

MEDIR, ANALIZAR E INSPECCIONAR EL CICLO CONTINUO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES

AUTOR: CARLOS ORTIZ



San Marcos

Introducción	3
Medir, analizar e inspeccionar el ciclo continuo de los procesos industriales . . .6	
Análisis de la operación.	7
El objetivo de la operación	8
Diseño de las piezas	9
Tolerancias y especificaciones	9
Materiales	9
Proceso de manufactura.	9
Preparación de herramental	10
Condiciones de trabajo	10
Manejo de materiales	10
Distribución del equipo en la planta	11
Principios de la economía de movimientos	11
Herramientas para la descripción de procesos	14
Diagrama SIPOC.	15
Diagrama caja negra	15
Diagrama de flujo	16
Diagrama de proceso	18
Diagrama de recorrido	20
Metrología.	27
Instrumentos de medición.	30
Tecnologías avanzadas de inspección	31

Una vez vista la conceptualización de los procesos industriales, los diferentes elementos de los procesos, sus componentes, las diferentes líneas de manufactura, la productividad como eje principal de la rentabilidad de los negocios y las diferentes metodologías desarrolladas en el tiempo para el balanceo de las líneas de manufactura y servicios, y la optimización de las mismas, pensando en el desarrollo de los tiempos estándar de proceso; el profesional en la actualidad debe enfrentarse a la utilización de instrumentos de análisis de procesos, las diferentes herramientas existentes para la síntesis de los mismos con miras a la generación de memoria de lecciones aprendidas, el registro de actividades y la generación de data para la formulación de mejoras basado en hechos y datos.

En el presente eje, se relacionarán diferentes herramientas, diagramas, símbolos y grafos, para el registro de las actividades dentro de las organizaciones, con miras a esa generación de memoria y datos basados en los análisis de procesos, desde la conceptualización de los mismos, los tiempos, los usos y las mejores formas de ejecutarlos, de tal manera que es importante para el profesional entender cómo a través del tiempo, el hombre ha procurado escribir su historia y plasmar su experiencia y la forma de cómo ha ido evolucionando en el desarrollo de procesos cada vez más automatizados, para dicho fin, ha buscado la forma de plasmar en grafos, diagramas, diseños, dibujos, toda su experiencia garantizando así la transferencia de generación a generación de los diferentes eventos que han marcado su desarrollo estructural y social, a continuación se presenta el desarrollo de los papiros y como el ser humano ha buscado dejar plasmada su memoria para tal fin, se relaciona a continuación un poco de historia del Papiro y su creación y desarrollo para impactar en la memoria.

El papiro – del vocablo latín “papyrus”: papel, se refiere a una planta egipcia *Cyperus papyrus* con cuyas hojas se formaban las láminas utilizadas por egipcios, griegos y romanos para llevar sus registros escritos entre el 3000 A.C. y el siglo V D.C. Su tamaño fluctuaba entre los 12,5 x 12,5 cm y los 22,5 x 37,5 cm, uniéndose cada hoja con la siguiente para formar rollos de entre seis y 9 metros, aunque se han encontrado con más de 40 metros de largo.



Se le quitaba la corteza al tallo y se cortaba la médula en láminas muy finas, las cuales se colocaban unas junto a otras en forma vertical.”

Figura 1. Figura 1. Remoción de la corteza
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pergamino>

Antes de secarse, se añadían tiras horizontales para la segunda capa. Los jugos del papiro servían para unirlos.



Figura 2. Añadido de tiras
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pergamino>

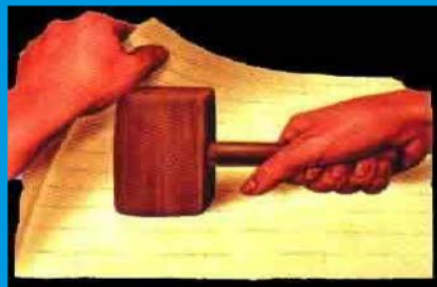


Figura 3. Golpeado con maza
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pergamino>

Luego se golpeaba con una maza, uniendo todas las capas y dándole apariencia de hoja, luego usando un gran peso se prensaba durante varios días.

Frotándolo con una piedra, marfil o conchas, se le daba una textura más lisa y uniforme, cortando luego sus bordes para optimizar su forma. Luego se unían las hojas con una pasta formando rollos.



Figura 4. Frotado con marfil
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pergamino>



Figura 5. Papiro antiguo
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pergamino>

En sus registros explicaban procedimientos matemáticos útiles para llevar un control de las actividades de interés y relaciones e inventarios necesarios para la administración.


En antiguos papiros se han conseguido algunos de los manuales más antiguos utilizados por las primeras civilizaciones.



Figura 6. Pergamino final
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pergamino>

De acuerdo con la historia del papiro, el hombre ha buscado transferir el conocimiento de generación en generación para así no perder las experiencias y los desarrollos logrados en el tiempo. Para el presente eje se busca que el profesional coloque en práctica no solo los conceptos adquiridos, sino también las diferentes herramientas para el entendimiento de los procesos industriales. Por tal razón a continuación se encontrarán los diferentes diagramas para el registro de las actividades, la identificación de los procesos y el impacto en la cadena de valor de las organizaciones, sumando al profesional un valor agregado en el pensamiento crítico, basado en la experiencia del aprendizaje al ir más allá de los datos al cuestionarse cuál es la mejor forma de realizar una tarea y generar cada vez más un alto beneficio en los ahorros de las empresas a través de la generación de sinergias orientadas al servicio y desarrollo de diferentes liderazgos colectivos en las diferentes actividades de aprendizaje y los mecanismos finales de evaluación de este módulo.

Medir, analizar e
inspeccionar el ciclo
continuo de los
procesos industriales



Análisis de la operación

El análisis de la operación o producción es una actividad desarrollada por los diferentes profesionales enfocados a los métodos de trabajo entre otros para examinar todos los elementos productivos y no productivos con intención de su mejoramiento. El análisis de la operación tiene como objetivo la eliminación de las demoras de proceso, los movimientos innecesarios, los transportes que no aportan valor, la minimización de los tiempos de producción y hacer los procesos más ágiles, y desde la parte de seguridad y salud en el trabajo, se enfoca en la ergonomía de los puestos de trabajo y la mejor forma de hacer que los colaboradores trabajen y realicen sus actividades bajo ambientes de seguridad y responsabilidad con su salud y bienestar en el trabajo, minimizando los accidentes y las enfermedades laborales causadas por las malas prácticas empresariales.

En acuerdo con las **manufacturas de categoría mundial**, los niveles de respuesta de los sistemas productivos cada vez son más importantes sin dejar de lado la exigencia de los clientes por obtener los productos de consumo cada vez más rápido y fácil, demostrando así que todas las actividades realizadas durante las cadenas productivas, tienen una oportunidad de mejora ya que se dice que en el momento en que un proceso productivo no tenga esta oportunidad, se podría decir que dicho proceso ha quedado obsoleto o ha muerto.

Se podría hablar de algunos enfoques del análisis de la operación, cuando se estudian los procesos, como son:



Por sus siglas en Inglés WCM hace referencia a todas las compañías que buscan a diario la integración completa de sus proveedores, clientes y consumidores, adoptando nuevas metodologías de trabajo, altos estándares de calidad enfocado a la excelencia de la producción y las operaciones a través del conocimiento del cliente, negociación eficiente entre proveedores, reducción de los errores en la producción, y la automatización de los procesos.

Fuente: Recuperado de [http://www.elmayorportal-degerencia.com/Libros/Administracion/\[PD\]%20Libros%20-%20Manufactura%20de%20clase%20mundial.pdf](http://www.elmayorportal-degerencia.com/Libros/Administracion/[PD]%20Libros%20-%20Manufactura%20de%20clase%20mundial.pdf)

