

METODOLOGÍAS DE CALIDAD FUNDAMENTADAS EN HERRAMIENTAS DE MEJORA CONTINUA PARA OPTIMIZAR PROCESOS ACADÉMICOS Y ADMINISTRATIVOS

Ariza, Miguel Ángel¹, Sánchez, Luz Marina²
.....

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presenta un análisis de la correlación de las variables asociadas a los criterios críticos para la calidad (CTQ), identificadas al interior de los programas de ingeniería a nivel de pregrado, que cuentan con herramientas de mejoramiento continuo, implementadas en los procesos académicos y administrativos para el aseguramiento de calidad de los programas.

El estudio es un análisis piloto que se realiza a partir de una muestra de instituciones de educación superior que tengan programas de pregrado en ingeniería, tanto acreditadas con alta calidad, como no acreditadas por el Ministerio de Educación colombiano. Se analizará la percepción de cumplimiento de los criterios críticos para la calidad (CTQ) de los grupos de interés asociados a los programas (estudiantes, empresarios, administrativos y docentes), con la finalidad de evidenciar las variables que inciden en el cumplimiento de las necesidades de los diferentes grupos.

Los materiales y métodos utilizados en la investigación son desarrollados a través de la metodología de investigación tipo mixta (exploratoria

1 Facultad de Ingeniería, Universidad EAN. marizag33391@universidadean.edu.co

2 Facultad de Ingeniería, Universidad EAN. lusanchez@universidadean.edu.co

y cuantitativa) que contempla las siguientes cuatro etapas: definir (D), medir (M), analizar (A) y presentar resultados y conclusiones (PRC).

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La fundamentación teórica se abordará desde dos enfoques. El primero asociado a la conceptualización de la calidad, vista desde tres perspectivas: las metodologías de calidad, las herramientas de mejora continua y la gestión por procesos; y el segundo, a partir de los criterios de calidad para las instituciones de educación superior, donde se presentan las herramientas y metodologías asociadas a la gestión de la calidad, como se ilustran en la **Figura 1**.

2.1 Conceptualización de la calidad

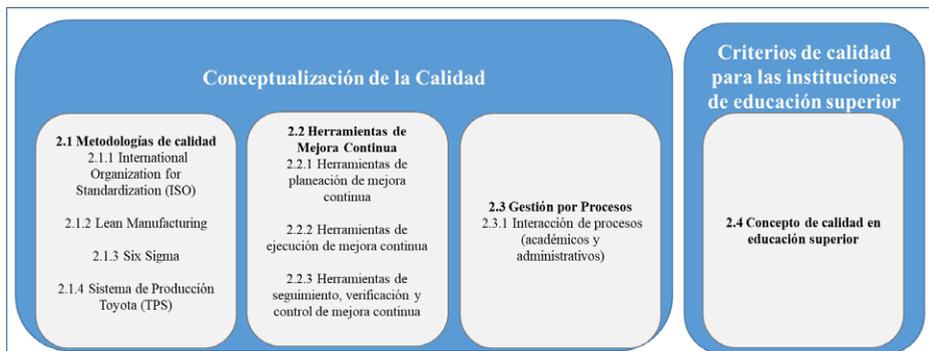


Fig. 1. Diagrama de fundamentación teórica.

Fuente: Autoría propia, 2020.

La calidad es un concepto complejo del que se han tenido múltiples acercamientos a lo largo de la historia. Desde inicios del siglo XX, la calidad se enfocó en la inspección de los productos, con el objetivo de identificar los errores e incumplimientos de los estándares de producción al interior de los procesos organizacionales. Edward Deming, a través de su aporte con el ciclo de Deming (PHVA) y los 14 puntos para lograr la calidad, establece el control de calidad estadístico, que en concordancia con los aportes de Joseph Juran, con su desarrollo de la teoría de la gestión de calidad, que introduce el concepto de calidad total, evidencian un enfoque cuantitativo y cualitativo para mejorar los procesos desde la

inspección y verificación, con la finalidad de asegurar la calidad de los productos. (Moreno, 2017)

En los años 80, el consumidor empieza a tener un papel fundamental para las empresas. En ese momento, cuando sus necesidades empiezan a ser escuchadas, a este proceso se le denomina verbalización de requerimientos, que en la escuela japonesa se llama “gemba”. Con este proceso se busca realizar una traducción de requerimientos del cliente a especificaciones técnicas in situ, para lograr la definición de los productos y/o servicios. (Dalton, 2019)

Las organizaciones empiezan a considerar que la calidad no es solo esencial en los aspectos técnicos del producto o servicio, sino que se introduce también en la gestión de los procesos organizacionales. Es hasta enero de 1988 cuando se constituye en Estados Unidos el premio Malcolm Baldrige a la calidad, al evidenciar un enfoque a los sistemas de información y análisis de los procesos, así como al cliente y su satisfacción. (Marquet, 2011)

2.1.1 Metodologías de calidad

A mediados de los años 80 las organizaciones dieron un paso más, al considerar que el control de la calidad no solo se limitaba al cumplimiento de los requisitos del producto, sino que se debe revisar y analizar la calidad al interior de todo el proceso y de la cadena de producción o del servicio. Al mismo tiempo, se hace evidente que algunos procesos son comunes, independientemente del sector o el tipo de organización. Por lo que surge la necesidad de tener algunos estándares que permitieran a las empresas lograr una organización más estructurada del tema. En ese marco nace la Norma ISO 9000, como un referente para que las empresas puedan organizar sus sistemas internos de calidad (Camisón, Cruz, González, 2006).

2.1.1.1 International Organization for Standardization (ISO)

La ISO 9001 es una norma internacional que hace parte de la familia de las normas asociadas a la calidad ISO 9000, que publica su primer estándar de gestión de calidad en 1987. Es en esta norma en la que se exponen los estándares de los conceptos y requerimientos de

los procesos, asociados a la satisfacción del cliente y a la capacidad de cumplimiento de requisitos internos y externos de la organización por parte de proveedores de productos y servicios. (ISO, 2020)

La norma ISO 9001 contempla los requerimientos que se deben cumplir por parte de las organizaciones que opten por su implementación. Esta norma es utilizada por organizaciones alrededor del mundo para evidenciar que sus productos y servicios son de calidad y que se gestionan por procesos, a través de la aplicación del ciclo de mejoramiento continuo (PHVA), al implementar las actividades de **planear, hacer, verificar y actuar**, en sus procesos. (Bernal, 2013)

Al principio del 2000, la garantía de calidad que se realizaba únicamente al producto, evoluciona y pasa a la aplicación a las cadenas de valor en producción. No solo para garantizar la conformidad de sus productos y servicios, sino que también deben satisfacer los requerimientos del cliente. En el 2008 se genera una versión de la norma. Ubica al cliente en el centro de importancia de las empresas. Lo que obliga a las mismas a definir claramente a sus clientes, para identificar sus necesidades reales. En el 2015, el concepto de sistema de gestión de la calidad amplía su concepto de cliente por el de parte interesada, la cual interactúa con la organización. Adicionalmente, al interior del sistema de gestión de la calidad se incorpora la gestión de riesgos y oportunidades identificadas en el contexto y alcance de la organización (ISO, 2020).

2.1.1.2 *Lean manufacturing*

Es una metodología que se focaliza en el mejoramiento continuo y la optimización de los sistemas productivos o de servicios, mediante la mitigación de desperdicios que se denominan “mudas” y actividades que no suman valor al proceso, como lo son: la sobreproducción, el inventario, los productos defectuosos, los movimientos, los reprocesamientos, las esperas, los transportes de materiales y los productos en proceso.

El objetivo en la producción esbelta es minimizar las pérdidas que se producen en los procesos productivos, al optimizar los costos (fijos y variables) para maximizar las utilidades, sin transmitir los sobrecostos al cliente. Esto se logra al mitigar los tiempos que no agregan valor al

interior de los procesos y al eliminar las “mudas” identificadas en los procesos productivos y administrativos (Toyota, 2020).

Desde su fundación en 1933 hasta la fecha, la organización Toyota ha pasado por diferentes etapas del mejoramiento continuo para llegar a ser una organización referente en calidad del sector automotriz. Sus prácticas, posteriormente, se implementaron con éxito en otras industrias a nivel mundial. Tanto en manufactura como en servicios; en el resultado del desarrollo de diversas metodologías; en la gestión de inventarios y procesos productivos Kanban, fundamentada en el justo a tiempo (JIT); *Single-Minute Exchange of Die* (SMED); Poka Yoke (a prueba de errores); análisis científico de las causas de problemas al interior de los procesos organizacionales (diagrama Ishikawa); Hoshin Kanri y del *Quality Function Deployment* (QFD); 5s; *Total Production Maintenance* (TPM); y su indicador de gestión de maquinaria o de los equipos *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Socconini, 2014).

2.1.1.3 Six sigma

La organización Motorola desarrolló una metodología de mejoramiento de procesos organizacionales, ya que presentaba problemas por retrasos e incumplimiento en las fechas de entrega. Motorola enfocó sus esfuerzos en detectar y corregir los problemas asociados a la calidad de sus productos y servicios.

El ingeniero Bill Smith estudió en la década de los 80 la correlación entre la vida útil del producto y el número de veces que es sometido a reprocesos. La metodología tiene como principal objetivo mitigar la variabilidad asociada a las 6-M (**m**edio ambiente, **m**edición, **m**aquinaria, **m**ano de obra, **m**étodo y **m**ateria prima), al reducir o eliminar los defectos y/o fallas en los productos o servicios ofertados a los clientes. (Universidad Alliance, 2015; Fersini, 2019)

Se denomina six sigma, ya que la meta es lograr llegar a un máximo de 3.4 defectos por millón de oportunidades de error fundamentado en el concepto de (DPMO):

$$\text{DPMO} = D / (U * OP) (1)$$

D= defectos o errores identificados en el producto o servicio evaluado.

U= unidades de muestra o población que se están evaluando.

OP= número de oportunidades que tiene el producto o servicio para presentar defectos o errores.

Ecuación 1 Defectos por millón de oportunidad (DPMO)

La metodología six sigma se fundamenta en herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos. Al estudiar la desviación asociada a la variabilidad de una operación, para que permanezcan dentro los límites (tolerancia de un proceso o producto) establecidos por los requisitos del cliente. La eficiencia de una operación se puede medir en conformidad al nivel de sigma (σ), como se ilustra en la **Figura 2**, donde se presentan los niveles (σ) según la cantidad de defectos por millón de oportunidad (DPMO), lo que permite identificar el nivel de rendimiento de un proceso.

Nivel sigma	Defectos por Millón de oportunidades	Rendimiento
6	3	99.9997%
5	233	99.997%
4	6,210	99.379%
3	66,807	93.32%
2	308,537	69.2%
1	690,000	31%

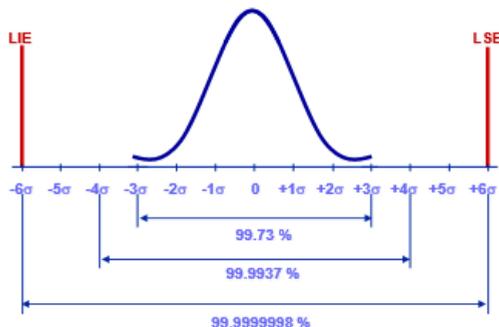


Fig. 2. Tabla de nivel sigma vs. DPMO.

Fuente: LSSI y 2019.

En la **Figura 2** se presentan los defectos por millón de oportunidad que se generan por cada uno de los niveles sigma, con su correspondiente rendimiento (Fersini 2019).

Para lograr llegar a un nivel de seis sigmas al interior de la metodología de six sigma, se utiliza la gestión de proyectos “DMAIC” (*define – measure – analyze – improve – control*). A través de cada una de sus etapas se busca la optimización de los procesos así:

Definir: en esta etapa se define el alcance del proyecto (turno, máquina, proveedor, sucursal, materia prima, producto, referencia a intervenir, etc.). Se identifican los criterios críticos para la calidad (critical to quality - CTQs) del producto o servicio evaluado y los requerimientos básicos de satisfacción o de desempeño del cliente.

Medir: esta etapa de medir se divide en dos: medición del desempeño actual del proceso y evaluación de los sistemas de medición con los que se recolectarán los datos del estudio (medición de los DPMO.)

Analizar: en esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada por el sistema de medición y la significancia de las variables que inciden en el estudio, para determinar el impacto en el estudio y su variabilidad en el proceso que se estudia.

