documento de equipo terminado y orden de salida

Anexo 26 Registro de horas trabajadas por equipo

Anexo 27 Guía de embarque

Anexo 28 Manual de Operaciones y Practicas

Anexo 29 Acta de entrega recepción

Anexo 30 Acta de Instalación y puesta en marcha

Anexo 31 Acta de capacitación.

Anexo 32 Documento de Servicio Post venta

Bibliografía

- Noriega Giral Luis Enrique, Apuntes de clase “Uso eficiente y ahorro de energía”, México 2009.
- Pahl G. y Beitz W., Engineering design, Springer, 1998.
- Gorostiza Eduardo, Estudio de negocios: Generatoris S.A. de C.V. Tesina de maestría ITAM. México 2005.
- Ulrich K. y Eppinger S., Diseño y desarrollo de productos, Mc Graw Hill, 2004.
- Kroll E., Condoor S. y Jansson D., Innovative Conceptual Design, Cambridge University Press, 2001.
- White, Frank M., Mecánica de Fluidos, Mc Graw Hill, 2004.