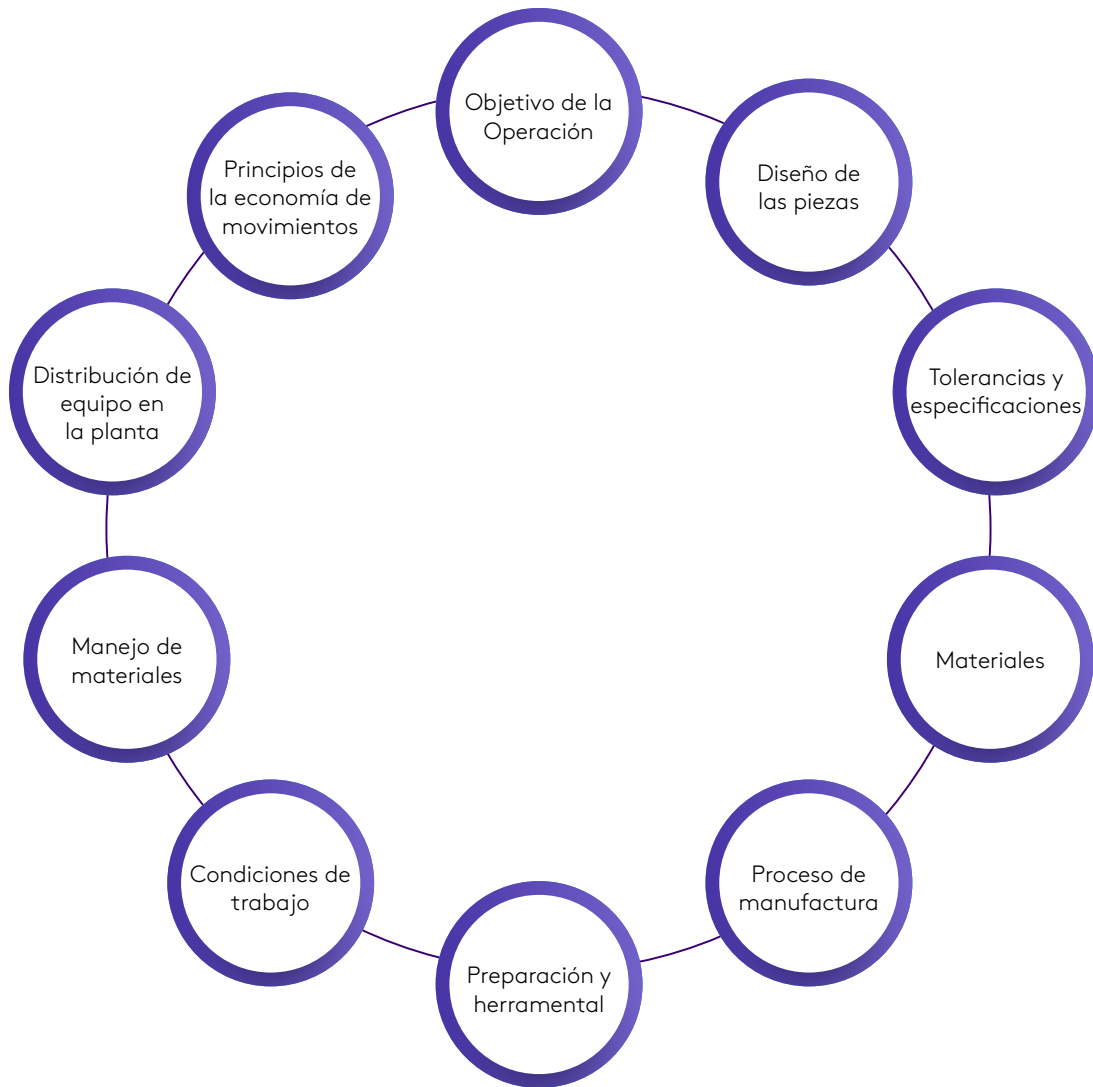


Figura 7. Diagrama de análisis de la operación
Fuente: propia.

El objetivo de la operación

Es una de las fases más importantes de realizar los análisis debido a que del objetivo se desprenden las necesidades de material, planta y equipo, al tener la meta clara de cantidades, tiempo de oferta de valor necesarios se hace vital el estudio y toma más peso la identificación de los factores que afectan el desarrollo de las actividades, y toda la planificación de las mejoras gira entorno a las necesidades de la operación, tomando los conceptos vistos en el referente anterior. En esta fase se puede realizar toda la planificación de la identificación de los 7 grandes desperdicios descritos por la metodología *Lean Manufacturing*, como son la eliminación de la sobreproducción, el exceso de procesamiento, los transportes, las demoras o esperas, los defectos – no la calidad, los

inventarios, los movimientos innecesarios, y así establecer la focalización o el ataque para minimizar o desaparecer los mismos.

Diseño de las piezas

Normalmente una vez creada una pieza esta es lanzada a producción sencillamente para ser producida, pero esto tiene gran impacto en el desarrollo y desempeño del proceso, de un lado hay un consumo importante de planta y equipo, un aumento de la carga de trabajo dependiendo de la demanda para la cual este haya sido diseñado, y un aumento de los consumos de material, lo que genera un aumento considerable en los costos, del otro lado lleva al profesional encargado del estudio del trabajo a evidenciar nuevas formas de realizar los productos de manera más rápida y a menor costo, mejorando la productividad global de la planta, y es entonces donde toma peso el mejoramiento de los productos desde la perfección de los diseños basado en la reducción del número de partes de una pieza minimizado desde el diseño, la reducción del número de operaciones y la cantidad de recorridos necesarios para los sub ensambles de las piezas y disminuir el consumo de materiales.

Tolerancias y especificaciones

En este punto es importante entender que aunque es posible que sea una responsabilidad del diseño de las piezas o productos, es significativo tener en cuenta que durante el proceso se pueden tener tolerancias y especificaciones sin afectar el producto pero que de manera significativa pueden influir en el control de flujo de proceso, sin afectar la calidad del mismo, es decir, en algunos procesos podría disminuir el tiempo de maquinado específico de una pieza sin afectar la calidad del producto,

o su uso eficiente debido a cambios en el uso de herramientas diferentes, o programaciones diferentes de centros computarizados de trabajo. Es importante también que el profesional tenga en cuenta establecer todos los mecanismos de control de los procesos suficientes y necesarios para contener la variabilidad de los procesos dentro de las tolerancias y especificaciones óptimas que no afecten el valor agregado del producto o de alguna forma negativa llegarán a afectar al cliente directamente.

Materiales

Cuando se diseña un producto lo que se remonta de manera inmediata es a qué material se utilizará en el mismo, contemplando el costo, la facilidad de obtención, la facilidad de manipulación. Los profesionales dedicados al mejoramiento de los procesos basados en el análisis de las operaciones, deben sin duda revisar los materiales utilizados en pro de los costos, si es un material de bajo costo o que sencillamente genere su utilización en beneficios al negocio, si el material es más fácil de procesar, emplear materiales e insumos en la forma más económica pensando en la generación de ahorros y mejorar las prácticas de uso de material, utilizar o reutilizar materiales de desecho o sobrantes y estandarizar el uso de los materiales.

Proceso de manufactura

En este aspecto se debe retomar los temas vistos en los capítulos anteriores (eje 2), donde herramientas como el balanceo de línea, los cálculos de la productividad, los cálculos de la eficiencia, la estructuración de las líneas de ensamblaje basado en el tipo de producto, y la distri-

bución sistemática de producción hacen parte del control de los procesos y la mejor forma de ejecutarlos y conocerlos.

Preparación de herramental

Es una de las operaciones que más puede llegar a consumir tiempo y no agrega valor. Una de las metodologías de trabajo llamada SMED está focalizada en la mejora de estos tiempos de alistamiento y puesta a punto entre una y otra operación y cambio de producto o referencia. Es vital para el profesional hacer fuerte énfasis en la minimización de estos tiempos de parada y administrarlos como un proceso con oportunidad de mejora.



Lectura recomendada

Para ampliar este apartado se invita al estudiante desde la página principal del eje a realizar la lectura complementaria:

Cambio rápido de herramientas y reducción de tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED, (pp. 1-15)

Mauricio León Lefcovich

https://elibro-net.proxy.bidig.areandina.edu.co/es/ereader/areandina/31388?as_all=SMED&as_all_op=u-naccent_icontains&prev=as

Condiciones de trabajo

Una de las responsabilidades más grandes por parte del profesional que analiza procesos, es el bienestar de los colaboradores, quienes son el corazón de la operación,

y son quienes realizan las actividades y los productos, así sean sencillamente para el alistamiento de una maquinaria y su interacción para la elaboración de un producto, existe según la **Organización Internacional del Trabajo** (OIT) una serie de suplementos o características de los puestos de trabajo para mejorar la calidad en las condiciones de trabajo de los colaboradores, en el mejoramiento de la Iluminación del puesto de



La Organización Internacional del Trabajo (OIT):

Es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de los asuntos relativos al trabajo y las relaciones laborales. Fue fundada el 11 de abril de 1919, en virtud del Tratado de Versalles. Su Constitución, sancionada en 1919, se complementa con la Declaración de Filadelfia de 1944. La OIT tiene un gobierno tripartito, integrado por los representantes de los gobiernos, de los sindicatos y de los empleadores. Su órgano supremo es la Conferencia Internacional del Trabajo, que se reúne anualmente en junio. Su órgano ejecutivo es el Consejo de Administración, que se reúne cuatrimestralmente en Ginebra.

trabajo o del área de trabajo, y la cantidad de lúmenes pertinentes para la ejecución de una labor, los diferentes controles de temperatura, la ventilación adecuada, unos decibeles controlables de ruido, orden y aseo en los puestos de trabajo, eliminación de gases contaminantes, zonas demarcadas, protección en puntos de accidente y peligro, equipo de dotación industrial y elementos de protección personal, y todo el cumplimiento vigente para garantizar la salud y la seguridad en el trabajo.

Manejo de materiales

Uno de los temas importantes es la manipulación y el movimiento de las materias primas, insumos, productos en proceso, productos semiterminados y maquinaria por las plantas de producción. Esto requiere gran consumo de tiempo sin agregar valor,

aumento de riesgos de pérdida de material que se pueda perder en los transportes, así mismo el tiempo desperdiciado por un operario en el desplazamiento de materiales, planta y equipo. El profesional debe buscar la forma de generar ahorros para las organizaciones en las cercanías de los procesos y la minimización de transportes innecesarios sin agregar valor al producto y si aumenta los riesgos de falla por mala manipulación de los mismos.

Distribución del equipo en la planta

Como se vio en capítulos pasados, la distribución de la planta debe ser sistemática y objetiva basada en la minimización de transportes y recorridos, pensando en el beneficio de la secuencia del proceso y el producto por cada centro de trabajo.

Principios de la economía de movimientos


En el siguiente capítulo de este curso se hablará y profundizará sobre la ingeniería de métodos y su impacto en el desarrollo de la productividad de las organizaciones, sin embargo, para este momento se sugiere como la focalización específica en el puesto de trabajo de los colaboradores. El análisis del proceso debe estar enfocado en cómo el colaborador ejecuta las labores pertinentes de su trabajo, los diferentes movimientos realizados por sus manos, la disponibilidad de las herramientas en su puesto de trabajo, y la ergonomía de sus diferentes movimientos en dicha estación para lograr cumplir su labor, pensando cómo se ha mencionado en partes anteriores de este capítulo en su salud ocupacional y su seguridad industrial sin dejar de lado su aporte de productividad en la ejecución de su tarea.