Mejorar: a partir del análisis de las variables que inciden en el estudio de manera significativa, se diseñan diferentes escenarios factibles de soluciones que satisfacen la variable de respuesta del estudio y que optimizan el problema identificado en un plan a corto plazo de implementación de la solución.

Controlar: posterior a la implementación del escenario óptimo para la solución del problema en estudio, se hace necesario diseñar los mecanismos de control que aseguren que el proceso se mantendrá dentro de los parámetros definidos (tolerancia del proceso o del producto), para lograr su adecuada implementación y sostenimiento en el tiempo de la mejora propuesta (Lynch et al., 2003; De Mast & Lokkerbol, 2012).

2.1.1.4 Sistema Productivo Toyota (TPS)

Toyota Production System (TPS) es un término procedente de la filosofía *Toyota Way*, con el objetivo de optimizar la calidad y mejorar los procesos organizacionales de una compañía, a través de sus metodologías *lean* que se ilustran en la **Figura 3**, que están enfocadas en eliminar las pérdidas innecesarias de recursos naturales, humanos y corporativos. TPS tiene cinco principios claves, que son compartidos y aplicados por los trabajadores de la organización Toyota en su trabajo diario y en las relaciones con los *stakeholders*. Estos principios son:

- **Kaizen:** mejora continua. Todo proceso es susceptible de mejorar continuamente en el tiempo.
 - **Respeto:** la organización Toyota fundamenta su trato al personal, a través del respeto a los demás, para crear lazos de confianza entre las partes interesadas.
 - **Trabajo en equipo:** la organización Toyota estimula el crecimiento de sus equipos de trabajo, al compartir sus oportunidades para el desarrollo del talento humano y maximizar el rendimiento individual y colectivo.
 - **Reto:** sostener una visión en el tiempo y alcanzar los objetivos organizacionales, a través del coraje y creatividad de su talento humano.
- Genchi genbutsu:** ir a la fuente, identificar y conocer los hechos, para poder tomar las decisiones acertadas y lograr el cumplimiento de los objetivos.

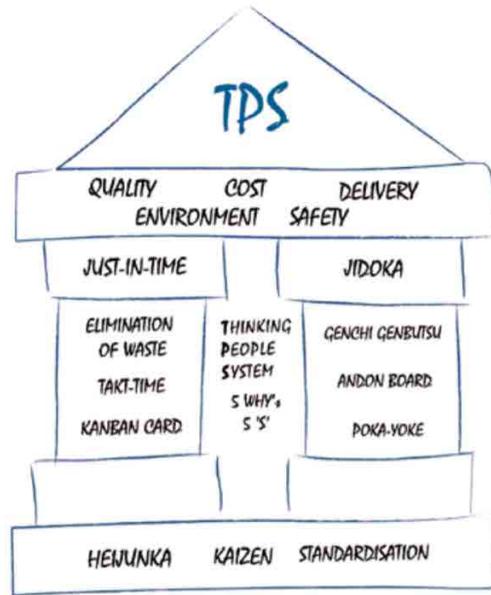


Fig. 3. Metodologías de Toyota Production System.

Fuente: Toyota Production System, 2020.

Toyota Production System satisface la demanda de los clientes de forma rápida y eficiente, al vincular toda la producción con las necesidades reales del mercado y al asegurar que los ritmos de los ciclos de producción se sincronicen con el ritmo del consumo del cliente (demanda) que se conoce como takt time “TKT”. El ritmo de producción es el tiempo por unidad, que está en relación con la disponibilidad de manufactura por turno y la demanda correspondiente.

TPS se convierte en un desafío para la planificación de flujos de trabajo esbeltos y libres de operaciones que no agregan valor al producto o servicio “*lead time*”. Para lograr procesos de trabajo continuos y optimizados que se fundamentan en el consumo de la demanda denominados *pull-system* (estrategia de arrastre o tensión TPS).

El concepto “*heijunka*” es complementario a los *pull-system*, al buscar la eliminación de la variabilidad “*mura*” en las operaciones asociadas a la 6-M (**m**ano de obra, **m**ateria prima, **m**étodo, **m**edición, **m**edio ambiente y **m**aquinaría), gracias a la nivelación de los volúmenes

de órdenes de trabajo y al flujo eficiente y uniforme en los procesos productivos (Toyota, 2020).

2.1.2 Herramientas de mejora continua

El enfoque de la calidad en las empresas ha evolucionado del aseguramiento de la calidad al de la mejora continua de los procesos organizacionales, al migrar a estándares base como los requerimientos descritos en la norma internacional ISO 9001. Con un claro diferenciador de las versiones anteriores, en su énfasis de la mejora continua en los procesos organizacionales (García P., Quispe A., and Ráez G., 2014).

El enfoque de mejora continua (*kaizen*) está asociado a la manufactura esbelta “*Lean*”. La cual debe ser aplicada de manera gradual y ordenada. Se deben priorizar operaciones al interior de la organización a partir del involucramiento del *Know How* de todos los funcionarios de la organización a todo nivel. Bajo la premisa de trabajar conjuntamente en el mejoramiento continuo de los procesos, sin incurrir en grandes inversiones de recursos financieros.

El enfoque de mejoramiento continuo se compone de varias herramientas orientadas a mitigar los desperdicios “*mudas*” en las operaciones que no le agregan valor al producto o servicio. Lo que genera como resultado el aumento de la productividad y utilidades sin necesidad de incrementar el precio del producto y servicio, al eliminar los sobrecostos y gastos asociados a los desperdicios identificados, para incrementar la satisfacción de las partes interesadas y mantener los márgenes de utilidades (Díaz del Castillo, 2009).

2.1.2.1 Herramientas de planeación de mejora continua

En primera instancia se analizará desde la escuela japonesa el *hoshin kanri*. Es una herramienta de direccionamiento corporativo que combina la gestión estratégica y operativa, al vincular el logro de los objetivos de la alta dirección con el día a día a nivel operativo. Es una técnica que enfoca el esfuerzo de las operaciones y actividades en los procesos organizacionales al cumplimiento de la visión y misión organizacional, al articular los objetivos estratégicos a los tácticos y operacionales a todo nivel de la compañía (Cudney et al., 2013).

El funcionamiento del *hoshin kanri* inicia con el planteamiento de las directrices (el qué debo hacer) de la organización, que provienen de las premisas de misión, visión, valores y filosofía de la misma. Por cada directriz se deben diseñar y analizar las estrategias (el cómo lo debo hacer), que se gestionan a partir del análisis interno y externo. Este análisis es soportado a través de diferentes herramientas para la obtención de esta información como las siguientes:

- Análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA).
- Análisis externo a nivel político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal (PESTEL).
- Síntesis de factores internos de análisis (*internal factors analysis summary* - IFAS).
- Síntesis de factores externos de análisis (*external factors analysis summary*- EFAS).
- Análisis de recursos organizacionales que son; valiosos, únicos - escasos, inimitables y organizados (*valuable, rare, imperfectly, imitable and non substitutability*- VRIO).
- Análisis de factores claves de éxito (matriz industrial).
- Análisis de las 5 fuerzas de Porter (poder de negociación de compradores o clientes, nuevos competidores potenciales, productos sustitutos, poder de negociación de vendedores o proveedores y rivalidad entre competidores) (Ennals, 2010).

Luego del diseño de las estrategias para dar cumplimiento a las directrices, se generan las métricas para la medición de la eficacia, eficiencia y efectividad de las estrategias. Para realizar esta medición se establecen los objetivos tipo **SMART** (**s**pecific, **m**ensurable, **a**chievable, **r**elevant and **t**imely), a los cuales se les asigna una meta y un indicador de gestión con su ficha técnica y frecuencia de medición.

El *hoshin kanri* cuenta con un complemento de análisis del comportamiento de los indicadores de gestión que miden los objetivos para el cumplimiento de las estrategias y directrices. Este complemento se conoce en *lean manufacturing* como “4Q”, que son cuatro cuadrantes del análisis de un indicador de gestión:

- Gráfica de tendencia de los resultados de la métrica del indicador de gestión que se está evaluando.
- Análisis de causa y efecto (Ishikawa) del no cumplimiento o variabilidad en el cumplimiento del indicador analizado.
- Pareto de priorización de causas identificadas, a través del diagrama Ishikawa. (Clasificación de problemas, identificación y resolución).
- Plan de trabajo o de acción para mitigar causas priorizadas (Socconini, 2014).

Por otra parte, en la escuela americana se desarrolló en los años 90 el cuadro de mando integral *balanced scorecard* (BSC) desarrollado por David P. Norton y Robert S. Kaplan. Es una herramienta que articula las estrategias, directrices y los objetivos organizacionales, con el desempeño de los procesos y productos, a través de las cuatro perspectivas críticas de las organizaciones: financiera, requerimientos del cliente, gestión de los procesos y aprendizaje o entrenamiento (Altair, 2005; Kaplan, 2017).

En varios artículos científicos se evidencia la aplicación del BSC en la educación superior. Se hace referencia a las universidades como organizaciones que se deben adaptar permanentemente al cambio y a los procesos de modernización de la educación, a través del aseguramiento de alta calidad y competencia con la implementación del BSC para su gestión estratégica (Kaplan; Norton, 1992).

Se puede evidenciar también la aplicación del BSC en la Comisión Europea, a través de la iniciativa “*E-learning: El diseño de la educación del mañana*”, para que las instituciones de educación superior gestionen y controlen, con la ayuda de un cuadro de mando integral BSC, sus procesos académicos, administrativos, por medio de las cuatro perspectivas: financiera, requerimientos de los clientes, gestión de los procesos y entrenamiento.

Entre las instituciones que participan de su implementación se destacan las siguientes universidades:

- Lublin (en nombre de la Universidad Virtual Polaca)

- Centro METID de Milán (Politécnico di Milano)
- Universidad de Nancy (Antipolis de Niza)
- Universidad de Sophia (Antipolis de Niza)

En las anteriores instituciones de educación se ha implementado el BSC y cada una ha logrado diferentes estados del desarrollo en su implementación para sus procesos administrativos y académicos (Garrot, Psillaki, and Rochhia, 2008).

2.1.2.2 Herramientas de ejecución de mejora continua

Entre las herramientas de ejecución de la mejora continua se pueden evidenciar:

Las 5S: seiri (seleccionar), seiton (ordenar), seiso (limpiar), siketsu (estandarizar) y shitsuke (hacer seguimiento). Es una técnica para optimizar el plan de limpieza y la ocupación de las áreas de trabajo, a través de la optimización de la productividad operacional en los procesos y el cumplimiento de la promesa de valor de encontrar cualquier objeto en menos de 30 segundos en un puesto de trabajo.

La implementación de 5s genera resultados evidenciados en la mejora de procesos por reducción de costos, aumento de efectividad y eficiencia en la gestión de mantenimiento y mejora de la disponibilidad de las máquinas, el aumento de la seguridad y la reducción de la contaminación por parte de la industria (Gapp, Fisher, and Kobayashi, 2008).

Solución de Problemas 3 D's (Disciplinas) y 8 D's (Disciplinas): el gobierno de los Estados Unidos estandarizó el método de las 8 D's durante la segunda guerra mundial, para resolver problemas asociados a las operaciones militares y lo denominó "*Militar Estándar 1520*" (*corrective action and disposition system for non conforming material*). Posteriormente, en los años 70, *Ford Motor Company* la incorporó a sus herramientas de análisis como un requisito interno de los procesos, con el objetivo de tener un lenguaje común en la estructura de resolución de un problema. Luego, en el 2001, *Technicolor*, el primer productor de DVD's en el mundo, incorpora en su versión compacta y práctica el método de las 8 D's, para solucionar los problemas de trabajo. Las 3 D's

es una metodología para resolver problemas desde su causa raíz en tres grandes bloques: problema, causa y solución.

Esta misma metodología de solución de problemas se puede desagregar en 8 D's:

- Definición inicial del problema y acciones de contención.
- Conformación del equipo (debe ser interdisciplinario y compuesto por todos los niveles del personal).
- Caracterización del problema.
- Desarrollo de acciones de contención.
- Realizar el análisis de causas, a través de la identificación de la causa raíz (diagrama de Ishikawa, diagrama de árbol lógico y/o los 5 W y H).
- Elegir y validar acciones de solución factible a la problemática en estudio.
- Desarrollar acciones preventivas.
- Reconocimiento al equipo de trabajo (García et al., 2018).