Figura 8. Procesos
Fuente: Adobe/ 338544849

Para entender la importancia de la caracterización de procesos es necesario retomar el concepto de proceso revisado en el primer capítulo del curso, entendido como *“...un proceso industrial es contemplado como un conjunto de actividades con objetivos definidos para la obtención de un producto dependiendo de la industria en la que*

esta se encuentre bien sea un tangible o un intangible, donde se incluyen entradas, transformaciones y salidas...”, la caracterización de procesos es una herramienta para el estudio y análisis concreto, especializado y profundo de todos los elementos que influyen en los procesos, desde la concepción del objetivo, los actores o responsables del mismo, las entradas (elementos de entrada), las actividades de transformación necesarias para la realización del proceso, los elementos de salida, los resultados esperados, los indicadores de cumplimiento del mismo y los impactos con el fin de ser una herramienta de gestión y control que facilita la comprensión y el valor agregado del proceso al cliente y así mismo su importancia en la cadena de valor. A continuación, se relaciona un modelo de formato básico de caracterización de procesos con sus elementos esenciales.

	Caracterización de procesos		
	Código	Fecha de emisión	Versión

Proceso	Tipo de proceso	Responsable
<i>Nombre del proceso, manufactura, finanzas, etc.</i>	<i>Si el proceso es misional, gerencial o de apoyo o de otra naturaleza dependiendo del tipo de organización.</i>	<i>Quién responde por el proceso, jefatura de producción, jefe de área, etc.</i>

Objetivo :	La razón de ser del proceso, o por lo cual está hecho, ¿en función de qué?
Alcance:	De donde es su gestión y su vigilancia.

Requisitos	
Legales	Normativos
<ul style="list-style-type: none"> Si hay decretos por los cuales deban ser revisados los cumplimientos del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Si hay normas que lo vigilan o lo auditan, para verificar su cumplimiento.

Entradas		Actividad clave	Salidas:	
Entradas del proceso.			<i>¿qué se obtiene del proceso? Productos terminados, servicios etc.</i>	
Proveedor	Entrada <i>Elementos del proceso de entrada, materias primas, personal, etc.</i>	Actividad clave <i>Las actividades realizadas por el proceso, transformar, producir, pulir, mezclar, etc.</i>	Salidas <i>Documentos, información, productos tangibles</i>	Clientes <i>¿a quién se dirige?</i>

Información documentada	Registros
<i>Si existen formatos, documentos, procesos o procedimientos que soportan el proceso realizado. Ejemplo: si es un proceso de compras los documentos de registro de proveedor nuevo.</i>	<i>Documentos sobre los cuales se deja la memoria de la actividad realizada.</i>

Recursos	Indicadores
<i>¿cómo se mide la efectividad del proceso?</i>	<i>Todos los elementos como maquinaria, planta y equipo para la realización de la labor.</i>

Tabla 1. Formato de caracterización de procesos
Fuente: propia



Lectura recomendada

Les invitamos a ingresar a la página principal del eje para revisar la lectura complementaria:

Modelo de Dinámica de Sistemas para la Gestión del Emprendimiento, Fondo Emprender - SENA, Valle del Cauca.

Raúl Burbano Criollo, Elidier Gómez Sánchez

Herramientas para la descripción de procesos

La caracterización de los procesos puede ser considerada como un instrumento para la descripción de los procesos, pero existe un sin número de técnicas para la descripción de procesos adicionales a la caracterización. Para hablar de los mismos, se puede iniciar por hablar de algunos símbolos convencionales que contiene el lenguaje del análisis de proceso, como se relacionan a continuación.



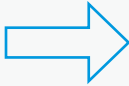


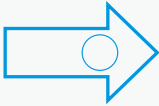
Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Se emplea para indicar los pasos principales del proceso, método o procedimiento, es usado para indicar una acción o actividad.
	Inspección	Se usa cuando se realiza en un producto o proceso una revisión o verificación de calidad, cantidad o cumplimiento de atributos.
	Transporte	Se emplea para indicar un desplazamiento o movimiento de material de un punto a otro.
	Almacenamiento	Indica que se almacena algo, producto en proceso, materias primas e insumos, productos terminados, documentos, etc.
	Esperas o demoras	Es usada cuando las materias primas, los insumos o los productos en proceso o semiterminados deben hacer fila o esperar a ser procesados.
	Transmisión electrónica	Se usa para describir una actividad que corresponde al movimiento electrónico de información o datos, en uso de fax, redes, teléfonos, entre otros. En el círculo se relaciona con una letra el área al que se relaciona o el responsable a quien se dirige.

Tabla 2. Símbolos básicos para el análisis de procesos
Fuente: propia

Existen variaciones de los símbolos y diferentes combinaciones entre ellas. En el texto anterior se relacionaron las básicas usadas, pero dependiendo de las necesidades del proceso o producto se puede dar como ejemplo la operación de inspección, entre otros.

Diagrama SIPOC

Existen también técnicas gráficas para la descripción de procesos globales y específicos. Entre esas herramientas de diagramación global existe la técnica SIPOC por sus siglas en inglés: Supplier (Proveedor), Inputs (Entrada), Process (Proceso), Outputs (Salida), Customers (Cliente), es una herramienta de la metodología Six Sigma diseñada para la verificación e identificación de las entradas con las salidas del proceso a través de las cinco fases del proceso de gestión y la visualización y la conexión entre los diferentes procesos de la organización.



Figura 9. Modelo de diagrama SIPOC
Fuente: propia

Diagrama caja negra

El diagrama de **caja negra** es otra herramienta para la descripción de procesos, enfocada en las entradas y las salidas del proceso, sin importar la transformación, asumiendo que lo que hay en la caja negra cumple al 100% con su labor, pero se evidencia el impacto con su entorno tanto de las entradas y las salidas, responsabilizándose de ser un subsistema interno de otros sistemas.

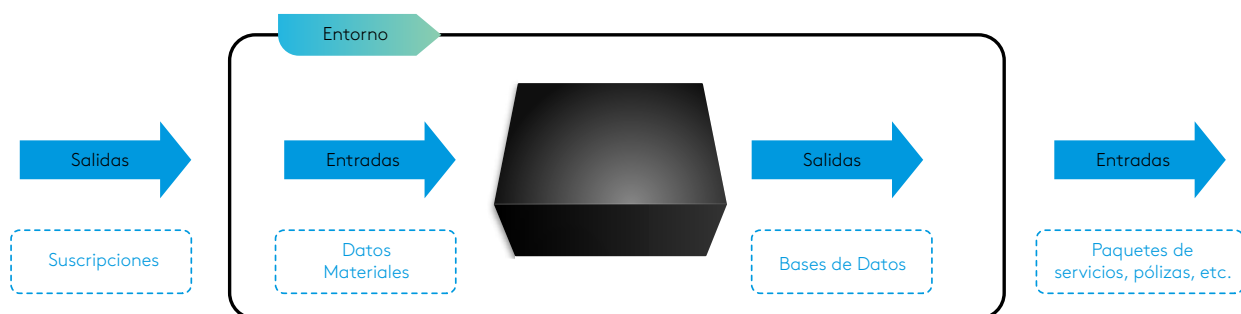


Figura 10. Modelo de diagrama caja negra
Fuente: propia

Diagrama de flujo

Los Diagramas de flujo o flujograma es una forma esquemática de la teoría general de sistemas de presentar actividades, ideas, conceptos y pasos que siguen una secuencia lógica de funcionamiento. Puede mostrar la interacción entre las diferentes áreas o actores influyentes en el proceso, los recorridos necesarios, las observaciones, y en general todo aquello que sea necesario para hacerlo lo más entendible posible. Normalmente es una gran herramienta de uso básico para la explicación de problemas, procesos, actividades y capacitaciones en general, es una herramienta de fácil interpretación y práctico uso. Estos diagramas también son reconocidos como diagramas de **ANSI** por el Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (American National Standard Institute – ANSI-) una organización privada sin ánimo de lucro dedicada a la administración, coordinación y normalización voluntaria y toda actividad relacionada con la evaluación de conformidad en los Estados Unidos, y propone una simbología para ser empleada en los diagramas de flujo dentro del trabajo de la diagramación administrativa y sus labores. Así mismo en compañía de otras organizaciones se han propuesto las siguientes simbologías.



El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares:

Más conocido como ANSI (por sus siglas en inglés: American National Standards Institute), es una organización sin fines de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.

Simbología para el diseño de procesos y procedimientos						
Proceso Inspección Operación		Inicio Fin Terminador		Y		Almacenamiento de acceso secuencial
Proceso alternativo		Preparación		O		Disco magnético
Condicional Decisión		Entrada manual		Intercalar		Transporte
Datos		Operación manual		Ordenar		Almacenamiento de acceso directo
Proceso predefinido		Conector Operación Manual		Archivo temporal Extracto		Pantalla
Almacenamiento interno		Operación automática		Archivo definitivo Combinar		Tarjeta
Documento		Conector de página		Datos almacenados		
Documento		Cinta perforadora		Retraso Espera		
LOS MÁS UTILIZADOS						
Proceso Inspección Operación		Documento		Conector Operación Manual		Archivo temporal Extracto
Condicional Decisión		Conector de página		Operación automática		Archivo definitivo Combinar
		Transporte		Retraso Espera		

Figura 11. Simbología para el diseño de procesos y procedimientos
Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).

A continuación, se relaciona un ejemplo básico para la diagramación en el proceso de encender una pantalla en casa.