Trabajo celular: la forma de gestionar los puestos de trabajo muestra una gran evolución a lo largo del tiempo. Inicia con la división del trabajo de Adam Smith y posterior paso a la definición de los lineamientos para incrementar la productividad desarrollados en los inicios del siglo XX, hasta llegar a los conceptos de manufactura *lean* del modelo Toyota, que incorpora el modelo de trabajo celular y la caracterización de la cadena de valor.

La manufactura esbelta "*lean*" enfoca sus esfuerzos en una producción que minimiza los volúmenes de productos e inventarios para nivelar la producción, al introducir un flujo continuo de productos o insumos en las operaciones, por medio de células o celdas de trabajo que comprenden un conjunto de operaciones que tiene como objetivo la producción de productos en lotes pequeños (Socconini, 2014).

Single-Minute Exchange of Die (SMED): es una herramienta que se focaliza en optimizar los cambios de herramientas o insumos de una máquina o equipo en menos de 10 minutos (1 solo dígito de unidad de tiempo: minutos). Para lograr ese objetivo, los tiempos de cambio interno se convierten (con la máquina o equipo en parada) en tiempos de cambio externo (con la máquina o equipo en producción), para realizar más operaciones sin tener que detener la máquina o el equipo (Shingo, 2019).

Poka Yoke: son mecanismos a prueba de error. Provenientes de cinco fuentes: manejo de maquinaria, materias primas, condiciones del medio ambiente, método y sistemas de medición, a través del desarrollo de mecanismos que anticipen, prevengan o detecten el error antes de que el defecto se genere (Sondermann et al., 2018).

Kanban: es una metodología que permite gestionar y controlar sistémicamente, a través de la gerencia visual (tarjetas) los inventarios de productos e insumos en las líneas de producción, al tener en operación únicamente las cantidades requeridas por el proceso, de acuerdo con la demanda y el ritmo de producción (Kumar et al., 2007).

Existen tres tipos de tarjetas kanban: 1) tarjetas de retirada (especifica la información del producto que el proceso debe retirar del que lo antecede); 2) tarjetas de producción (especifica las características del producto a producir); y 3) tarjetas de ensamble (especifica las características del producto a ensamblar) (Ahmad et al., 2018).

Mantenimiento Productivo Total-TPM: es una metodología que hace parte de la escuela japonesa, a través del *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)*, como un sistema destinado a facilitar la implementación de la forma de trabajo JIT (García, 2016). TPM tiene como premisa principal la producción continua al aplicar los conceptos de: gestión de riesgos (pensamiento preventivo); mitigación de defectos ocasionados por máquinas; mitigación de accidentes laborales; cero paros (mayores, medios y menores); participación total del personal de la organización (estratégico, táctico y operativo); y la autogestión del mantenimiento de equipos, maquinaria y puestos de trabajo (García, 2016).

2.1.2.3 Herramientas de seguimiento, verificación y control de mejora continua

Entre las herramientas de seguimiento, verificación y control de la mejora continua se pueden encontrar, desde la escuela japonesa, varias herramientas. Entre las que se destacan las siguientes:

Andon: hace parte de las herramientas de *lean manufacturing*. Se trata de señales que pueden ser de carácter visual y/o auditivos que sirven para generar alertas asociadas a problemas de calidad o paros al interior de los procesos. Provee información en tiempo real del estado del proceso, producto o servicio (Da Silva and Baranauskas, 2000). Se pueden clasificar en:

- **Alarmas:** información auditiva en su mayoría, para dar una señal de aviso en situaciones prioritarias.
- **Lámparas o banderas:** información visual para conocer las etapas o estados de los procesos, maquinaria o equipos, según la condición de operación.
- **Tarjetas:** como en la metodología Kanban de gestión de inventarios, se utilizan señales visuales, a través de información visual que indica a los operadores de los procesos cuándo iniciar una actividad de producción, retiro de mercancía o ensamble.
- **Tableros de información:** útiles para dar seguimiento continuo y automático al plan de producción, dar indicaciones o instrucciones para los puestos de trabajo.
- **Colorimetría (semáforo):** permite distinguir situaciones normales de anormales y percibir posibles riesgos (Socconini, 2014).

Análisis del modelo causa efecto (AMEF): es una herramienta desarrollada por la NASA en los años 60, enfocada en el seguimiento, verificación y control, con un enfoque preventivo. Busca planificar acciones de mitigación de las posibles fallas potenciales que son susceptibles de presentarse al interior de los procesos.

Existen 2 tipos de AMEF: de proceso y de diseño de producto. Ambos se desarrollan a través de un método formal, analítico y preventivo, para poder identificar y valorar las fallas potenciales de los procesos y/o productos, al analizar y evaluar los efectos (impactos) en la operación e identificar las acciones que ayuden a reducir la frecuencia o el impacto de la falla potencial. Ayudan a la organización a documentar el proceso completo y mantener el “know how” (Montalbán et al., 2015).

Value stream mapping (VSM): es una herramienta visual y cuantitativa que permite evidenciar el flujo de información y de materiales en las operaciones de una familia de productos (referencias). Esta herramienta sirve para evaluar los flujos de procesos desde una perspectiva sistémica tipo 360 grados, al involucrar a todos los *stakeholder*.

El VSM contempla la participación de todas las partes interesadas, al graficar el flujo de proceso (puede ser push or pull “empujar o jalar”) desde el proveedor hasta el cliente final, tanto los que agregan valor como los que no y que son necesarios para llevar un producto o servicio a través de los pasos del proceso. Esta herramienta es visual y se utiliza para ayudar a ver el desperdicio oculto y las fuentes de residuos, a través del cálculo de la capacidad de producción por turno (CPS), el ritmo de producción por turno (Takt Time-TKT), el tiempo de valor agregado (TVA) y cantidad de recurso humano requerido para atender el proceso (Thorsen, 2005).

2.1.3 Gestión por procesos

La gestión por procesos es un pilar de la mejora continua. Se mide a través de tableros estratégicos de mando integral como el *hoshin kanri* por la escuela japonesa y el *balanced scorecard* por la escuela americana, al consolidar los indicadores de gestión que miden los objetivos estratégicos organizacionales (Zaratiegui, 1999; Valbuena, 2017).

La visualización de los procesos académicos y administrativos de las instituciones de educación superior se pueden generar por medio de los mapas de procesos, para evidenciar su interacción y un claro enfoque de las instituciones por la gestión por procesos. Pueden adoptar un enfoque empresarial, para que los estudiantes, profesores y personal administrativo

sean concebidos como dueños de procesos que tienen el fin de satisfacer los criterios críticos para la calidad (CTQ), como un camino a la educación de alta calidad (Ministerio de Educación, 2012).

Al lograr la alineación de los requerimientos de las competencias que se desarrollan en las instituciones de educación superior con las requeridas por el sector empresarial, se hace visible la necesidad de gestionar los procesos como una cadena de valor con un enfoque de aplicabilidad de competencias al sector empresarial. Esto al identificar claramente las actividades que no agregan valor y que se convierten en “cuellos de botella”, que deben ser analizados, caracterizados y mitigados.

Se podrá hablar de una mitigación en la brecha del desarrollo de competencias para operar los procesos organizacionales entre los desarrollados al interior de la academia y los requeridos por el sector empresarial cuando las universidades acepten el nuevo reto de implementar propuestas innovadoras bien articuladas, con miras a cerrar la brecha identificada. Esto con el fin de satisfacer las necesidades del entorno cambiante empresarial en el marco de la revolución industrial 4.0 (Laka and González, 2015; Patiño, 2019).

En la actualidad, las universidades continúan con un enfoque clásico de procesos académicos que se orientan al saber y no necesariamente se articulan con los requerimientos por competencias de un actor principal como el sector empresarial, con una participación tangencial de las empresas que son involucradas en el momento de una acreditación y/o renovación de un registro calificado para un programa académico; principalmente como un requisito y no como un aliado de crecimiento en los procesos y su mejora continua.

Una manera eficiente para mitigar las brechas existentes entre el sector empresarial y el académico es el uso de metodologías de mejora continua de procesos, como lean six sigma, que es la sinergia de la escuela americana y la japonesa, al incorporar métodos cuantitativos a partir del uso de la distribución estadística normal y el método DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) (Drohomeretski et al., 2014; Hogg, 1993).

Actualmente estas metodologías de mejoramiento continuo *lean six sigma* son de uso industrial para optimizar procesos y operaciones de productos y/o servicios, con resultados tangibles en los estados financieros de las organizaciones, a partir de la disminución significativa de los rubros asociados a las cuentas contables de costos y gastos y el aumento de los ingresos.

2.1.4 Gestión de la calidad en la educación superior

El concepto de calidad en educación superior se puede concebir de formas diversas y responde a criterios regionales, disciplinares e institucionales. Como lo menciona Ginkel y Rodríguez (2006), no se puede basar en un modelo universal, ni tiene como criterio principal responder a las necesidades locales. Desde esta perspectiva, la calidad en la educación superior es un concepto multi-dimensional, multi-nivel y dinámico (Vlăsceanu et al., 2004), que depende en gran medida de las condiciones del entorno, de los propósitos institucionales y por supuesto también de las necesidades específicas que el estudiante busca cuando inicia su proceso formativo.

En general, en la educación superior, los procesos de calidad se han enfocado en dos grandes áreas y a veces se han mirado en forma independiente: 1) en la calidad en los procesos de gestión se utilizan, usualmente, técnicas aplicadas a la industria en general, como las explicadas en párrafos anteriores y que se encaminan a la búsqueda de la eficiencia en los procesos y la sostenibilidad financiera; y 2) en la calidad en los procesos académicos, que se enfoca mucho más en la aplicación de los lineamientos establecidos específicamente a las entidades del sistema de educación superior, como el Ministerio de Educación y las demás entidades que intervienen en el sistema.

De acuerdo con el Decreto 1330, la calidad *“es el conjunto de atributos articulados, interdependientes, dinámicos, construidos por la comunidad académica como referentes y que responden a las demandas sociales, culturales y ambientales. Dichos atributos permiten hacer valoraciones internas y externas a las instituciones, con el fin de promover su transformación y el desarrollo permanente de sus labores formativas,*

académicas, docentes, científicas, culturales y de extensión” (MEN, 2019).

Para Colombia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) estableció un sistema de monitoreo y valoración de la calidad para la educación superior, a través de las siguientes características: 1) acreditación, 2) exámenes de calidad de la educación y 3) observatorio del mercado laboral (Castaño y García, 2012).

Dentro de la estructura del Sistema de Educación Superior en Colombia, se cuenta con un Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior que está configurado por tres componentes: 1) información, 2) evaluación y 3) fomento.

1) La información: es generada por medio de sistemas que apoyan el proceso, como los siguientes:

- Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES)
- Observatorio Laboral para la Educación (OLE)
- Sistema de Información para el Aseguramiento de la Calidad (SACES)
- Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (SPADIES)

2) La evaluación: es generada con el apoyo de pares académicos y organismos asesores en dos vías: 1) el registro calificado que es requisito obligatorio para ofertar un programa académico y periódicamente para su renovación; y 2) por solicitud de las instituciones de educación superior que desean obtener la Acreditación de Alta Calidad, ya sea para la institución o para sus programas académicos. Los estudiantes son evaluados al ingreso de la educación superior y en su egreso, mediante un esquema evaluativo de competencias adquiridas, a través de los exámenes Saber Pro.

3) El fomento: es un mecanismo del Ministerio que oferta asistencia técnica en procesos de evaluación, como se detalla en la **Figura 4**.

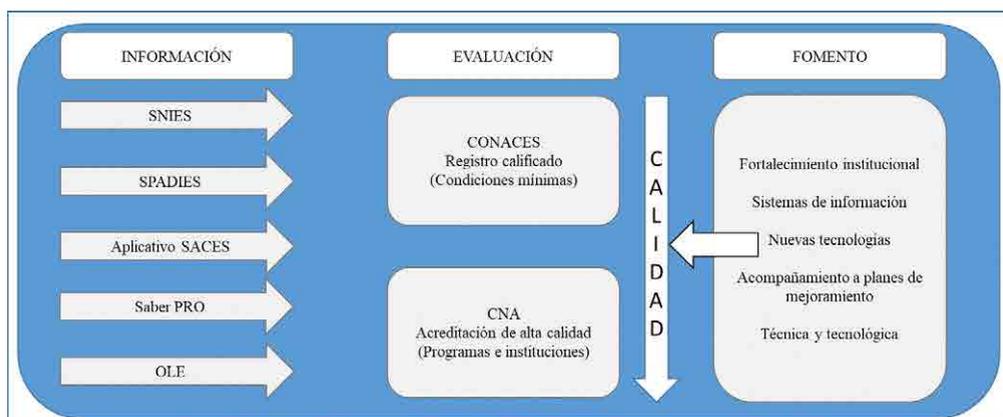


Fig. 4. Sistema de Aseguramiento de la Educación Superior en Colombia.

Fuente: CNA, 2020.

Se ha establecido como criterio de evaluación, la acreditación institucional, según el acuerdo 02 de 2020 del CESU (Consejo Nacional de Educación Superior), al contemplar los factores para la acreditación de alta calidad institucional:

- Identidad institucional
- Gobierno institucional y transparencia
- Desarrollo, gestión y sostenibilidad institucional
- Mejoramiento continuo y autorregulación
- Estructura y procesos académicos
- Aportes de la investigación, la innovación, el desarrollo tecnológico y la creación
- Impacto social
- Visibilidad nacional e internacional
- Bienestar institucional
- Comunidad docente
- Comunidad estudiantil y de egresados (CESU, 2020)

3. MARCO METODOLÓGICO

La metodología de investigación empleada es de tipo mixto (exploratoria y cuantitativa) que contempló las siguientes cuatro etapas:

3.1 Definir (D):

En esta etapa se realizó la selección de la muestra de *stakeholders* (estudiantes, empresarios, administrativos y docentes) de los programas de pregrado en ingeniería y se seleccionaron los procesos académicos y administrativos de los programas, con el fin de evaluar su calidad. Se identificaron las necesidades asociadas a las variables que inciden en el cumplimiento de los requerimientos críticos para la calidad percibidos (CTQ) por los *stakeholders* de los programas de pregrado de ingeniería.

3.1.1 Muestra seleccionada

Las instituciones de educación superior seleccionadas para el estudio exploratorio se dividieron en dos grupos: las instituciones acreditadas con alta calidad y las instituciones que no cuentan con acreditación de alta calidad. Con la finalidad de realizar la validación cuantitativa que permita verificar si las instituciones acreditadas en alta calidad cumplen en alto grado (mayor a un 85%) los criterios críticos de calidad evaluados, a través de los instrumentos de este estudio por parte de los *stakeholders*.

La población de estudiantes matriculados por semestre en los programas de ingeniería de las instituciones de educación superior (IES) seleccionados para el estudio es de 3.088 estudiantes, como se ilustra en la **Tabla 1**, se discrimina por (IES) acreditadas de alta calidad y no acreditadas de alta calidad.

Tabla 1. Ficha técnica población promedio de estudiantes por institución de educación superior seleccionadas en la muestra piloto.

Institución de Educación Superior (IES)		Programas académicos de ingeniería a nivel pregrado	Promedio estudiantes
No Acreditadas de Alta Calidad			
	Institución educativa (1)	3 Programas	372
	Institución educativa (2)	2 Programas	203
Acreditadas de Alta Calidad			
	Institución educativa (3)	5 Programas	1.263
	Institución educativa (4)	4 Programas	1.250
	Total		3.088

Fuente: MEN (Sistema Nacional de Información de Educación Superior - SNIES, Sistema para la Prevención de la Deserción en las IES - SPADIES, Observatorio, 2018.

Para realizar el análisis del estudio exploratorio de correlación de las variables, que se consideran críticas para la calidad de los *stakeholder* asociados a los programas de ingeniería, se relacionan a continuación los tipos de muestreo empleados en cada población encuestada, a través de los instrumentos diseñados para el estudio:

Estudiantes: muestreo por conglomerado. Se aplicó el instrumento a cursos que estaban conformados por estudiantes de diferentes programas de ingeniería a nivel pregrado en las instituciones de educación superior seleccionadas (90 encuestados).

Empresarios: muestreo aleatorio simple. Se aplicó el instrumento a estudiantes de posgrado, pertenecientes al sector empresarial y empresarios que tienen relación frecuente con las instituciones seleccionadas (21 encuestados).

Personal administrativo: muestreo por censo. Se aplicó el instrumento a todo el personal administrativo que está directamente relacionado con la prestación de servicio al interior de los programas de ingeniería en las instituciones seleccionadas (8 encuestados).

Profesores: muestreo aleatorio simple. Se aplicó el instrumento al personal de planta (tiempo completo y medio tiempo) y hora cátedra de las instituciones de educación superior seleccionadas (37 encuestados).

3.1.2 Identificación y selección de los procesos académicos y administrativos a ser analizados al interior de los programas.

La identificación de las variables asociadas a los criterios críticos de la calidad (CTQ) de los *stakeholders* se desagregó en procesos, subprocesos y actividades asociadas a las labores cotidianas de los programas de ingeniería en la atención de los servicios de los *stakeholders*, como se ilustra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Clasificación de procesos académicos y administrativos.

PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	
1. Procesos asociados a los estudiantes	Subproceso admisiones aspirantes	Marketing	
		Gestión de canales de comunicación	
		Entrevista	
		Pago, gestión y seguimiento	
	Subproceso solicitudes y atención	Derechos de petición - tutelas	Retiro asignaturas
		Doble titulación	Inscripción materias
		Homologaciones	Segundo calificador
		Supletorios	Justificaciones asignaturas
		Habilitaciones	Aplazamientos
		Intercambio - movilidad Nacional e Internacional	Devoluciones
	Subproceso acompañamiento y seguimiento	Grados	
		Prácticas profesionales	
		Opción de grado	
		Normativo y rendimiento académico	
		Casos disciplinarios	
	Subproceso solicitudes y atención	Excusas	
		Actividades sociales	
Subproceso acompañamiento y seguimiento	Reclamos de: clases, notas y/o profesores		

PROCESO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	
2. Procesos docentes	Subproceso contratación	Expedientes (CV, formato, soportes) Firma - Experiencias – Entrevista	
	Subproceso nómina docentes	Pago actividades adicionales	
	Subproceso atención	Cambio nota	Recepción actas
		Cambio salón	Solicitud espacios
		Gestiones parciales	
	Subproceso acompañamiento y seguimiento	Notas, fallas y contenidos	Gestión seguimiento docente
		Asistencia	
		Metodología	
		Alineamiento curricular	
	Subproceso solicitudes y atención	Salidas de campo y visitas	
		Charlas de invitados externos	
Omisión de clases			
3. Procesos sustantivos	Subproceso extensión	Cursos de Extensión	
	Subproceso investigación	Proyectos	
		Financiación	
		Seguimiento	
	Subproceso gestión programa	Financiero	
		Programación académica	
		Indicadores KPI'S	
		Deserción y capacidad	
		Imagen del programa	
		Auditorías	
		Registro calificado	
		Acreditaciones	
		Fuentes de medición	
Charlas de invitados externos			
Omisión de clases			

Fuente: autoría propia, 2020.

3.1.2 Identificación de las necesidades y variables que inciden en el cumplimiento de CTQ para la calidad

A partir de la clasificación de los procesos, subprocesos y actividades relacionadas con los servicios ofertados desde los programas de ingeniería, se logró la identificación de las necesidades de los *stakeholders*, al evidenciar las variables que inciden en el cumplimiento de sus necesidades.

Las relaciones entre las variables y los requerimientos críticos para la calidad se evidencian en las tablas de la tres a la seis, en las que se presentan los criterios críticos para la calidad (CTQ) y variables asociadas a los stakeholders profesores, estudiantes, administrativos y empresarios que ilustran la interacción de los CTQ por medio de los siguientes componentes en cada una:

- **N°:** es la numeración de las necesidades de los *stakeholders* (CTQ).
- **CTQ:** criterio crítico para la calidad.
- **Requerimiento técnico:** es la verbalización de la necesidad identificada desde los procesos de los programas de ingeniería.
- **Variable de estudio:** variables que inciden en el cumplimiento de las necesidades de los *stakeholders* asociados a los programas.
- **Relación entre CTQ de los Stakeholder:** relaciona los CTQ, entre los cuatro *stakeholders*, al cruzar el número de las necesidades de los *stakeholders* (N°) en cada tabla con las siguientes convenciones para su identificación: profesores (**PR**), estudiantes (**ES**), personal administrativo (**AD**), empresario (**EM**).

3.1.2.1 Profesores

Tabla 3. Criterios Críticos para la Calidad (CTQ) y variables asociadas a los profesores.

N°	CTQ	Requerimiento Técnico	Variable en estudio	Relación entre CTQ de los stakeholder
1	Estabilidad laboral	Tipo de contrato	Tiempo	ES (1)
2	Crecimiento profesional	Escalonamiento / ascenso	Dinero / cargo estructura organizacional	ES (1) AD (2) EM (3)
3	Buena remuneración	Estudio y compensación salarial	Dinero	ES (1) EM (3)
4	Baja carga administrativa	Automatización de labores administrativas	Tiempo	ES (1) AD (4)
5	Respaldo por parte de las directivas	Imparcialidad en decisiones	Justicia	ES (19) AD (7)
6	Cursos equilibrados en la cantidad de estudiantes	Cantidad de estudiantes por curso o docente	Estudiantes	ES (13)
7	Distribución de horarios	Carga académica	Horas clase (Cambios)	ES (8) (20)
8	Carga docente	Equilibrio entre funciones sustantivas (Investigación, docencia y extensión)	Porcentaje	ES (1) (4)
9	Reconocimiento labor	Evaluación docente	Pertinencia	AD (6)
10	Pago actividades adicionales	Compensación salarial	Dinero / especie	AD (7)
11	Soporte administrativo y logístico	Soporte tecnológico Soporte administrativo Soporte legal Soporte médico Soporte financiero	Tiempo respuesta	ES (13) AD (8)
12	Atención a requerimientos o solicitudes	Tiempo de respuesta a requerimientos	Tiempo	AD (9) (1) ES (17) (11)
13	Contar con tiempo de planeación de las clases	Tiempo preparación de clases	Tiempo	ES (6)
14	Realimentación evaluación docente	Tiempo de respuesta Claridad en la oportunidad de mejora	Tiempo Calidad Información	ES (1) (4) (10)
15	Buen trato	Clima laboral	Calidad	AD (11) ES (5)

N°	CTQ	Requerimiento Técnico	Variable en estudio	Relación entre CTQ de los stakeholder
16	Reglas claras de juego	Aplicación de reglamentos Mecanismos de registro de acuerdos ANS	Cantidad veces Satisfacción	AD (12) ES (7)
17	Uso de diversas estrategias en clase	Estrategias pedagógicas	Cantidad	ES (2)
18	Diferentes tipos de evaluación	Estrategias de evaluación	Cantidad	ES (3)

Fuente: autoría propia, 2020.

3.1.2.2 Estudiantes

Tabla 4. Criterios Críticos para la Calidad (CTQ) y variables asociadas a los estudiantes.

N°	CTQ	Requerimiento técnico	Variable en estudio	Relación entre CTQ de los stakeholder
1	Calidad de las clases	Calidad pedagógica	Satisfacción	PR(1) (3) (4) PR (14)
2	Uso de diversas estrategias en clase	Estrategias pedagógicas	Cantidad	PR(19)
3	Diferentes tipos de evaluación	Estrategias de evaluación	Cantidad	PR(20)
4	Buenos profesores	Calidad de los docentes	Calidad	PR(1) (2) (3) (4) (14)
5	Buen trato	Calidad del servicio	Calidad	PR(15) AD(11)
6	Clases planificadas	Organización y planeación clases	Satisfacción	PR (13)
7	Reglas claras de juego	Aplicación de Reglamentos Mecanismos de registro de acuerdos Acuerdo de nivel de servicio	Cantidad veces Satisfacción	PR (16) AD (12)
8	Buena distribución de horarios	Diseño malla curricular	Calidad	PR(7)
9	Poder seleccionar asignaturas al matricular asociadas al sector empresarial	Flexibilidad curricular (materias)	Cantidad	EM (4) (5)

N°	CTQ	Requerimiento técnico	Variable en estudio	Relación entre CTQ de los stakeholder
10	Realimentación de las evaluaciones	Tiempo de respuesta de las evaluaciones	Tiempo	PR (14)
11	Prontitud de respuesta a solicitudes	Tiempo de respuesta trámites administrativos	Tiempo	PR (12) AD (9) (11)
12	Actualidad en los temas desarrollados en las clases y en la carrera	Internacionalización curricular Actualización malla curricular (Cada cuanto)	Calidad Tiempo	EM (2)
13	Buenos espacios para el aprendizaje	Cantidad estudiantes por clase – docente	Cantidad	PR (6)
14	Interacción con el sector empresarial	Salidas (visitas empresariales, recorridos, etc.) Charlas, conferencias y/o congresos Cantidad convenios empresariales	Cantidad Frecuencia Cantidad	EM (1) (4)
15	Facilidades a la hora de graduarse	Doble titulación Coterminal Opciones de grado	Cantidad Cantidad Cantidad	EM (6) (7)
16	Poder realizar intercambios	Intercambio Movilidad Nacional e Internacional (Convenios)	Cantidad	EM (1) (4) (5)
17	Atención a requerimientos o solicitudes	Canales de comunicación Tiempos de respuesta	Cantidad Tiempo	PR (12)
18	Posicionamiento de la Universidad y del Programa	Acreditaciones	Cantidad	EM (1) (6)
19	Respaldo por parte de las directivas	Imparcialidad en decisiones	Justicia	PR (5) AD (7)
20	Distribución de horarios	Carga académica	Horas clase (Cambios)	PR (7)

Fuente: autoría propia, 2020.