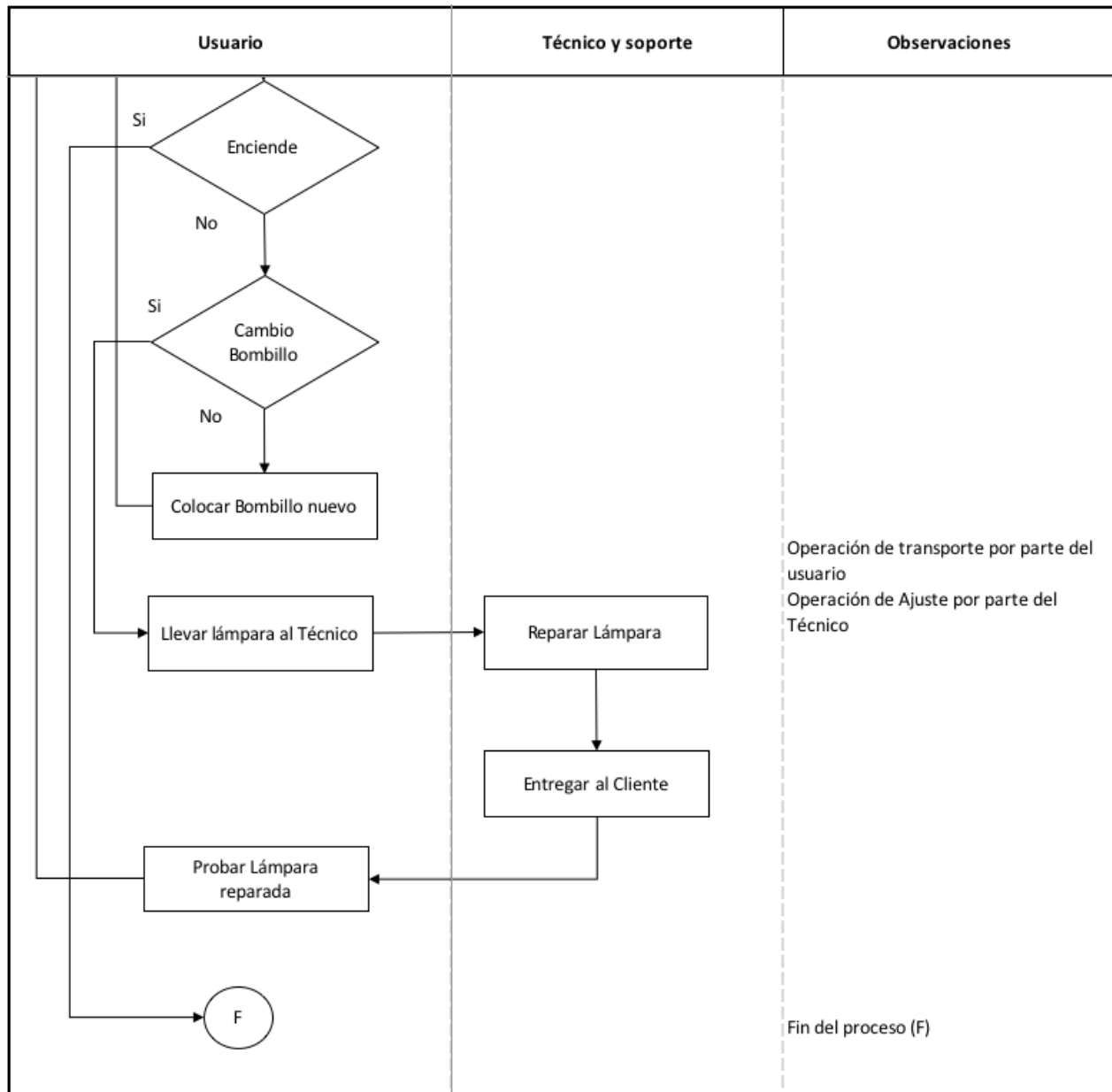


Figura 12. Ejemplo básico de uso del diagrama de flujo
Fuente: propia

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).



Instrucción

Les invitamos a ingresar a la página principal del eje para revisar el recurso de aprendizaje:

Infografía



Ejemplo

Nombre del proceso:	Acondicionamiento Secundario	Fecha:	18 de Marzo de 2020
Referencia de producto:	Acetaminotén X 30		
Departamento/Área:	Fabricación		

Actividad	Simbología	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones
	○ □ → ▽ ▢			
Almacén de Insumos y producto semiterminado				
Recoger con Orden de Alistamiento los materiales para el lote		3,25	3	No olvidar presentar orden de alistamiento y firmar batch record
Codificar Caja		9,4		Codificar el lote de 50 cajas
Armar y Plegar caja		6,1		Armar y plegar lote de 50 cajas
Armar , Pegar y colocar sticker		3,8		Verificar Calidad, Lote de 50 cajas
Colocar y verificar sello de lote y vence, en el sobre del proceso de encefalanado.		3,7		Verificar Calidad, Lote de 50 cajas
Llenado		1,2		Lote de 50 cajas
Pegar y cerrar caja		2,8		Lote de 50 cajas
Dejar secar caja pegada		0,5		10 cajas por arrume
Apilar producto en arrumes			3	Entregar en arrumes de 10 cajas
Llevar a Almacén de Producto terminado				
Total:	4 3 0 1 2 1	30,75	6	
% de cada actividad en el proceso	36,4% 27,3% 0,0% 9,1% 18,2% 9%			

Tabla 4. Formato modelo de diagrama de proceso – implementado
Fuente: propia

Observaciones, el proceso tiene oportunidad de mejora en el 36 % del total de las actividades, ya que son actividades de desplazamiento, almacenamientos y demoras.

Nota: puede descargar el archivo de esta figura [aquí](#).



Instrucción

Para ampliar la información se invita al estudiante a ingresar a la página principal del eje para revisar la actividad de aprendizaje:

Control de lectura

Diagrama de recorrido

Es una herramienta que brinda la representación objetiva del curso del trabajo en un plano de acercamiento real de las áreas y puede ser realizado en dos vías: el movimiento de los colaboradores en los procesos, o el movimiento de materia prima, producto en proceso o productos semiterminado a lo largo de la línea de producción, buscando así la optimización de los recorridos a lo largo de la planta de producción, y los riesgos del material en general en movimiento. A continuación, se relaciona el plano de una planta del sector farmacéutico, distribuida su producción en 3 plantas, para la elaboración de suplementos dietarios.