3.1.2.3 Administrativos

Tabla 5. Criterios Críticos para la Calidad (CTQ) y variables asociadas a los administrativos.

Nº	CTQ	Requerimiento técnico	Variable en estudio	Relación entre CTQ de los stakeholder
1	Estabilidad laboral	Tipo de contrato	Tiempo	PR (1)
2	Crecimiento profesional	Escalonamiento / ascenso	Dinero / cargo estructura organizacional	PR (2)
3	Buena remuneración	Estudio y compensación salarial	Dinero	PR (3)
4	Calibración de carga administrativa	Estudios de cargas laborales	Tiempo	PR (4)
5	Respaldo por parte de las directivas	Imparcialidad en decisiones los stakeholders	Justicia	PR (5) ES (19)
6	Reconocimiento labor	Evaluación docente	Metodología docente	PR (9)
7	Pago actividades adicionales	Compensación salarial	Dinero / especie	PR (10)
8	Soporte administrativo y logístico	Soporte tecnológico Soporte administrativo Soporte legal Soporte médico Soporte financiero	Tiempo respuesta	ES (13) PR (11)
9	Atención a requerimientos o solicitudes	Tiempo de respuesta a requerimientos	Tiempo	PR(12) ES (17) (11)
11	Buen trato	Clima laboral	Calidad	PR (15) ES (5)
12	Reglas claras de juego	Aplicación de reglamentos Mecanismos de registro de acuerdos Acuerdos de nivel de servicio	Cantidad veces Satisfacción	PR (16) ES (7)

Fuente: autoría propia, 2020.

3.1.2.4 Empresarios

Tabla 6. Criterios Críticos para la Calidad (CTQ) y variables asociadas a los empresarios.

N°	CTQ	Requerimiento Técnico	Variable en Estudio	Relación entre CTQ de los Stakeholder
1	Interacción con el sector académico	Salidas (visitas empresariales, recorridos, etc.) Charlas, conferencias y/o congresos Cantidad convenios empresariales	Cantidad Frecuencia Cantidad	ES (14) (16) (18)
2	Actualidad en los temas desarrollados en las clases y en la carrera	Internacionalización curricular Actualización malla curricular (periodicidad)	Calidad Tiempo	ES (12)
3	Docentes pertenecientes al sector empresarial	Cantidad de docentes hora cátedra provenientes sector empresarial	Cantidad Porcentaje participación	PR (2) (3)
4	Mayor interacción estudiantes, docentes y administrativos con las empresas	Nivel de participación de las empresas en el aprendizaje (en las materias)	Porcentaje	ES (9) (14) (16)
5	Abrir más espacios para prácticas y experiencia con las empresas.	Prácticas empresariales (cantidad y momentos)	Cantidad Porcentaje participación	ES (9) (16)
6	Desarrollo de I+D+I conjuntamente con la academia	Participación en investigación de las empresas	Porcentaje	ES (15) (18)
7.	Disminuir brecha de adaptación de estudiantes al sector empresarial	Porcentaje adherencia de los egresados a las empresas Porcentaje adherencia de los estudiantes en prácticas a las empresas	Porcentaje Porcentaje	ES (15) ES (15)

Fuente: autoría propia, 2020.

3.2 Medir (M) y analizar (A)

En estas dos etapas se desarrolló la medición y análisis de la correlación entre las variables asociadas a los criterios críticos para la calidad (CTQ) de los *stakeholders* de los programas de ingeniería.

3.2.1 Medición de la correlación entre las variables asociadas a los criterios críticos para la calidad (CTQ)

Para realizar la medición de las variables se diseñaron cuatro instrumentos de captura de información; uno por cada *stakeholder*. La construcción de las preguntas de los formularios se diseñó con el objetivo de poder evaluar la correlación entre las variables identificadas en los procesos académicos y administrativos de los programas. Esto por medio del grado de percepción de cumplimiento de los criterios críticos de la calidad de los programas; y para validar la hipótesis que el hecho de estar acreditada con alta calidad le permite a una institución de educación superior cumplir en alto grado de satisfacción (mayor a un 85%) las variables asociadas a la calidad.

3.2.2 Análisis obtenido de la correlación de las variables en estudio

Se realizó el análisis cuantitativo por medio del coeficiente de correlación Pearson. En todas las pruebas de hipótesis planteadas se utilizó un nivel de confianza $\alpha=0,05$, para medir la fuerza y la dirección de las variables asociadas a los criterios críticos en la calidad de los programas de ingeniería, al obtener una distribución bivariada conjunta.

Para la interpretación de resultados obtenidos de las correlaciones se tuvieron en cuenta los siguientes rangos de interpretación:

- Igual a 0: no existe correlación
- Entre [0,1 y 0,2]: correlación mínima
- Entre (0,2 y 0,4]: correlación baja
- Entre (0,4 y 0,6]: correlación moderada
- Entre (0,6 y 0,8] correlación buena
- Entre (0,8 y 1]: correlación alta

Nota: la correlación marcada con un asterisco (*) es una correlación significativa en el nivel 0,05 (bilateral); y la correlación marcada con dos asteriscos (**) es significativa en el nivel 0,01 (bilateral), por lo

que estaría indicando que existe una fuerte correlación y que es una correlación encontrada por el estadístico de Pearson.

3.2.2.1 Presentación del análisis de las correlaciones del estudio exploratorio

1. Variable: **Clima Organizacional** (mide el criterio de percepción del clima organizacional entre estudiantes, personal administrativo y profesores como se ilustra en la **Tabla 7**, a través del análisis de la correlación de Pearson.)

Tabla 7. Correlación de la variable de Clima Organizacional.

		Profesores	Estudiantes	Administrativos
Profesores	Correlación de Pearson	1	0,917**	0,887
	Sig. (bilateral)		0,004	0,305
	N	7	7	3
Estudiantes	Correlación de Pearson	0,917**	1	0,999*
	Sig. (bilateral)	0,004		0,030
	N	7	7	3
Administrativos	Correlación de Pearson	0,887	,999*	1
	Sig. (bilateral)	0,305	0,030	
	N	3	3	3
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				
* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).				

Fuente: autoría propia y 2020.

En la variable “*Clima Organizacional*” se puede analizar que la correlación es altamente significativa en el nivel 0,01 (bilateral) entre los **profesores** y **estudiantes** con un valor de 0,917, ya que está entre (0,8 y 1] y es directa por ser positiva (+).

El 83,3% de los profesores contestaron con un grado de percepción entre 8-10 (10 es la mejor calificación y 1 la peor calificación en la escala evaluada) con relación a la pregunta asociada a la variable “*Clima Organizacional*” que era: “*En una escala de 1-10 (1 tóxico y 10 un lugar*

para recomendar trabajar o estudiar por su clima organizacional)”, el 75,0% del personal administrativo respondió con un grado de percepción entre 8-10 a la misma pregunta y, finalmente, un 83,9% de los estudiantes tienen un grado de percepción entre 8-10.

Se evidencia que las instituciones analizadas en el estudio presentan un buen clima laboral entre estudiantes, profesores y personal administrativo y que existe una alta correlación entre la valoración de la variable “Clima Organizacional” por parte de los estudiantes y los profesores, con la claridad de que el profesor es el prestador del servicio directo al estudiante (cliente del servicio académico). Por lo que se resalta la importancia de mantener un buen clima laboral para satisfacer la percepción de calidad en el buen servicio.

2. Variable: **Justicia** (mide el criterio de percepción del respaldo e imparcialidad por parte de las directivas de la universidad ante situaciones asociadas con estudiantes, profesores y/o personal administrativo, como se ilustra en la **Tabla 8**, a través del análisis de la correlación de Pearson.)

Tabla 8. Correlación de la variable de Justicia.

		Profesores	Estudiantes	Administrativos
Profesores	Correlación de Pearson	1	0,424	1,000**
	Sig. (bilateral)		0,343	0,000
	N	7	7	3
Estudiantes	Correlación de Pearson	0,424	1	-0,814
	Sig. (bilateral)	0,343		0,394
	N	7	9	3
Administrativos	Correlación de Pearson	1,000**	-0,814	1
	Sig. (bilateral)	0,000	0,394	
	N	3	3	3

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: autoría propia y 2020.

En la variable “*Justicia*” se puede analizar que la correlación es altamente significativa en el nivel 0,01 (bilateral) entre los **profesores** y **administrativos** con un valor de 1,00, ya que está entre (0,8 y 1] y es directa por ser (+).

Con relación a la pregunta asociada a la medición de la variable (*Justicia*) “*En una escala de 1-10 (1 muy sesgado (con preferencias) y 10 muy imparcial) seleccionar su criterio de percepción del respaldo por parte de las directivas de la universidad ante situaciones asociadas con el personal de la institución (estudiantes, profesores, personal administrativo, etc.)*”. El 36,1% de los profesores contestaron con un criterio de percepción igual o inferior a cinco (10 es la mejor calificación y 1 la peor calificación en la escala evaluada); y a la misma pregunta el 50% del personal administrativo respondió con un criterio de percepción igual o inferior a cinco y el 21,8% de los estudiantes contestaron un criterio de percepción igual o inferior a cinco.

Se infiere que el personal administrativo percibe un criterio de justicia negativo. Generado por el sesgo en las decisiones que favorecen a otros interlocutores al momento de presentarse situaciones asociadas con los *stakeholders* de los programas.

3. Variable: *Pertinencia Evaluación* (mide el criterio de percepción de la calidad de las clases, por medio de mecanismos como la evaluación docente, como se ilustra en la **Tabla 9**, a través del análisis de la correlación de Pearson).

Tabla 9. Correlación de la variable de Evaluación.

		Criterio de percepción de la evaluación docente	Criterio de percepción de la calidad de las clases en promedio que ha cursado	Criterio de percepción de la calidad en promedio de los docentes	Criterio de percepción de la planeación de las clases en promedio de los docentes	Criterio tiempo de respuesta promedio en la atención de requerimiento o solicitudes
		Profesores	Estudiantes	Estudiantes	Estudiantes	Estudiantes
			Pregunta (E1)	Pregunta (E2)	Pregunta (E3)	Pregunta (E4)
Profesores	Correlación de Pearson	1	0,172	0,438	0,650	0,574
	Sig. (bilateral)		0,684	0,325	0,081	0,106
	N	9	8	7	8	9
Estudiantes Pregunta (E1)	Correlación de Pearson	0,172	1	0,863*	0,633	,802*
	Sig. (bilateral)	0,684		0,012	0,127	0,017
	N	8	8	7	7	8
Estudiantes Pregunta (E2)	Correlación de Pearson	0,438	0,863*	1	0,875**	0,785*
	Sig. (bilateral)	0,325	0,012		0,010	0,037
	N	7	7	7	7	7
Estudiantes Pregunta (E3)	Correlación de Pearson	0,650	0,633	0,875**	1	0,866**
	Sig. (bilateral)	0,081	0,127	0,010		0,005
	N	8	7	7	8	8
Estudiantes Pregunta (E4)	Correlación de Pearson	0,574	0,802*	0,785*	0,866**	1
	Sig. (bilateral)	0,106	0,017	0,037	0,005	
	N	9	8	7	8	10
*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).						
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).						