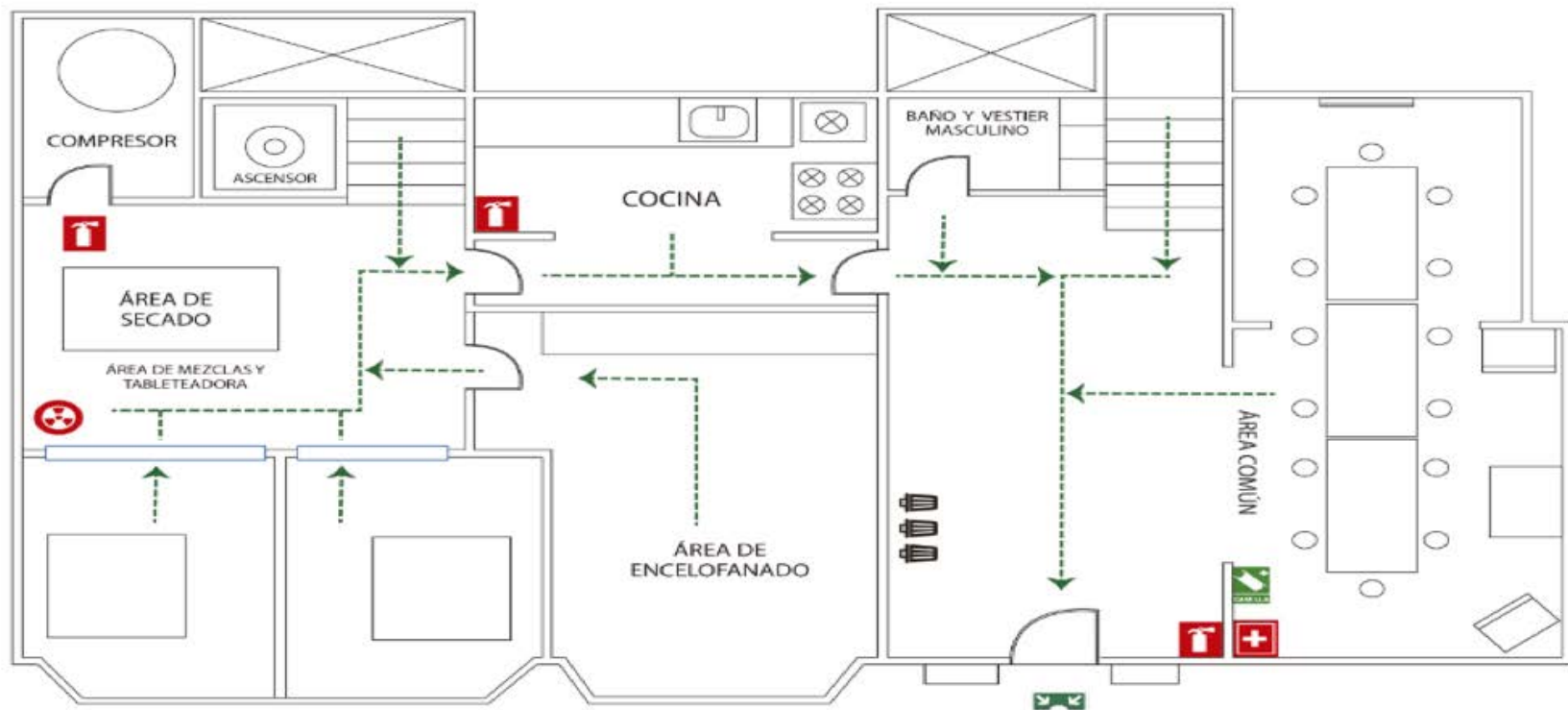


Figura 13. Planta 1. Laboratorio farmacéutico
Fuente: propia

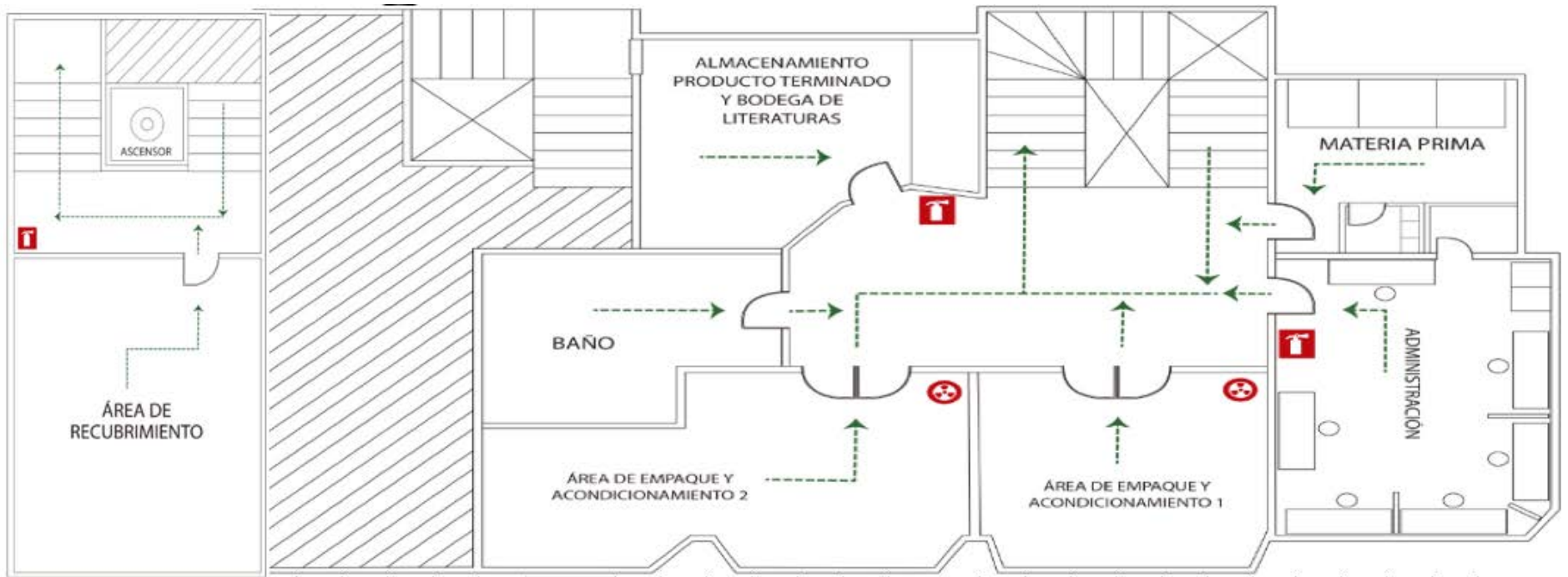


Figura 14. Planta 2. Laboratorio farmacéutico
Fuente: propia

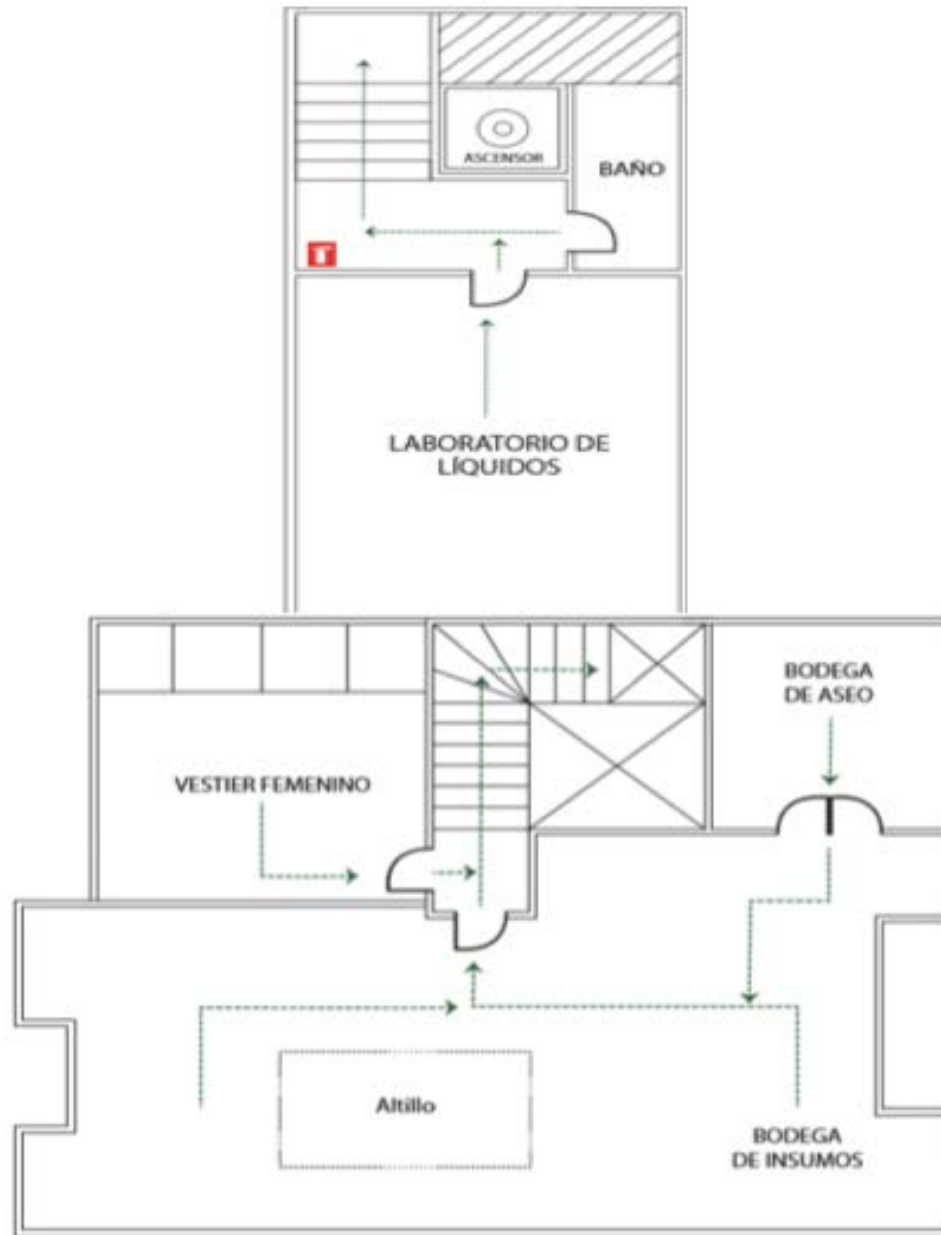


Figura 15. Planta 3. Laboratorio farmacéutico
Fuente: propia

Luego del reconocimiento de los planos estructurales de las áreas, se realiza el diagrama de recorridos realizados por los productos desde el ingreso de materias primas e insumos hasta el despacho de productos terminados. Para tal fin, es necesario seguir las flechas rojas demarcadas en el plano técnico.

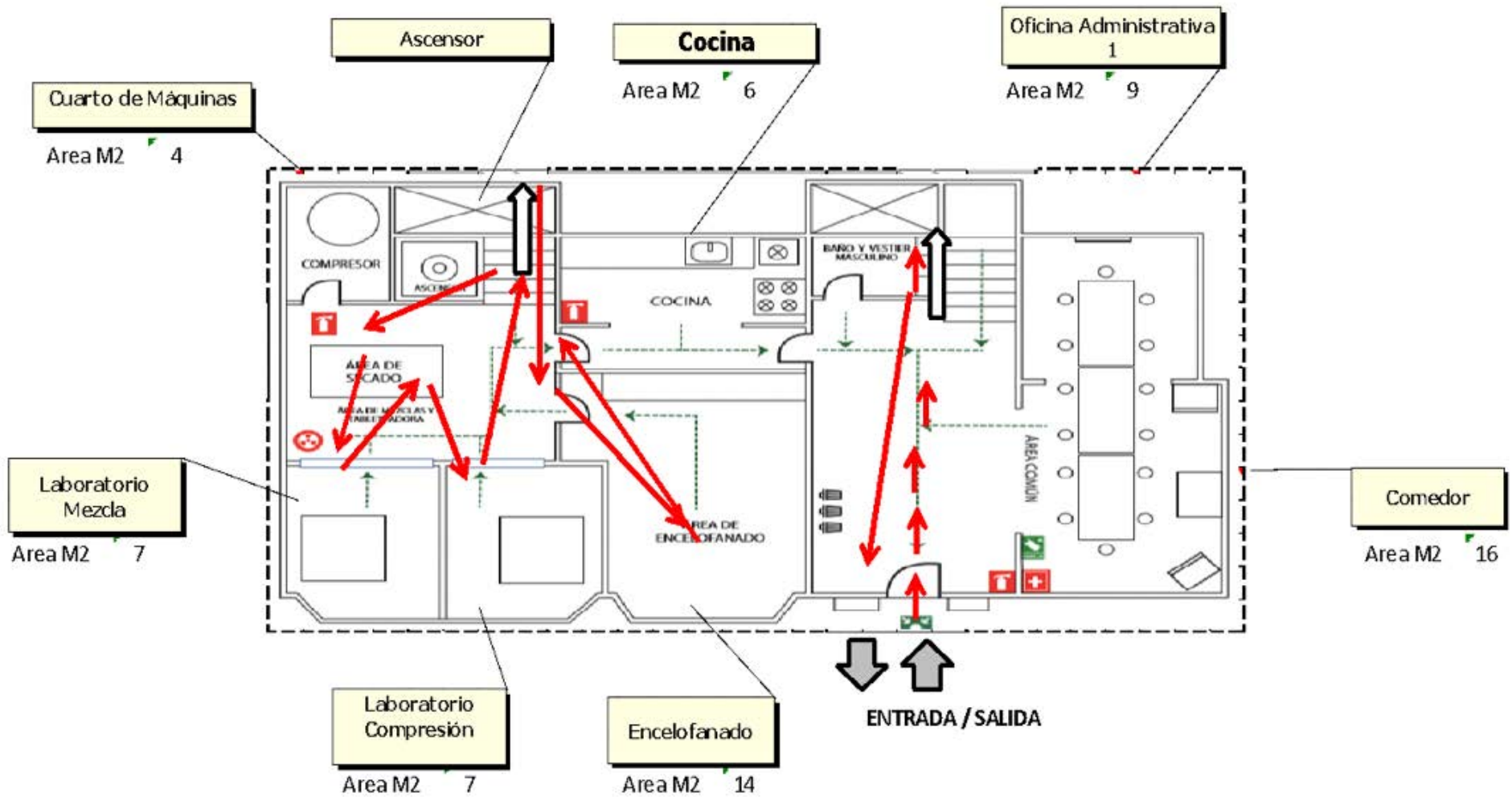


Figura 16. Planta 1. Laboratorio farmacéutico por áreas y recorridos
Fuente: propia