Fuente: autoría propia, 2020.

La variable “*Pertinencia Evaluación*” permite analizar que la correlación es altamente significativa en el nivel 0,01 (bilateral) entre las preguntas de **estudiantes (E2)**: “*En una escala de 1-10 (1 no aportan al crecimiento profesional ni al personal y 10 excelentes) seleccionar su criterio de percepción de la calidad en promedio de los docentes*”; y **estudiantes (E3)**: “*En una escala de 1-10 (1 no se evidencia planificación y 10 excelente planeación) seleccionar su criterio de percepción de la planeación de las clases en promedio de los docentes*”, con un valor de 0,875, ya que está entre (0,8 y 1] y es directa por ser positiva (+).

En la variable “*Pertinencia Evaluación*” también se evidencia una correlación altamente significativa en el nivel 0,01 (bilateral) entre las preguntas de **estudiantes (E3)**: “*En una escala de 1-10 (1 no se evidencia planificación y 10 excelente planeación) seleccionar su criterio de percepción de la planeación de las clases en promedio de los docentes*”; y la pregunta **estudiantes (E4)**: “*En una escala de 1-10 (1 muy demorado y 10 muy rápido) seleccionar su percepción del tiempo de respuesta promedio en la atención de requerimiento o solicitudes*”. Se obtuvo un valor de 0,866, ya que está entre (0,8 y 1] y es directa por ser positiva (+).

Lo anterior permite evidenciar que el 79,3% de los estudiantes contestaron con un criterio de percepción entre 8 y 10 (10 es la mejor calificación y 1 la peor calificación en la escala evaluada) a la pregunta **(E2)**, que está asociada al criterio de percepción de la calidad en promedio de los docentes. Lo que refleja un alto grado de cumplimiento de calidad en el personal docente.

Adicionalmente, un 80,5% de los estudiantes contestaron entre 8 y 10 (10 es la mejor calificación y 1 la peor calificación en la escala evaluada) a la pregunta **(E3)**, que está asociada al criterio de percepción acerca de la planeación de las clases por parte de los docentes.

4. Variable: *Compensación* (mide el criterio de percepción de la remuneración por ejecutar actividades adicionales fuera del plan de trabajo inicial acordado, como se ilustra en la **Tabla 10**, a través del análisis de la correlación de Pearson).

Tabla 10. Correlación de la variable de Compensación.

		Profesores	Administrativos
Profesores	Correlación de Pearson	1	1,000**
	Sig. (bilateral)		
	N	2	2
Administrativos	Correlación de Pearson	1,000**	1
	Sig. (bilateral)		
	N	2	2

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: autoría propia, 2020.

La variable “*Compensación*” permite analizar que la correlación es altamente significativa en el nivel 0,01 (bilateral) entre los **profesores** y **administrativos** con un valor de 1,00, ya que está entre (0,8 y 1] y es directa por ser positiva (+).

Con relación a la pregunta asociada a la variable (*Compensación*): “¿Cuándo usted ejecuta actividades adicionales (fuera del plan de trabajo inicial acordado) usted recibe pago por las actividades adicionales?” El 33,3% de los profesores contestaron “sí” y el 66,7% respondieron “no”. El 25,0% del personal administrativo respondió “sí” y el 75,0% “no”. Lo que permite inferir que a la mayoría de los docentes no se les remunera (especie/dinero) por actividades adicionales fuera de su plan de trabajo. Contrario al caso del personal administrativo a quienes sí se les remunera por estas labores. Para los profesores y personal administrativos que contestaron “sí”, su compensación fue en dinero. No se evidencia pagos en especie.

5. Variable: *Tiempo de Respuesta* (mide el criterio de percepción del tiempo de respuesta promedio del soporte administrativo y logístico por parte de la universidad a solicitudes internas de los programas de ingeniería, como se ilustra en la **Tabla 11**, a través del análisis de la correlación de Pearson).

Tabla 11. Correlación de la variable de Tiempo Respuesta Solicitudes.

		Profesores	Administrativos
Profesores	Correlación de Pearson	1	0,599
	Sig. (bilateral)		0,401
	N	9	4
Administrativos	Correlación de Pearson	0,599	1
	Sig. (bilateral)	0,401	
	N	4	4

Fuente: autoría propia, 2020.

La variable “*Tiempo de Respuesta*” permite analizar que la correlación es moderada entre los **profesores** y **administrativos** con un valor de 0,599 (está entre el rango (0,4-6]) y es una relación directa positiva (+).

Con relación a la pregunta: “*En una escala de 1-10 (1 muy demorado y 10 muy rápido) seleccionar su percepción del tiempo de respuesta promedio del soporte administrativo y logístico por parte de la Universidad*”. El 55,6 % de los profesores contestaron entre 8 y 10 (10 es la mejor calificación y 1 la peor calificación en la escala evaluada); y a la misma pregunta, los administrativos respondieron 75,0% con un criterio de percepción entre 8 y 10. Lo que permite inferir que las solicitudes de soporte administrativo y logístico para el correcto desarrollo de los procesos de los programas de ingeniería por parte de la universidad son eficientes.

6. Variable: *Satisfacción con los Procedimientos* (mide el criterio de percepción de pertinencia de los manuales de reglamento de la institución y actas de acuerdos entre estudiantes, profesores y/o administrativos, como se ilustra en la **Tabla 12**, a través del análisis de la correlación de Pearson).

Tabla 12. Correlación de la variable Satisfacción con los Procedimientos.

		Profesores	Estudiantes	Administrativos
Profesores	Correlación de Pearson	1	,757*	0,802
	Sig. (bilateral)		0,030	0,103
	N	9	8	5
Estudiantes	Correlación de Pearson	,757*	1	0,559
	Sig. (bilateral)	0,030		0,327
	N	8	9	5
Administrativos	Correlación de Pearson	0,802	0,559	1
	Sig. (bilateral)	0,103	0,327	
	N	5	5	5

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: autoría propia y 2020.

La variable “*Satisfacción con los procedimientos*” permite analizar que la correlación entre los **profesores** y **estudiantes** es significativa en el nivel 0,05 (bilateral), con valor de 0,757 es una correlación buena, ya que está entre (0,6 y 0,8] y es directa por ser positiva (+).

Con relación a la pregunta asociada a la variable en estudio: “*En una escala de 1-10 (1 no son nada útiles y no se gestionan y 10 son de mucha utilidad y se gestionan) seleccionar su criterio de percepción de los manuales de reglamento de la institución y actas de acuerdos (estudiantes, profesores y/o administrativas)*”. Se evidenció que el 52,8 % de los profesores contestaron con un criterio de percepción entre 8 y 10 de la escala, al igual que el 50,0% de los administrativos y el 67,8% de los estudiantes. Lo que permite evidenciar una oportunidad de mejora de los procedimientos relacionados con los manuales y acuerdos entre los *stakeholders*.

7. Variable: *Pedagogía* (mide el criterio de percepción del uso diverso de estrategias pedagógicas a lo largo del semestre diseñadas por parte de los profesores (casos estudio, talleres, exposiciones, videos, presentaciones, invitados), como se ilustra en la **Tabla 13**, a través del análisis de la correlación de Pearson).

Tabla 13. Correlación de la variable Pedagogía.

		Profesores	Estudiantes
Profesores	Correlación de Pearson	1	0,692
	Sig. (bilateral)		0,128
	N	6	6
Estudiantes	Correlación de Pearson	0,692	1
	Sig. (bilateral)	0,128	
	N	6	7

Fuente: autoría propia y 2020.

La variable “*Pedagogía*” permite analizar que la correlación entre los *stakeholders* **profesores** y **administrativos** es moderada con un valor de 0,692, ya que está entre el rango de (0,4 y 0,6] y es directa por ser positiva (+).

Con relación a la pregunta: “¿Usted frecuentemente a lo largo del semestre utiliza diversas estrategias pedagógicas en la clase (casos estudio, talleres, exposiciones, videos, presentaciones, invitados, etc.)? Seleccionar el rango acorde a su respuesta”. Se evidenció que el 55,6 % de los profesores contestó que utiliza variadas estrategias pedagógicas en más del 51% del total de las clases. A la misma pregunta, el 56,3% de los estudiantes estuvieron de acuerdo en este aspecto. Lo que permite inferir que aproximadamente el 50% de los docentes emplean diversas estrategias pedagógicas a lo largo del semestre.

8. Variable: *Evaluación* (mide el criterio de percepción del uso diverso de estrategias de evaluación a lo largo del semestre diseñadas por parte de los profesores (casos estudio, talleres, exposiciones, videos, presentaciones, invitados, etc.), como se ilustra en la **Tabla 14**, a través del análisis de la correlación de Pearson).

Tabla 14. Correlación de la variable Evaluación.

		Profesores	Estudiantes
Profesores	Correlación de Pearson	1	0,548
	Sig. (bilateral)		0,339
	N	5	5
Estudiantes	Correlación de Pearson	0,548	1
	Sig. (bilateral)	0,339	
	N	5	6

Fuente: autoría propia, 2020.

La variable “Evaluación” permite analizar que la correlación es moderada entre los *stakeholders* **profesores** y **administrativos** con un valor de 0,548, ya que está entre el rango de (0,4 y 0,6] y es directa por ser positiva (+).

Con relación a la pregunta: “¿Usted a lo largo del semestre percibe el uso de diversas estrategias de evaluación por parte de los profesores (proyectos, parciales, exposiciones, bonos, etc.)? Seleccionar el rango acorde a su respuesta”. El 69.4% de los profesores contestó que usa estas estrategias en un 51% del total de las clases. A la misma pregunta, el 65,5% de los estudiantes contestaron que en más del 51% de las unidades de estudios se usan diversas estrategias de evaluación. En comparación con la variable de “Pedagogía”, esta variable de “Evaluación” tiene un mayor porcentaje de percepción en el uso de diversas formas de evaluar, pero su porcentaje no supera un 70%. Lo que permite evidenciar una oportunidad de mejora en innovación de los mecanismos para evaluar a los estudiantes.

9. Variable: *Relación Sector Empresarial* (mide el criterio de percepción del componente de interacción con el sector empresarial, como se ilustra en la **Tabla 15**, a través del análisis de la correlación de Pearson).

Tabla 15. Correlación de la variable Relación Sector Empresarial.

		Estudiantes	Empresarios
Estudiantes	Correlación de Pearson	1	-0,020
	Sig. (bilateral)		0,966
	N	9	7
Empresarios	Correlación de Pearson	-0,020	1
	Sig. (bilateral)	0,966	
	N	7	8

Fuente: autoría propia, 2020.

A la pregunta realizada a los estudiantes: “*En una escala de 1-10 (1 nada pertinente y 10 muy pertinente) seleccionar su criterio de percepción del componente de interacción con el sector empresarial al percibir que en las materias se trabajan temas de actualidad y tendencia de la carrera*”; y con relación a la pregunta realizada a los empresarios: “*En una escala de 1-10 (1 nula y 10 gran sinergia y trabajo conjunto) seleccionar su criterio de percepción del nivel de participación de las empresas en el aprendizaje de los estudiantes en las universidades*”. Se evidencia que no existe correlación. Lo que genera una brecha entre el sector empresarial y el sector académico.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la muestra piloto de instituciones de educación superior evidenciaron las variables que inciden en el cumplimiento de las necesidades de los diferentes grupos de interés de los programas de ingeniería a nivel de pregrado.

Las variables con incidencia significativa en los *stakeholders* del estudio son:

Clima Organizacional: criterio CTQ de percepción del clima organizacional entre estudiantes, personal administrativo y profesores.

Justicia: criterio CTQ de percepción del respaldo e imparcialidad por parte de las directivas de la universidad ante situaciones asociadas con estudiantes, profesores y/o personal administrativo.

Pertinencia Evaluación: criterio CTQ de percepción de la calidad de las clases a través de mecanismos como la evaluación docente.

Compensación: criterio CTQ de percepción de la remuneración por ejecutar actividades adicionales fuera del plan de trabajo inicial acordado.

Tiempo de Respuesta: criterio CTQ de percepción del tiempo de respuesta promedio del soporte administrativo y logístico por parte de la universidad.

Satisfacción con los procedimientos: criterio CTQ de percepción de pertinencia de los manuales de reglamento de la institución y actas de acuerdos entre estudiantes, profesores y/o administrativos.

Pedagogía: criterio CTQ de percepción del uso diverso de estrategias pedagógicas a lo largo del semestre en clase por parte de los profesores (casos estudio, talleres, exposiciones, videos, presentaciones, invitados).

Evaluación: criterio CTQ de percepción del uso diverso de estrategias de evaluación a lo largo del semestre en clase por parte de los profesores (casos estudio, talleres, exposiciones, videos, presentaciones, invitados).

Relación Sector Empresarial: criterio CTQ de percepción del componente de interacción con el sector empresarial.

En el análisis de las variables que inciden en el cumplimiento de las necesidades de los diferentes grupos de interés se evidenció que la mayoría de las variables (6 de las 9), por parte de estudiantes, profesores y administrativos, muestran un mayor grado de percepción de cumplimiento por parte de las instituciones acreditadas: *Clima Organizacional*, *Justicia (estudiantes y profesores)*, *Compensación*, *Satisfacción con los procedimientos*, *Pedagogía* y *Evaluación*.

Las variables de *Pertinencia Evaluación* y *la de Justicia (personal administrativo)*, muestran mayor grado de percepción de cumplimiento por parte de las instituciones no acreditadas.

La percepción de cumplimiento a la calidad de las clases (E1), al criterio de calidad de los docentes (E2) y al criterio de planeación de las clases (E3), los estudiantes valoraron mejor a las instituciones acreditadas.

Se evidencia que en la variable de “*Tiempo de Respuesta*” la percepción de los profesores de instituciones acreditadas y no acreditadas es igual y positiva para los dos grupos.

En las tablas de la dieciséis a veintitrés se presentan los resultados obtenidos del análisis de las variables, por medio de la comparación entre las instituciones de educación superior acreditadas de alta calidad y las no acreditadas, al discriminar los porcentajes obtenidos por cada uno de los stakeholders en estudio.

4.1 Análisis de la variable: Clima Organizacional

Tabla 16. Clima Organizacional.

Variable:

1. Clima Organizacional	Profesores		Estudiantes		Administrativos	
	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5
No Acreditadas en Alta Calidad	36%	5,6%	21%	3,4%	13%	0,0%
Acreditadas en Alta Calidad	47%	5,6%	63%	4,6%	63%	0,0%
Total general	83,3%	11,1%	83,9%	8,0%	75,0%	0,0%

Fuente: autoría propia, 2020.

En la variable de clima organizacional se mide el criterio de percepción del ambiente laboral y estudiantil entre estudiantes, personal administrativo y profesores. Se evidencia un mayor grado de percepción de cumplimiento por parte de las instituciones acreditadas en alta calidad (Porcentajes resaltados en la tabla 16).

4.2 Análisis de la variable: Justicia

Tabla 17. Justicia.

Variable:

2. Justicia	Profesores		Estudiantes		Administrativos	
	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5
No Acreditadas en Alta Calidad	19%	19,4%	9%	6,9%	13%	0,0%
Acreditadas en Alta Calidad	33%	16,7%	45%	14,9%	38%	50,0%
Total general	52,8%	36,1%	54,0%	21,8%	50,0%	50,0%

Fuente: autoría propia, 2020.

La variable de justicia mide el criterio de percepción del respaldo e imparcialidad por parte de las directivas de la universidad ante situaciones asociadas con estudiantes, profesores y/o personal administrativo.

Se evidencia en esta variable un mayor grado de percepción de cumplimiento por parte de los profesores y estudiantes de las instituciones acreditadas en alta calidad (los porcentajes resaltados en la tabla 17). Este nivel de satisfacción es más bajo en el grupo de personal administrativo. Se ubica mayoritariamente en el rango de 1 a 5. Lo que es contrario a la percepción de las instituciones no acreditadas, al tener un porcentaje de respuestas de 0% en este rango.

4.3 Análisis de la variable: Pertinencia Evaluación

Tabla 18. Pertinencia de Evaluación.

Variable:

3. Pertinencia de Evaluación	Profesores		Estudiantes (E1)		Estudiantes (E2)		Estudiantes (E3)		Estudiantes (E4)	
	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5
No Acreditadas en Alta Calidad	36%	5,6%	15%	1,1%	21%	0,0%	21%	1,1%	10%	10,3%
Acreditadas en Alta Calidad	28%	16,7%	46%	8,0%	59%	2,3%	60%	4,6%	45%	13,8%
Total general	63,9%	22,2%	60,9%	9,2%	79,3%	2,3%	80,5%	5,7%	55,2%	24,1%

Fuente: autoría propia y 2020.

La variable de pertinencia en la evaluación mide el criterio de percepción de la calidad de las clases a través de mecanismos como la evaluación docente.

Se evidencia en esta variable un mayor grado de percepción de cumplimiento del criterio por parte de los profesores de las instituciones no acreditadas de alta calidad (porcentajes resaltados en la tabla 18).

Sin embargo, con relación a la percepción de cumplimiento en la calidad de las clases (E1), la calidad de los docentes (E2), planeación de las clases (E3), y tiempo de respuesta (E4), es mejor por parte de los estudiantes de las instituciones acreditadas, puesto que el mayor porcentaje se ubica en el rango entre 8-10 de la escala evaluada.

4.4 Análisis de la variable: Compensación

Tabla 19. Compensación.

Variable:

4. Compensación	Profesores		Administrativos	
	SÍ	NO	SÍ	NO
No Acreditadas en Alta Calidad	6%	36,1%	0%	12,5%
Acreditadas en Alta Calidad	28%	30,6%	25%	62,5%
Total general	33,3%	66,7%	25,0%	75,0%

Fuente: autoría propia y 2020.

La variable de compensación mide el criterio de percepción de la remuneración por ejecutar actividades adicionales fuera del plan de trabajo inicialmente acordado.

Se evidencia un mayor grado de percepción de pago por labores adicionales a las descritas en el plan de trabajo, tanto para profesores como para administrativos en las instituciones acreditadas.

4.5 Análisis de la variable: Tiempo de Respuesta

Tabla 20. Tiempo de Respuesta.

Variable:

5. Tiempo de Respuesta	Profesores		Administrativos	
	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5
No Acreditadas en Alta Calidad	28%	8,3%	0%	0,0%
Acreditadas en Alta Calidad	28%	16,7%	75%	0,0%
Total general	55,6%	25,0%	75,0%	0,0%

Fuente: autoría propia 2020.

La variable de tiempo de respuesta mide el criterio de percepción del tiempo de respuesta promedio del soporte administrativo y logístico por parte de la universidad.

Para el grupo de profesores, la percepción de tiempo de respuesta, en el rango alto (respuesta rápida), es similar para instituciones acreditadas y no acreditadas. Sin embargo, en el rango inferior (respuesta lenta), es más bajo el porcentaje de insatisfacción de los profesores de las

universidades no acreditadas. Para el personal administrativo se evidencia un alto porcentaje de satisfacción en los tiempos de respuesta por parte de las instituciones acreditadas, (Porcentajes resaltados en la tabla 20).

4.6 Análisis de la variable: Satisfacción con los procedimientos

Tabla 21. Satisfacción con los procedimientos.

Variable:

6. Satisfacción con los procedimientos	Profesores		Estudiantes		Administrativos	
	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5	Rango de 8-10	Rango de 1-5
No Acreditadas en Alta Calidad	22%	5,6%	13%	5,7%	0%	0,0%
Acreditadas en Alta Calidad	31%	16,7%	55%	9,2%	75%	0,0%
Total general	52,8%	22,2%	67,8%	14,9%	75,0%	0,0%

Fuente: autoría propia y 2020.

La variable de satisfacción con los procedimientos mide el criterio de percepción de pertinencia de los manuales de reglamento de la institución y actas de acuerdos entre estudiantes, profesores y/o administrativos.

Se evidencia en esta variable que para los profesores, estudiantes y administrativos existe un mayor porcentaje de acuerdo con el criterio de pertinencia con los procedimientos, manuales de reglamento de la institución y actas de acuerdos en las instituciones acreditadas con alta calidad, (Porcentajes de resaltados en la tabla 21).

4.7 Análisis de la variable: Pedagogía

Tabla 22. Pedagogía.

Variable:

7. Pedagogía	Profesores		Estudiantes	
	Rango Superior al 51%	Rango Inferior al 51%	Rango Superior al 51%	Rango Inferior al 51%
No Acreditadas de Alta Calidad	22%	19,4%	18%	6,9%
Acreditadas de Alta Calidad	33%	25,0%	38%	24,1%
Total general	55,6%	44,4%	56,3%	31,0%

Fuente: autoría propia y 2020.

La variable pedagogía mide el criterio de percepción del uso diverso de estrategias pedagógicas en clase por parte de los profesores, a lo largo del semestre (casos estudio, talleres, exposiciones, vídeos, presentaciones, invitados).

Se evidencia en esta variable que tanto profesores como estudiantes de las instituciones acreditadas con alta calidad reconocen que hay un mayor uso de diversas estrategias pedagógicas.

4.8 Análisis de la variable: Evaluación

Tabla 23. Evaluación.

Variable:

8. Evaluación	Profesores		Estudiantes	
	Rango Superior al 51%	Rango Inferior al 51%	Rango Superior al 51%	Rango Inferior al 51%
No Acreditadas de Alta Calidad	33%	8,3%	22%	3,4%
Acreditadas de Alta Calidad	36%	16,7%	44%	16,1%
Total general	69,4%	25,0%	65,5%	19,5%

Fuente: autoría propia y 2020.

La variable de evaluación mide el criterio de percepción del uso diverso de estrategias de evaluación por parte de los profesores a lo largo

del semestre (casos estudio, talleres, exposiciones, vídeos, presentaciones, invitados).

Al igual que en el caso anterior, se evidencia por parte de profesores y estudiantes de las instituciones acreditadas un mayor uso de diversas estrategias de evaluación.

5. DISCUSIONES

El estudio exploratorio presentó las variables asociadas a los criterios de calidad (CTQ) que inciden directamente en los *stakeholders* de los programas de pregrado en ingeniería de la muestra piloto.

El estudio exploratorio encontró que el 83,3% de los profesores, el 75,0% de los estudiantes y el 83,9% del personal administrativo contestaron con un grado de percepción satisfactorio a la variable “*clima organizacional*”. De lo que se puede inferir que las universidades se muestran como lugares con “buen clima” para todos los grupos evaluados.

Esta premisa de percepción de satisfacción con la variable de clima laboral al interior de las instituciones de educación superior es respuesta de un conjunto de variables tangibles como lo son las instalaciones físicas (laboratorios, bibliotecas, salones, espacios de esparcimiento, cafeterías, zonas de comidas, espacios al aire libre, entre otros), que permiten diversificar las actividades a realizar, desde académicas, de crecimiento personal y hasta de diversión.

Estos recursos físicos también se complementan con intangibles que se perciben entre las interacciones de los diferentes stakeholder que conviven día a día en las universidades tales como: los valores, relaciones interpersonales, situaciones que fomentan el constante aprendizaje y crecimiento interior, a través de la dinámica de estos factores de manera bidireccional, puesto que cualquiera de ellos puede incidir en uno de los miembros de los grupos de interés (Bermúdez J., Pedraza A., and Rincón C., 2015).

Una variable crítica y con oportunidad de mejora, tanto para las instituciones acreditadas como para las no acreditadas en alta calidad es

la *Justicia*, relacionada con la percepción del respaldo e imparcialidad por parte de las directivas de la universidad ante situaciones asociadas con estudiantes, profesores y/o personal administrativo. Esto debido a que en el estudio se evidenció que el 36,1% de los profesores y el 50% del personal administrativo respondieron con un criterio de percepción inferior a cinco (insatisfechos) en una escala de 1-10.

Este concepto de “justicia” se vuelve complejo de analizar, dado que la educación superior es un bien público que permite a los jóvenes la transición hacia la vida adulta, la ciudadanía y el mundo del trabajo (García y, D’Angelo, 2020), lo que complejiza el nivel de relaciones entre los diferentes grupos que giran alrededor del proceso. Sin embargo, uno de los eventos que polariza la percepción de la insatisfacción con la variable “justicia” está asociado a los casos disciplinarios, en los que entran en contraposición las versiones de los hechos ocurridos por parte de los docentes y los estudiantes, principalmente porque los docentes entienden que su obligación con el estudiante va más allá de lo puramente académico y que en ese camino hacia la vida adulta requiere de un proceso de formación integral.