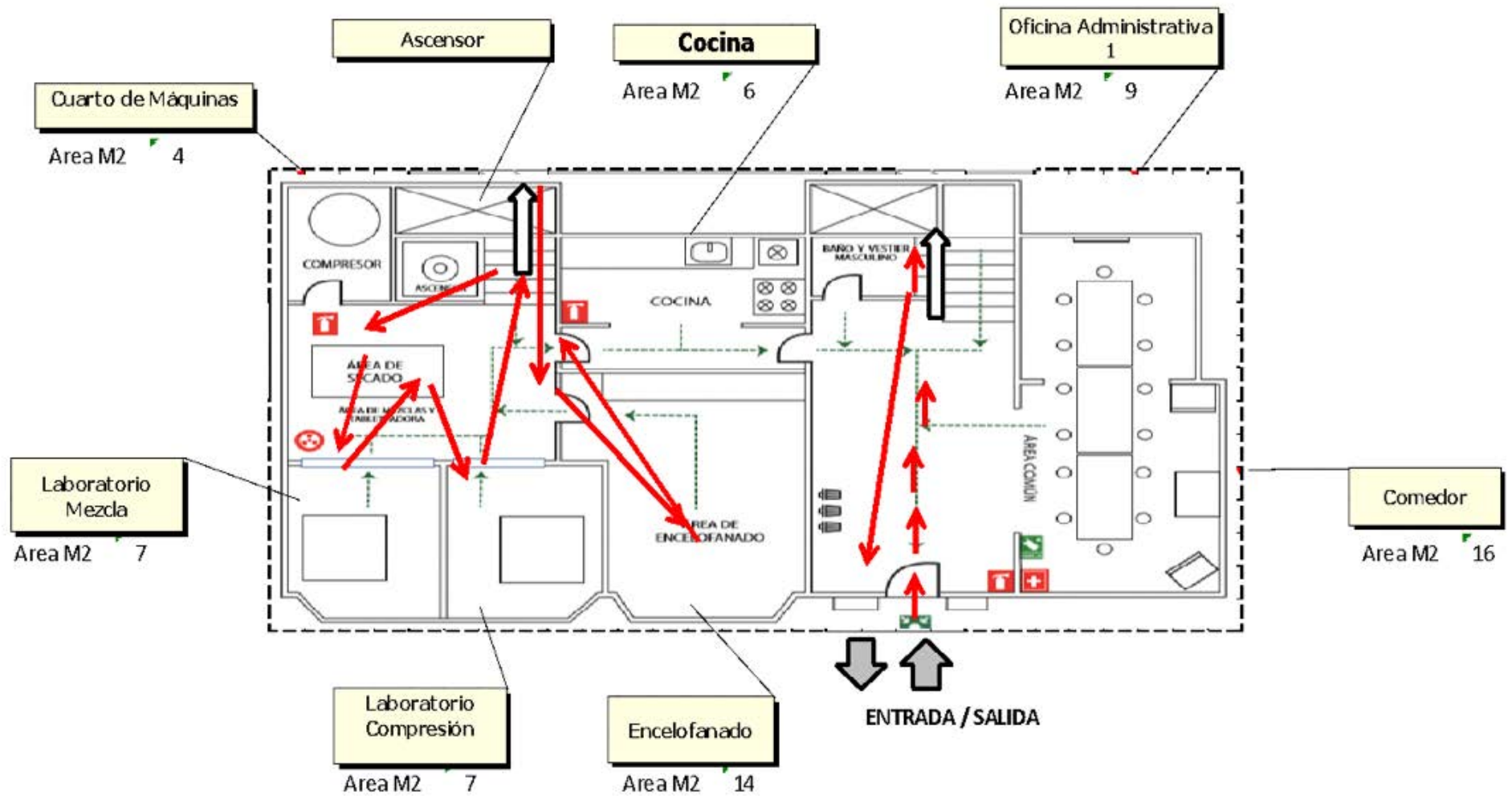


Figura 17. Planta 2. Laboratorio farmacéutico por áreas y recorridos
Fuente: propia

El producto no es llevado a la planta 3, por tal razón el área no se relaciona en los recorridos. Acción seguida, se realiza el análisis de la cantidad de recorridos por todas las áreas en metros recorridos del producto. Para sufrir algún tipo de transformación, deben relacionarse todos los recorridos del producto independiente de los cambios y la cantidad de reposiciones que se realicen. Por tal razón, se deben sistematizar como se vio en el *Systematic Layout Planning* la cantidad de distancias y las cercanías entre las áreas de forma tal que los movimientos de producto durante el proceso sin agregar valor sean mínimos.

A continuación, se relaciona un modelo de tabla de resultados final, para la administración del recorrido completo del producto, desde que ingresa como materia prima e insumos, hasta que se transforma en productos en proceso y semiterminados, para finalmente ser producto terminado y ser embalado para distribuir al cliente.

Observaciones finales al diagrama, el proceso tiene oportunidad de mejora en 79 metros de recorrido, es decir, el producto recorre 79 metros para poder ser procesado, mostrando una distribución no relacionada entre sus áreas de transformación y valor agregado. Revisar tabla adjunta ([descargue aquí](#)).

Proceso	Recorrido en Metros Lineales	Planta de Elaboración	Observaciones
Dispensación	11	1,2	No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Recepción de Materias Primas	4	2	No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Granulación			No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Secado	21	1	No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Regranulación			
Compresión			
Recubrimiento	5	2	No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Encelofanado	11	1	No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Estuchado y Empaque	16	2	No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Distribución	11	1	No se contempla producto en el la tercera planta que haga parte del Proyecto
Total	79		

Tabla 5. Análisis de recorridos de material
Fuente: propia



Instrucción

Para ampliar la información se invita al estudiante a ingresar a la página principal del eje para revisar la actividad de aprendizaje:

Caso simulado



Figura 18. Procesos
Fuente: Adobe/316859988

Una vez son conocidas y administradas las diferentes herramientas para la identificación y registro de los procesos industriales, se sugiere ingresar en temas de normalización, retomando los conceptos vistos en el capítulo anterior, el concepto de estándar, *"...el estándar en los sistemas productivos, el modelo mínimo de ejecución de una labor, y sobre el cual se deben realizar todos los estudios, análisis y mejoramientos para optimizarlo, darle un mejor uso y generar ahorros representativos en la organización con miras al impacto positivo en el cumplimiento al cliente..."*, cuando se habla de normalización se asocia con la estandarización indagando sobre cómo establecer los patrones mínimos para el orden y la ejecución definida de actividades, el conocimiento del detalle de los procesos y la identificación de sus problemas elevando la satisfacción del cliente.

La normalización de los procesos busca establecer normas y procedimientos difundidos, capacitar a los colaboradores en los temas referentes a su labor y al cumplimiento de la normalización, medir y controlar las diferentes variables que afectan el proceso (bajo la premisa de que lo que no se mide no existe), desarrollar indicadores de medida al proceso, la capacidad de cumplir las especificaciones, establecer los diferentes mecanismos de auditoría de los procesos y permitir, basados en las lecciones aprendidas, las diferentes

modificaciones o los diferentes mecanismos de actualización de los diferentes nuevos estándares encontrados con miras siempre a la satisfacción de lo que realmente el cliente compra.



Instrucción

Para ampliar la información se invita al estudiante a ingresar a la página principal del eje para revisar las siguientes actividades:



Lectura recomendada

ISO 9000:2015(es) Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario

<https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>

Acotación: Realizar lectura completa de la ISO como organización internacional de normalización, y entender todos los términos y referentes para las diferentes normas e implementación de los mismos. Leer prólogo, introducción, objeto y campo de aplicación, términos y definiciones.

Recurso de aprendizaje

Organizador gráfico

Metrología

Basado en el texto “La metrología también existe”, una publicación del Comité de Metrología del Instituto de la Ingeniería de España, en colaboración con el Centro Español de Metrología, en diciembre de 2019, define la Metrología como la ciencia que se ocupa de la medida y que está presente en todos los aspectos de la sociedad. Medir es establecer una comparación con una unidad modelo o estándar.

De acuerdo con el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Centro Español de Metrología, previo al sistema métrico decimal, los seres humanos no tenían más que recurrir a su propio cuerpo para contabilizar e intercambiar productos (trueque), apareciendo entre otros el pie en tierra como unidad de medida útil para medir las parcelas, el codo para medir telas u otros objetos a la altura media del cuerpo, el paso para grandes extensiones de terreno, y la mano como uso práctico en las medidas pequeñas de piezas pequeñas, como los dedos diferenciando el tamaño de los mismos, entre el pulgar (pulgada), la palma, la cuarta o palmo, entre otros.



Figura 19. Palma, cuarta, dedo y pulgada
 Fuente: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Centro Español de Metrología

Y así se establecen los primeros sistemas de medida desarrollados por el hombre, con sus diferentes equivalencias, llamando como sistema de medida antropométrico, brindándole al hombre una herramienta de medida, en su momento o época no muy vital, su nivel de asertividad y error, lo que trajo consigo un avance en el control inicial de medida y un acercamiento a lo que en el futuro daría pie a un mejor sistema, como se relaciona a continuación.