Las instituciones de educación superior se ven enfrentadas al dilema de su autonomía, que la conduce a la fijación de normas y reglamentos y el derecho a la educación que cobija a los estudiantes, y aunque se esperaría que estos dos objetivos convivan armónicamente, en la práctica, suelen entrar en conflicto, especialmente cuando es necesario aplicar regímenes sancionatorios (Amaya, Gómez y Otero, 2006). Lo que deja la sensación de “injusticia” en alguna de las partes. Para dirimir estas situaciones se propone hacerlo en espacios formales, claramente reglamentados y tener como pilar la toma de decisiones basada en evidencias tangibles y argumentación soportada en hechos.

Se observa que las instituciones con acreditación de alta calidad muestran una mejor percepción de cumplimiento de los CTQ de las clases en los temas de “Pedagogía” y “Evaluación”. Debido especialmente a los procesos de planeación de clases y a la variedad de estrategias pedagógicas y de evaluación utilizadas en las mismas.

La acreditación de alta calidad para instituciones de educación superior permite evidenciar estándares superiores de calidad que no se perciben en instituciones no acreditadas, ya que la percepción de alta calidad es la respuesta a la manera sistemática de mejoramiento continuo de sus procesos académicos y administrativos, derivado en la evolución de los procedimientos y normas que soportan la operación. Esto se expresa y observa en el buen desempeño de sus procesos misionales y óptimos tiempos de respuesta a los requerimientos realizados por los diferentes stakeholders (Giraldo et al., 2016).

Por último, no se evidencia una clara correlación entre los requerimientos y necesidades del sector empresarial (CTQ) y las respuestas por parte de las instituciones académicas. La no correlación evidencia una brecha entre estos dos sectores. Esta situación plantea la necesidad de estrechar la comunicación de forma que se pueda cerrar la brecha existente, al propender por el desarrollo de competencias requeridas por el sector empresarial que necesita de manera prioritaria para atender los retos de sus organizaciones. En el momento actual se hace más necesaria una verdadera transformación de la educación superior. En este sentido, uno de los aspectos centrales de esta transformación es la transferencia del conocimiento al sector productivo de los productos generados en la educación superior (Alvarado-Borrego, 2009).

6. CONCLUSIONES

A partir del estudio exploratorio realizado en una muestra compuesta por instituciones de educación superior, tanto acreditadas en alta calidad, como no acreditadas, y que dentro de su oferta cuentan con programas de pregrado en ingeniería, se analizaron las variables asociadas a los criterios críticos para la calidad (CTQ) de los *stakeholders* vinculados a los programas.

Los resultados presentados se lograron por medio de la metodología de investigación mixta (exploratoria y cuantitativa) que desarrollaron las cuatro etapas propuestas en el estudio: definir (D), medir (M), analizar (A) y se presentaron resultados y conclusiones (PRC). Se pudo obtener una serie de datos cuantitativos para realizar inferencias en el nivel de

percepción de cumplimiento por parte de los *stakeholder* asociados a los programas.

Del análisis realizado se infiere que las instituciones de educación superior con acreditación en alta calidad tienen mejor percepción entre los diferentes grupos de interés en los CTQ asociados a las variables de clima laboral, pertinencia en la evaluación, compensación, tiempos de respuesta, satisfacción en los procedimientos, pedagogía y evaluación.

Finalmente, logra resolver la pregunta de investigación del estudio exploratorio en la que se analizó la percepción de cumplimiento de los criterios críticos para la calidad (CTQ) de los grupos de interés asociados a los programas de ingeniería en instituciones acreditadas en alta calidad y las que no, se evidenciaron, cuantitativamente, los porcentajes de incidencia en el cumplimiento de las necesidades de los diferentes grupos de interés.

Se concluye que, al contar una institución de educación superior con una acreditación en alta calidad, se evidencia una incidencia positiva y significativa en la gestión del conocimiento y de sus procesos académicos y administrativos. Lo que demuestra que estas instituciones tienen un mayor control de sus procesos. Sin embargo, deja un reto que es importante trabajar y fortalecer. Se asocia a la brecha con el sector empresarial, la cual se puede mitigar al favorecer espacios para la formación de profesionales que respondan a los retos que afrontan las organizaciones en el marco del desarrollo de competencias blandas y técnicas. (González C., Murillo G., and García M., 2021)

Las instituciones de educación superior con acreditación en alta calidad apalancan sus procesos en modelos pedagógicos por competencias para mitigar la brecha de la academia con el sector empresarial. No obstante, de conformidad con la información recolectada a través de los instrumentos aplicados al grupo de interés de empresarios, en los que ellos manifestaron que las competencias y/o habilidades técnicas más relevantes que el ingeniero requiere desarrollar para atender los requerimientos organizacionales están asociadas a la alta capacidad de tomar decisiones, visión por procesos, dominio de otro idioma distinto

al nativo, dominio del componente tecnológico, análisis numérico y de volúmenes de información.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad. (2018). “Kanban in software engineering: A systematic mapping study.” *International Journal of Systems and Software*.
- Altair. (2005). “El Cuadro de Mando Integral”. *Economía 3 Colecciones*.
- Alvarado-Borrego, A. (2009). Vinculación universidad-empresa y su contribución al desarrollo regional. En Ra Ximhai. Vol. 5. Número 3, septiembre – diciembre 2009, pp. 407-414.
- Amaya, R.; Gómez, M.; Otero, A.M. (2007). Autonomía universitaria y derecho a la educación: alcances y límites en los procesos disciplinarios de las instituciones de educación superior. En Revista de Estudios Sociales. No. 6. abril 2007, pp. 158-165.
- Bermúdez, J.; Pedraza, A.; Rincón, C. (2015). El clima organizacional en universidades de Bogotá desde la perspectiva de los estudiantes. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, Volume 17, Issue 3, Pages 1 – 12.
- Bernal, J.J. (2013). Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua. *PDCA Home*. 23 de Agosto de 2013.
- Camisón, C.; Cruz, S.; González, T. (2006). *Gestión de La Calidad: Conceptos, Enfoques, Modelos y Sistemas*.
- Castaño, D., G.A y García, S., L. (2012). Una revisión teórica de la calidad de la educación superior en el contexto colombiano. *educ. educ.* [online]. vol.15, n. 2, pp. 219-243. ISSN 0123-1294.
- CESU (2020). Consejo Nacional de Educación Superior. Centro Nacional de Acreditación. Ministerio de Educación Nacional República de Colombia. Acuerdo 02 de 2020, por el cual se actualiza el modelo de acreditación en alta calidad.
- CNA (2020). Centro Nacional de Acreditación. Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia. Información sobre la educación superior en Colombia. <https://www.mineduacion.gov.co/CNA/1741/article-187279.html>
- Cudney, E.; Furterer, S.; Dietrich, D. (2013). “Hoshin Kanri”. in *Lean Systems*.

- Dalton, J. (2019). “Gemba Kaizen”. in *Great Big Agile*.
- Da Silva, A. M., and Baranauskas; M.C.C. (2000). “The Andon System: Designing a CSCW Environment in a Lean Organization.” in *Proceedings - 6th International Workshop on Groupware, CRIWG 2000*.
- De Mast, J., and Lokkerbol, J. (2012). “An Analysis of the Six Sigma DMAIC Method from the Perspective of Problem Solving.” *International Journal of Production Economics*.
- Díaz del Castillo R., F. (2009). “La Manufactura Esbelta.”
- Drohomeretski, E.; Gouvea Da Costa, S.E.; Pinheiro De Lima, F.; Da Rosa, P.A. (2014). “Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: An Analysis Based on Operations Strategy”. *International Journal of Production Research*.
- Ennals, R. (2010). “Hoshin Kanri: The Strategic Approach to Continuous Improvement”. *AI & SOCIETY*.
- Fersini, D. (2019). “Six Sigma”. in *Quality Management: Tools, Methods and Standards*.
- Gapp, R.; Fisher, R.; Kobayashi, K. (2008). “Implementing 5S within a Japanese Context: An Integrated Management System”. *Management Decision*.
- García A.,E. A.; D´Angelo, N. (2020). La cuestión de la justicia en la educación superior en América Latina: Una revisión de su abordaje. En *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. Universidad Iberoamericana Ciudad de México. Vol. L, número 3, pp. 13-45.
- Garcia, F.; Martins, C.; Santos De Carli, M.; Vilela Rodrigues, C.; Ponciano R., A.; Daré G., D. (2018). “Aplicação Da Metodologia 8d Para Resolução De Problemas: Um Estudo De Caso Em Um Fornecedor Da Indústria Automobilística”.
- García P., M.; Quispe A., C.; Ráez G., L. (2014). “Mejora continua de la calidad en los procesos”. *Industrial Data*.
- García, S. (2016). “¿Qué es TPM?” *Mantenimientopetroquimica.Com*.
- Garrot, T.; Psillaki, M. Rochhia, S. (2008). “Describing E-Learning Development in European Higher Education Institutions Using a Balanced Scorecard”. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*.

- Ginkel, H.J.A., Rodríguez D., M. A. (2007). Retos institucionales y políticos de la acreditación en el ámbito internacional. En la Educación Superior en el mundo. https://www.researchgate.net/publication/277069856_Retos_institucionales_y_politicos_de_la_acreditacion_en_el_ambito_internacional
- Giraldo, J., Ovalle, D. y Santoro, F. Mecanismo de Inferencia Sensible al Contexto para la Integración de Procesos de Negocio en Acreditación Académica, doi: 10.4067/S0718-50062016000400007, Formación universitaria, 9(4), 53-62. (2016).
- González, C.; Murillo, G.; García, M. (2021). Efecto de la acreditación institucional de alta calidad sobre la gestión del conocimiento. Revista Electrónica La Serena, Volume 14, Issue 2, Pages 155 – 164.
- Hogg, T. M. (1993). “Lean Manufacturing.” *Human Systems Management*.
- ISO (2020). International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standards.html>
- Kaplan, R. (2017). “¿Qué es el Balanced Scorecard y para qué sirve? - GestioPolis”. *Kaplan y Norton (pp.38 y 39)*.
- Kaplan, Robert S., and Norton, D. P. (1992). “The Balance Score Card”. *International Journal of Production Research*.
- Kumar, C. Sendil, and R. Panneerselvam. (2007). “Literature Review of JIT-KANBAN System.” *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*.
- Laka, J.; González R., M. (2015). “Industria 4.0”. *Dyna Ingeniería e Industria*.
- LSSI. (2020). Lean Six Sigma Institute de <https://www.lssi-spanish.org/>
- Lynch, D.; Bertolino, S.; Cloutier, E. (2003). “How to Scope DMAIC Projects.” *Quality Progress*.
- Marquet P., R. (2011). “Gestión de La Calidad.” *FMC - Formación médica continuada en atención primaria*.
- Ministerio de Educación. (2012). *Estándares de calidad educativa*. República de Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Decreto 1330 de julio 25 de 2019*. República de Colombia.
- Montalbán L., E.; Arenas B., E.J.; Talavera R., M.; Magaña I., R. E. (2015) Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de

- la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 2-5: 230-240
- Moreno, Y.P. (2017). “Ciclo PHVA | Gerencie.Com.” 22 de septiembre.
- Patiño V., J. G. (2019). “La Cuarta Revolución Industrial”. *Ingenierías USBMed*.
- Shingo, Sh. (2019). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*.
- Socconini, L., (2014). *Lean Six Sigma Yellow Belt*, Barcelona, España, Marge Books
- Sondermann, J. P.; Gerd F. K.; Sondermann, J.P. (2018). “Poka Yoke”. in *Poka Yoke*.
- Tecnigerencia. (2006). *AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla*.
- Thorsen, W. C. (2005). “Value Stream Mapping & VM.” in *45th Annual Conference of SAVE International 2005*.
- Toyota. (2020). Toyota Material Handling. Lean Academy de <https://toyota-forklifts.es/toyota-lean-academy/>
- Universidad Alliance. (2015). “Six Sigma: DMAIC Methodology”. *Villanova University*.
- Valbuena A., S. (2017). *Gestión por procesos*.
- Vlăsceanu, L, Grünberg, L and Pârlea, D. (2004) *Quality assurance and accreditation: A glossary of basic terms and definitions*. Papers on Higher Education. Bucharest. Unesco.
- Zaratiegui, J. (1999). “La gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa”. *Economía Industrial*.