	Dedo	Pulgada	Palma	Pie	Codo	Vara
Línea	1/9	1/12				
Grano	1/4	3/16				
Dedo		3/4				
Pulgada	4/3			1/12		
Palma	4	3		1/4		
Cuarta o Palmo	12		3	3/4		1/4
Pie	16	12	4			
Codo	24		6	1,5		
Grado	40		10	2,5	5/3	
Vara	48		12	3	2	
Paso	80		20	5	10/3	
Braza	96		24	6	4	

Figura 20. Primeras unidades antropométricas
 Fuente: Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Centro Español de Metrología

En la actualidad, la ciencia de la metrología ha desarrollado herramientas basadas en sistemas métricos decimales, que mejoraron con el tiempo la precisión de las medidas, los indicadores de los mismos, minimizando los errores y las tolerancias, y estructurando una serie de instrumentos que hacen parte de la evolución y el desarrollo de las mejoras de los sistemas en general, estableciendo y regulando los sistemas de medida internacional, para el reconocimiento estandarizado de las unidades de medida como el metro, el kilogramo, el litro, entre otros, y las posibles relaciones permitidas en los experimentos o desarrollo de nuevos productos.

La metrología puede ser clasificada de tres maneras, en relación con su grado de tecnología y la cantidad de usuarios, como metrología fundamental, enfocada en el desarrollo y mantenimiento de nuevos patrones de medida y sus definiciones con un alto consumo de recursos tecnológicos y poca cantidad de usuarios.

La metrología aplicada o industrial, que busca el aseguramiento de la exactitud de los instrumentos de medida empleados en las industrias en general, manteniendo un nivel medio en la relación de tecnología y cantidad de usuarios.

La metrología legal, la cual tiene que ver con todos los impactos de veracidad y transparencia de las diferentes medidas y calibraciones de los instrumentos de control en la industria y en general. En Colombia la regulación metrológica se encuentra en responsabilidad del Instituto Nacional de Metrología (INM), la cual se organiza a través de la Red Colombiana de Metrología, distribuida en proveedores de metrología, entes reguladores como Icontec, entre otros, sector productivo, academia, todos enfocados en la estructuración, regularización y vigilancia técnica de las diferentes capacidades de medidas, teniendo como objetivo general de “impulsar las competencias metrológicas del país en espacios de interacción y comunicación, liderados por el Instituto Nacional de Metrología para fortalecer la metrología científica e industrial y consolidar la confianza en los servicios metrológicos del país, y así mejorar la productividad y competitividad de los sectores productivos y el bienestar de la población”.

La metrología relaciona diferentes conceptos, enfocados en los diferentes eventos de experimentación y vigilancia, entre ellos, la magnitud como la propiedad de un producto o sustancia cuantitativa como número o referencia, la medición como una serie de actividades secuenciales para la obtención experimental de uno o varios valores que puedan apropiarse de manera razonable a una magnitud y el dimensionamiento que hace referencia a la magnitud que se desea medir. Así mismo, en el desarrollo de experimentos surgen patrones de medida que cita la referencia contra la cual se va a realizar el comparativo de medida, es decir, el patrón hace referencia a la medida estándar normalizada a la cual debe sujetarse los diferentes experimentos de magnitud de los productos o sustancias. En general, también deben tener en cuenta los materiales de referencia como material puro de evaluación o patrón de comportamiento de reacciones en experimento y el material de referencia certificado, para evidenciar los diferentes comportamientos en los experimentos con materiales ya certificados o aprobados.

En la ciencia de la metrología, también se relacionan términos vitales del lenguaje como son la exactitud, que hace referencia a la proximidad de los valores obtenidos en los experimentos y/o procedimientos de evaluación y medida con respecto a su patrón inicial o un valor verdadero, la precisión, como la similitud entre los valores obtenidos en varios experimentos bajo las mismas condiciones y el error como la medida de holgura sujeta a diferentes factores en la experimentación generando así la incertidumbre como herramienta final de medida y acercamiento al cumplimiento del experimento con respecto a su patrón inicial.

Finalmente, la metrología como ciencia involucra un sin número de procesos y conceptos, que pueden ser profundizados en la página gubernamental mencionada en el texto anterior y como referencia bibliográfica de este curso, es relevante hablar de la importancia de la validación realizada por la metrología a través de los diferentes entes, los manejos de trazabilidad en los experimentos de evaluación, la calibración y verificación de equipos, de hecho, en la industria Farmacéutica, la regulación realizada por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), es bastante alta desde la regulación farmacológica en el control de materias primas y principios activos que pueden ser o no usados para ingesta humana, hasta las diferentes presentaciones y regulaciones de los nombre empleados en las cajas y las presentaciones de los mismos, fuera del cumplimiento específico de los gramajes de los materiales o la cantidad de materia prima usada en cada una de las mezclas o desarrollos de producto, donde se resalta la labor de la metrología como ente controlador del cumplimiento de la oferta de valor al cliente o consumidor, pensando en su bienestar y seguridad.

Instrumentos de medición

En diferentes ciencias, procesos industriales, operaciones de metrología, cuando se realizan experimentos o actividades de precisión se deben buscar diferentes herramientas para minimizar los errores en cálculos de uso de material, o de cumplimiento de requisitos mínimos de un producto o servicio, y se recurre a los diferentes instrumentos de medición, que son equipos utilizados para la comparación

de magnitudes estandarizadas, y arrojan un número que indica la relación lógica con esta magnitud. Los instrumentos de medición pueden ser clasificados dependiendo de la variable a medir, bien sea de forma directa o indirecta, como son longitud (flexómetros, cintas métricas, calibrador, entre otros), masa (grameras, basculas), peso, tiempo (cronómetros), presión (gas o líquido), temperatura, velocidad, volumen, entre otros. La importancia de los instrumentos de medición nace en la generación de pensamiento crítico, manejo de la veracidad de la información, el desarrollo de nuevas metodologías de medición y utilización de herramientas beneficiando los procesos productivos en la minimización de la variabilidad e incertidumbre de las actividades realizadas con enfoque al cliente.

Tecnologías avanzadas de inspección

De acuerdo con el *Hype Cycle* o ciclo de sobre expectativa propuesto por Gartner, en la adopción y aplicación de tecnologías en la industria, se puede evidenciar el estado de la organización desde la visual de la automatización y toda la implementación de tecnologías en los diferentes procesos productivos y de operaciones, como se relaciona a continuación.



Gartner Inc. es una empresa consultora y de investigación de las tecnologías de la información con sede en Stamford, Connecticut, Estados Unidos. También tiene una sede en Fort Myers Florida y otras oficinas ubicadas en Europa, Asia e Hispanoamérica. Hasta 2001 era conocida como Gartner Group. Gartner incluye entre sus clientes a algunas de las más grandes empresas, agencias de gobierno, empresas tecnológicas y agencias de inversión como BT, CV, The Wall Street Journal, etc. La empresa se concentra en la investigación, programas ejecutivos, consultas y eventos. Fue fundada en 1979; y en 2014 contaba con 5300 empleados, incluyendo a 1250 analistas y clientes en 85 países por todo el mundo.

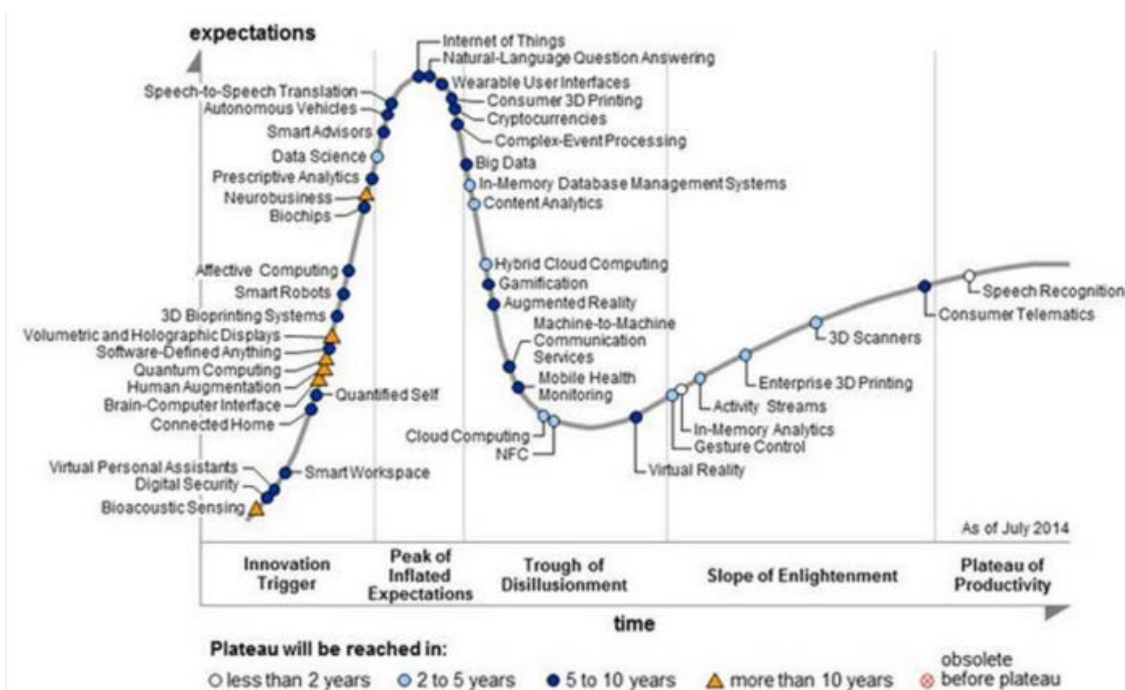

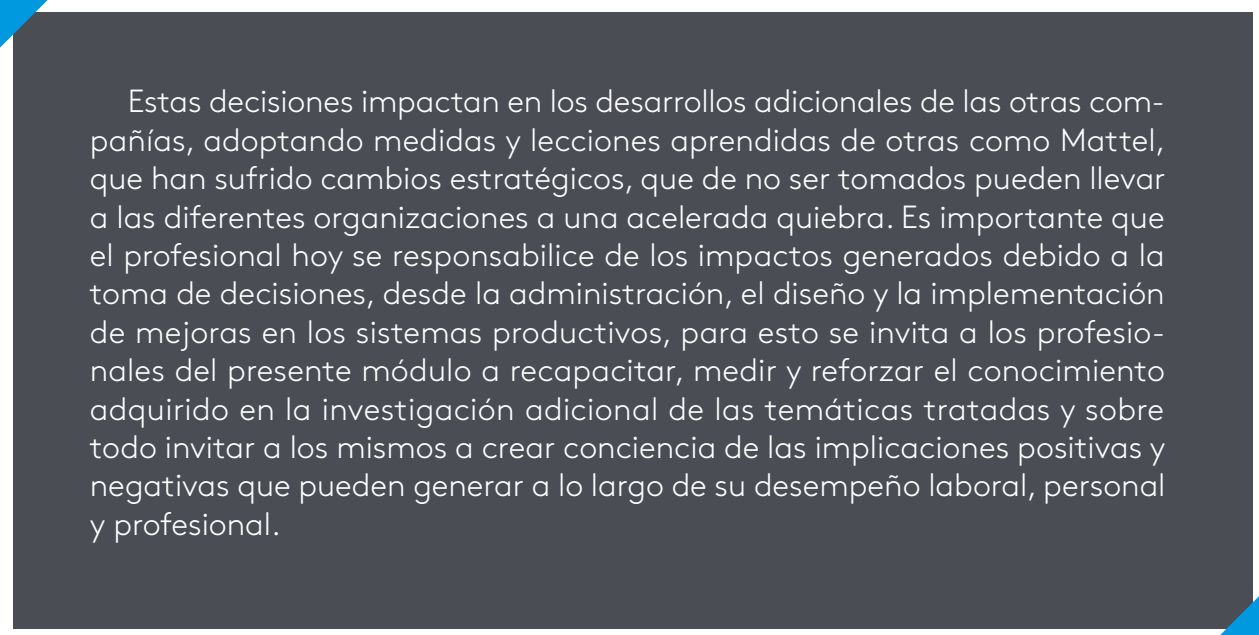


Figura 21. Ciclo de expectativa de Gartner
Fuente: Notario (2017)



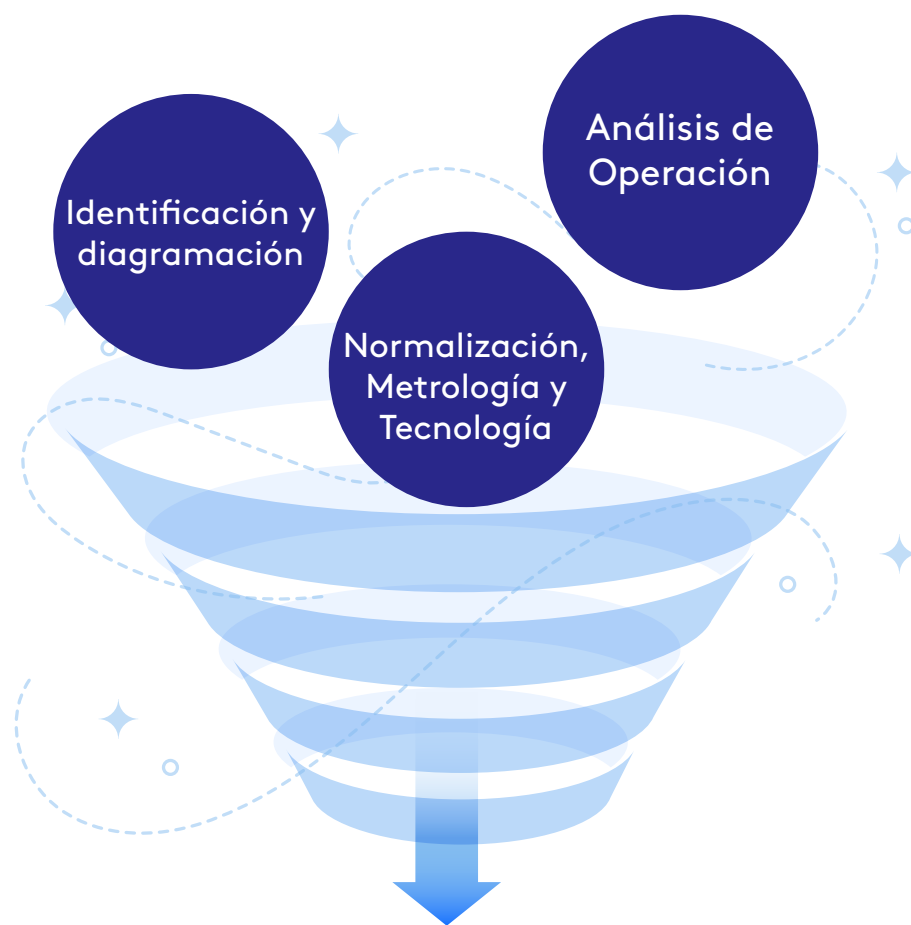
En la actualidad las empresas deben implementar diferentes metodologías y herramientas avanzadas de tecnología enfocadas a la detección y cumplimiento de problemas de calidad, como por ejemplo una de las industrias más vigiladas y auditadas a nivel mundial es la industria farmacéutica, ya que esta lleva productos a los consumidores para la ingesta, para el tratamiento de los diferentes virus y bacterias existentes en el mercado, y los productos deben cumplir con un sin número de garantías y validaciones, desde la calibración de los mismos equipos, hasta la detección electrónica de metales o micro metales, generados en la granulación de las mezclas para luego pasar a tabletear el producto, por tal razón se han tenido que desarrollar mecanismos de detección avanzada de metales a nivel microscópico, evitando así generar complicaciones en los productos suministrados al mercado.

Este es un sencillo ejemplo de la amplia aplicación que tienen las tecnologías avanzadas de inspección, retomando un ejercicio de hace muchos años, la Empresa Mattel a nivel mundial sufrió una caída importante debido a la falta de detección de plomo en cada uno de sus productos que llegaban a los niños, en cantidades mínimas pero en el largo plazo contaminantes, oxidantes y cancerígenas para los niños que estaban en contacto con dichos productos, lo que implicó a nivel general un cambio estructural en la medición de la concentración de plomo en los plásticos y el estricto control de inspección avanzado uno a uno en las diferentes mezclas de material en todos los productos, implementando diferentes sistemas de garantía e inocuidad de plomo particulado, lo que finalmente llevó a la organización Mattel a reestructurar sus modelos de mezcla de material, la responsabilidad en la administración de materias primas libres de plomo, o cualquier tipo de material particulado dañino y corrosivo para poder así continuar funcionando a nivel mundial como la gran empresa que es reconocida.



Estas decisiones impactan en los desarrollos adicionales de las otras compañías, adoptando medidas y lecciones aprendidas de otras como Mattel, que han sufrido cambios estratégicos, que de no ser tomados pueden llevar a las diferentes organizaciones a una acelerada quiebra. Es importante que el profesional hoy se responsabilice de los impactos generados debido a la toma de decisiones, desde la administración, el diseño y la implementación de mejoras en los sistemas productivos, para esto se invita a los profesionales del presente módulo a recapacitar, medir y reforzar el conocimiento adquirido en la investigación adicional de las temáticas tratadas y sobre todo invitar a los mismos a crear conciencia de las implicaciones positivas y negativas que pueden generar a lo largo de su desempeño laboral, personal y profesional.

Para finalizar, luego de este gran recorrido por el eje 3, el profesional en formación ha aprendido herramientas importantes para el análisis de las operaciones, desde la identificación del objetivo de la operación hasta la economía de los micromovimientos que poseen una oportunidad de mejora, la caracterización de los procesos, los elementos, la simbología, y el uso de otras herramientas para la identificación de las actividades en las cadenas de valor, para el registro de las actividades, el entendimiento de las operaciones, el movimiento de los materiales, y en general todos los recorridos realizados durante la transformación, identificando los diferentes mecanismos de medida y la metrología como base de la toma de datos, dando así respuesta al interrogante de ¿cómo los métodos estratégicos para el análisis, medición e inspección logran la estandarización de los procesos industriales?.



¿Cómo los métodos estratégicos para el análisis, medición e inspección logran la estandarización de los procesos industriales?



Instrucción

Les invitamos a ingresar a la página principal del eje para revisar las siguientes actividades:

Recurso de aprendizaje

Videorresumen



Lectura recomendada

Benihana of Tokyo

W. Earl Sasser

ANSI. (2020). *Introducción a ANSI*. Obtenido de https://www.ansi.org/about_ansi/introduction/introduction?menuid=1

Criollo, R., & Gómez Sánchez, E. (2016). *Modelo de Dinámica de Sistemas para la Gestión del Emprendimiento, Fondo Emprender - SENA, Valle del Cauca/ Dynamics Model Management Systems for Entrepreneurship, Entrepreneur Fund-SENA, Valle del Cauca*. Obtenido de <https://search-proquest-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/docview/1805470610?accountid=50441>

Gartner. (2020). *Sobre nosotros*. Obtenido de <https://www.gartner.com/en/about>

INFORMETICPLUS. (2019). *Informe 'Hype Cycle for Emerging Technologies, 2019' (Gartner)*. Obtenido de <https://www.informeticplus.com/informe-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019-gartner>

ISO. (2015). *ISO 9000:2015(es) Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>

León Lefcovich, M. (2009). *Cambio rápido de herramientas y reducción de tiempos de preparación nueva y más amplia versión del SMED*. El Cid Editor. Obtenido de https://elibro-net.proxy.bidig.areandina.edu.co/es/ereader/areandina/31388?as_all=SMED&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. (2020). *Centro Español de Metrología*. Obtenido de https://www.cem.es/sites/default/files/files/breve%20historia_de%20la%20metrologia_doc.pdf

Organización Internacional del Trabajo. (2020). *Acerca de la OIT*. Obtenido de <https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/lang--es/index.htm>

Schonberger, R. (2004). *Manufactura de clase mundial*. Obtenido de <http://www.elmayorportaldegerencia.com/Libros/Administracion/%5bPD%5d%20Libros%20-%20Manufactura%20de%20clase%20mundial.pdf>

Wikipedia. (29 de agosto de 2020). *Pergamino*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Pergamino>



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica