

INDICADORES DE GESTIÓN EN LA COSTRUCCION



DIANA MARIA MENDIVELSO BELLO

TRABAJO DE OPCIÓN DE GRADO
INGENIERÍA CIVIL

TUTOR
ING. DAVID PEÑA GARCÍA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

CAJICÁ CUNDINAMARCA, ABRIL 2021

Contenido

1.	Introducción	5
2.	Normatividad vigente	6
3.	Historia	8
4.	Filosofía Lean construcción	9
5.	Indicadores de gestión	11
6.	Modelo matemático	13
7.	Los indicadores en la construcción	14
7.1	Indicadores para la fase de diseño	15
7.2	Indicadores de construcción	17
8.	¿Cómo planear un indicador?	20
9.	Ejemplo de indicador de gestión	24
10.	Conclusiones	31
11.	Bibliografía	33

Resumen

El objetivo del presente documento es mostrar la importancia de los indicadores de gestión y su impacto en los procesos de un sistema de gestión de calidad. El análisis se enfoca al área de la ingeniería civil, área que está en proceso de crecimiento en el país y que se ha convertido en un eslabón importante de la economía nacional. Sin embargo, a nivel latinoamericano se encuentra posicionada en los últimos lugares; debido a esto, se necesita implementar nuevas técnicas y tecnologías que lo aseguren a la estabilidad económica.

Para lo anterior se realizó una revisión bibliográfica sobre la importancia de evaluar un sistema de gestión de calidad por medio de indicadores de gestión tal como lo recomienda la ISO 9001:2015, los cuales deben estar conformados para trabajar en pro de una organización de forma que los procesos de producción cuenten con un control que permita tomar decisiones a partir de análisis basados en datos reales ya sean de forma cuantitativa o cualitativa.

De los indicadores de gestión se analizan diferentes factores como su tipología, su aplicación, algunos de los cálculos más utilizados, así mismo se realiza una explicación sobre la normatividad vigente a nivel de la norma ISO 9001 y se muestra en recuento de su historia, además se explican los pasos mínimos a seguir para plantear un indicador de gestión y la forma en que éste deberá ser evaluado.

Finalmente, se concluye sobre la aplicación de estos indicadores y sus beneficios al integrarlos a un sistema de gestión de calidad en una organización.

Palabras claves: Indicador, construcción, control, datos y calidad.

Abstract

The objective of this document is to show the importance of management indicators and their impact on the processes of a quality management system. This is done focused on the area of civil engineering, an area that is in the process of growth in the country and that it is has become an important link in the national economy. However, in Latin America it is positioned in the last places and because of this it needs to implement new techniques and technologies that will strengthen its stability.

For the above, a bibliographic review was carried out on the importance of evaluating a quality management system through management indicators as recommended by ISO 9001: 2015, which must be shape to work in well organization so that production processes have a control that allows decisions to be made based on analysis based on real data, either quantitatively or qualitatively.

Of the management indicators, different factors are analyzed such as their typology, their application, some of the most used calculations, as well as an explanation of the current regulations at the level of the ISO 9001 standard and it is shown in a count of its history, in addition The minimum steps to follow to propose a management indicator and the way in which it should be evaluated are explained.

Finally, it is concluded on the application of these indicators and their benefits when integrating them to a quality management system in an organization.

1. Introducción

El sector de la construcción es una parte fundamental en el desarrollo económico y social de un país, es por esto por lo que integrar un Sistema de Gestión de Calidad a las industrias de obras civiles y realizar un seguimiento de indicadores de gestión que permita evaluar el comportamiento de la organización con el fin de adoptar mejoras en pro de esta, generan no solo un avance a nivel organizacional, si no representara una mejora en el sector de la construcción en Colombia.

En el informe de productividad publicado por la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), el sector de la construcción se caracteriza por un atraso significativo en nuevas aplicaciones de tecnología, en comparación con países latinoamericanos como Brasil y México, que llegan al país ofreciendo mejor productividad y que reduce así la participación de empresas nacionales. CAMACOL. (2018, p.3)

Según el boletín de indicadores del tercer trimestre del 2020, emitido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para el sector de la construcción se presentó un decrecimiento de 26.2 % en el valor agregado del sector y solo tuvo una participación del 7.0% como fuente de empleo y una disminución del 7.2% en comparación al 2019 en Colombia. DANE. (2020, p.4)

Es por esto por lo que CAMACOL busca incentivar la recolección de información relevante para la toma de decisiones y la generación de estrategias que aumenten la productividad, así mismo implementar nuevas tecnologías y mejorar la calidad para fortalecer a la industria de la construcción. CAMACOL. (2020, p.3)

En este sentido, la aplicación o de un Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) se convierte en un bien necesario, debido a que es una herramienta de control global y que se debe aplicar no solo con fines de conseguir una certificación de calidad, sino como un instrumento útil que llevara al enfoque de los procesos presentados en una organización a través de los indicadores de gestión.

Según Botero (2004), la productividad en el área de las obras civiles está catalogada como media baja mientras que, en otras, como los procesos industriales está en un nivel alto, ya que en el área de la construcción los productos son únicos a comparación de otros mercados que realizan producción en masa.

Por lo tanto, la ingeniería civil tiene un reto grande en mejorar y aplicar indicadores y métodos que disparen la productividad, esto debido a la poca elasticidad que se presenta en el sector de la construcción, a los tiempos de entrega y a los ajustados presupuestos e inversiones que el sector tiene. Es bien conocido que los hábitos de consumo cambian y marcan el mercado de forma que se pide a las organizaciones de forma implícita que estén alertas a los cambios presentados.

2. Normatividad vigente

Según el Organismo Internacional de Normalización (ISO) 9001:2015 un proceso es una agrupación de actividades o conjunto de actividades con una determinada relación, que las lleva a interactuar entre ellas con el fin de obtener o cumplir un objetivo puntual.

En dichas actividades interactúan tanto entes externos como internos de la organización, generando entradas y salidas de otros procesos, esto quiere decir que un proceso depende de una

actividad previa y así misma ésta precederá a otra, es por esto que se debe tener plena claridad de como fluctúa la información entre cada proceso.

Entre los requisitos que exige la ISO 9001:2015 (numeral 4.4.1) está la secuencia e interacción que se tiene entre procesos, debido a que una organización funciona siguiendo una cantidad mínima de procesos, es un engranaje, una maquinaria que se mueve o gira con el fin de brindar ya sea una información o un producto. Es de aclarar que la ISO 9001:2015 indica que no es necesaria la descripción de un proceso o no es un requisito auditado en la norma.

La ISO 9001 aconseja que los procesos cuenten con una persona que encabece la actividad, ya que se presenta un mejor desempeño y rentabilidad, debido al control que se ejerce en los movimientos contables y en la claridad de la observación de los riesgos y oportunidades, así como el desempeño de estos.

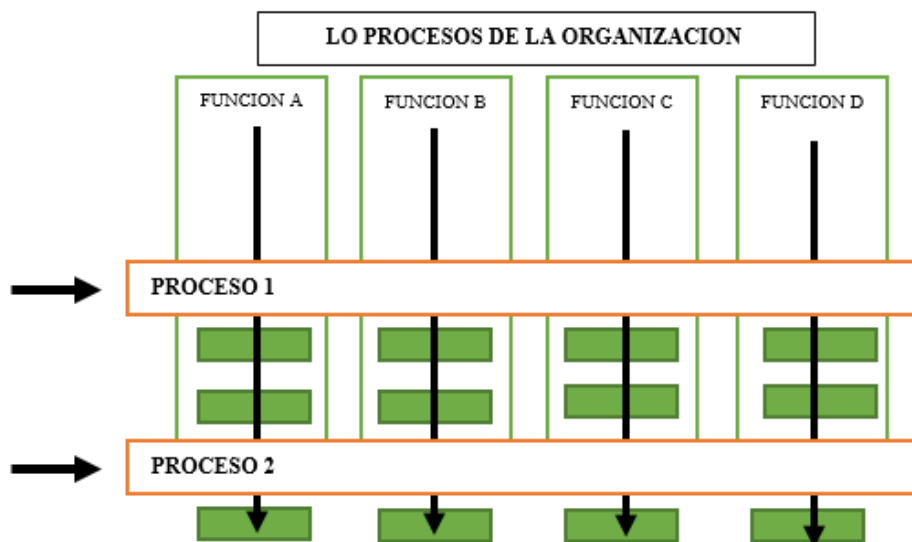


Ilustración 1. La gestión por procesos. Imagen modificada de la Fuente. Tomada de: Ministerio de fomento (2005, Pág.9)

La implantación de la gestión de procesos dentro de una organización es una de las herramientas más utilizadas por los índices de efectividad que arrojan dentro de los sistemas de

gestión de calidad, pero esto siguiendo la estructura organizacional, misión, visión, política y objetivos propuestos por la dirección general. ISO 9000:2015

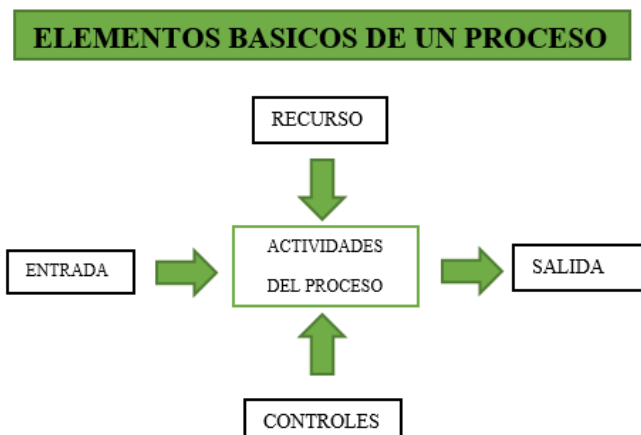


Ilustración 2. Elementos básicos de un proceso. Imagen modificada de la Fuente. Tomada de: La gestión por procesos. (2005, p.6)

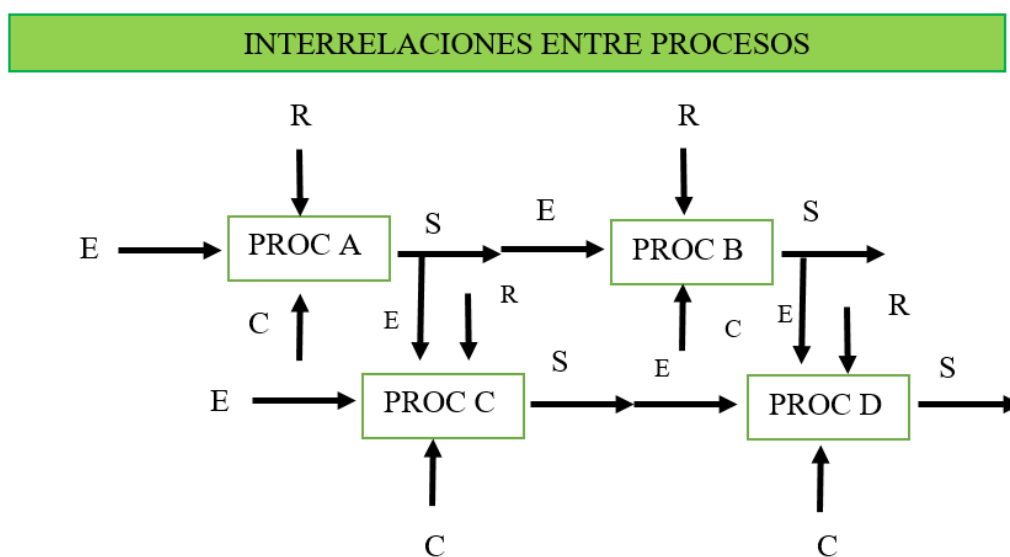


Ilustración 3. Interrelación entre procesos. Imagen modificada de la Fuente. Tomada de: La gestión por procesos. (2005, p.6)

3. Historia

Fue a partir del siglo XX que muchas empresas sintieron la necesidad de implantar dentro de la organización un mecanismo que permitiera medir los resultados de desempeño, por lo que en

Estados Unidos se desarrolló la filosofía de la calidad total que involucra a todos los miembros de la organización enfocada en el perfeccionamiento continuo y en la autoevaluación. Manene. (2010, p. 4)

La calidad total se enfoca en la calidad de los procesos que llevan al desarrollo del producto o servicio. Kaouro Ishikawa, experto en calidad y considerado el padre del análisis científico de las causas de problemas en procesos industriales se enfoca en la aplicación de las comúnmente llamadas “las 5 S”.

- Seiri: clasificar
- Seiton: ordenar
- Seiso: limpiar
- Seiketsu: mantener
- Shitsuke: disciplina. Wyngaard. (2012, p.3)

Estas pautas fueron diseñadas para ser implementadas en cualquier organización sin importar su tamaño o distribución, ya que se enfocan en una función global que apunta a la mejora a partir del orden, la disciplina, la estandarización de los procesos y al manejo de la información de forma apropiada.

4. Filosofía Lean construcción

La filosofía Lean Construcción Institute (ILC) fue insertada en Colombia en el 2002 por CAMACOL con la ayuda del arquitecto Luis Fernando Botero integrante del grupo Gescon (Gestión de la Construcción) orientada hacia la producción en la construcción y que tiene como objetivo reducir y eliminar las actividades que afectan la ejecución del proyecto y para esto Lean

Construcción muestra una tabla que realiza una clasificación de estos residuos de la construcción. CAMACOL. Hernán Porras. (2014, p. 35)

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Excesos de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

Ilustración 4. Desperdicios en la construcción. Imagen modificada de la Fuente. Tomada de: Filosofía Lean Construction Para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. (2014, p. 36)

Esta filosofía “Lean” busca optimizar las transformaciones minimizando o eliminando los flujos de los materiales a través de diseños o sistemas de producción que reduzca la producción de residuos con el fin de maximizar el valor a través de la planificación y el control de los procesos complementarios y dinámicos, para alcanzar los objetivos. Hernán Porras. (2014, p. 35)

La gestión de procesos no busca detectar errores, sino que pretende evaluar las desviaciones de cada uno de ellos con el fin de plantear correcciones, que permitan mejorar las tendencias y evitar resultados negativos en los procesos o productos. Por lo anterior este enfoque está dirigido a procesos competitivos que puedan ajustarse a la satisfacción del cliente y las necesidades de este.

Para alcanzar este objetivo es necesario tener claridad sobre el “**mapa de procesos**” y el encargado de cada uno de ellos, quien tendrá la responsabilidad de velar por el éxito de este y del grupo que lo conforma independientemente de las funciones que cada uno deba cumplir, a lo que se le conoce como integración horizontal.

5. Indicadores de gestión

“Un indicador de gestión es un dato que refleja las consecuencias de acciones tomadas en un determinado periodo” Camejo. (2012), en otras palabras, es una expresión cualitativa o cuantitativa que permite ser medida, observada y analizada a través de una evolución que puede ser comparada con periodos anteriores o metas planteadas.

En la norma ISO 9001:2015, numeral 4.4.1, se menciona la importancia de evaluar los procesos e implementar los cambios necesarios para asegurar el éxito del proceso, así mismo en el numeral 6.1.2 enfatiza en la necesidad de integrar o implementar acciones que permitan evaluar los sistemas de gestión de calidad.

Por ende, los indicadores del SGC son una tarea importante y que requiere un seguimiento arduo, por lo que se deben definir los métodos de la recolección y registro de los resultados, así mismo es necesario establecer la prioridad de los mismos para poder tomar decisiones a partir de estos.

Cada indicador de gestión deberá cumplir con determinadas características para que se considere útil en la toma de decisiones, debe ser cuantificable, comparable y reproducible y podrá ser modificado a conveniencia de la organización, en la forma en cómo se trabaja o se mide, ya que la norma ISO 9001-2015 brinda cierta flexibilidad en estas modificaciones, pero si exige como requisito la trazabilidad de las mediciones. ISO 9001 (2015, p. 8)

Los indicadores deberán compararse periódicamente con datos reales recolectados en una línea de tiempo previamente establecida, calibrarse y verificarse, por lo que es necesario el registro de valores iniciales para futuras comparaciones, además es importante tener un valor referente o una meta para saber cómo se va comportando el indicador. ISO 9001 (2015, p. 8)

Para esto se implementa el valor objetivo que no es más que el valor que se quiere alcanzar en un determinado periodo y que lleva a un plan de acción que no necesariamente se revisa al final, sino que también se pueden definir mediciones intermedias de chequeo para determinar acciones de así requerirse.

En organizaciones en donde se realizan procesos en secuencia debido a que así lo exige la producción, se deberá ejercer un control oportuno de indicadores para evaluar la actividad que se está ejecutando para tomar decisiones rápidas que minimicen el riesgo de errores que podrían llevar a pérdidas incalculables de dinero y de tiempo.

Es importante fijar los valores límites, máximos y mínimos permitidos en cada área, debido a que es a partir de esto que se define si un proceso funciona de forma correcta o si se debe establecer algún cambio en pro de este.

Dependiendo los procesos que se lleven la organización y los objetivos que se tengan establecidos se deberán definir los indicadores, ya que existen varios tipos y no todos se adaptan de igual forma.

- Seguimiento de procesos
- Cumplimiento de objetivos
- Calidad del producto
- Indicadores históricos

Los indicadores de seguimiento de procesos están orientados al control y deben estar definidos bajo los valores límites y es conveniente trabajarlos con datos históricos. Estos indicadores de gestión, trabajan con modelos matemáticos en donde se analizan variables de

decisión y parámetros que permiten encontrar soluciones a problemas ya evaluados y de ser necesario colocar parámetros de restricción. Núñez. (2014)

Según Vergés. (2002), Para los indicadores de seguimiento es recomendable utilizar la función objetivo, ya que define la calidad de la solución a partir de un análisis de variables de decisión que viene de un modelo matemático que trabaja con características dinámicas, es por esto que para poder realizar este tipo de tareas se debe obtener, organizar, almacenar y analizar la información de los procesos, llevándola a dicho modelo matemático.

6. Modelo matemático

En la formulación del modelo matemático se deben plantear los problemas o el objetivo para buscar técnicas de solución para que las variables de dicho modelo no sean consideradas como variables aleatorias, si no como datos precisos. Vergés. (2002)

Según Betancourt. (2017), estos modelos maticos se basan en el tipo de datos que se desea obtener:

- **Absoluto:** Un número que representa un evento o resultado
- **Razón:** Es la división de dos cantidades (numerador / denominador)
- **Tasa:** Es la división de dos variables analizadas del que se conoce lugar y tiempo.
- **Proporción:** Relación entre una cantidad con elementos en común y el total de unidades.
- **Variación:** Comparación de dos elementos fijos que permiten establecer sus cambios o variaciones.

Los valores anteriormente mencionados serán el resultado más encontrado en el cálculo de indicadores que tengan resultados cuantitativos.

7. Los indicadores en la construcción

En el área de la construcción es común encontrar dos tipos de indicadores

- **Indicadores de procesos:** estos buscan medir el desarrollo de las actividades enfocadas a los procesos constructivos o a la obtención del producto final, por lo que se convierte en el indicador más importante no solo en la ingeniería civil, si no en cualquier organización. Kunz & Fischer. (2012)
- **Indicadores de resultados:** se centran en evaluar el cumplimiento de los objetivos propuestos y pueden trabajarse de manera interna o externa según la organización lo requiera y este análisis deberá ser evaluado por la dirección y los clientes. Kunz & Fischer. (2012)

Es de aclarar que una organización es libre de manejar el número de indicadores que va a aplicar a cada proceso, pero existe una lista de indicadores básicos en ingeniería civil: Clientes, área financiera, procesos internos de negocio, aprendizaje y crecimiento y por último medio ambiente.

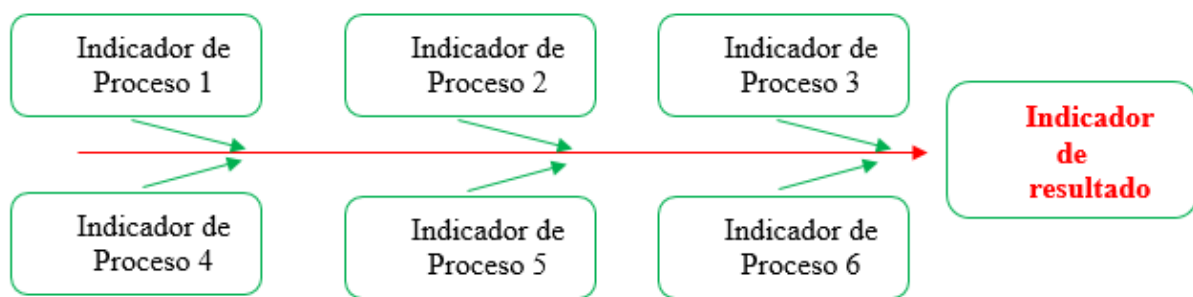


Ilustración 5. Relación entre indicadores de proceso y de resultado. Modificado de la fuente. Tomado de: Orihuela y Orihuela. (2016, p. 410)

Inventario de indicadores en los tipos de resultados y procesos					
Referencias		Numero de Indicadores			Consolidado de Indicadores de Resultado
		Total	Proceso	Resultado	
1997	Jastaniah	9	4	5	1. Satisfacción del cliente, 2. Seguridad. 3. Reclamos, 4. Costos de construcción, 5. Tiempo de construcción, 6. Financiera, 7. Medio ambiente, 8. Materiales, 9. Social, 10. Satisfacción de los involucrados, 11. Cumplimiento de especificaciones, 12. Cambio del alcance
1998	Egan	7	2	5	
2000	Dept. of the Environment, Transport an Regions	7	2	5	
2001	Alarcón, Grillo, Freire, & Diethelm	13	7	6	
2002	Pillai, Joshi, & Rao	8	5	3	
2004	Wong	8	4	4	
2004	Cheung, Suen, & Cheung	8	3	5	
2004	Ramírez, Alarcón, & Knights	9	4	5	
					Consolidado de Indicadores de Proceso
2006	Da Costa, Horta, Guimaraes, Novoa, & Sousa	7	3	4	Planificación, Experiencia del staff, Comunicación, Recompensas, Tiempo, Productividad, Defectos, Riesgos, Efectividad en las decisiones, Compromiso del cliente, Gente, Gestión del lugar, Subcontratos, Innovación, Rendimiento de equipos, Cambio de los procesos, Disputas, Re-procesos, Integración de los involucrados, Administración de calidad, Administración de materiales en el lugar, Equipos y maquinaria, Proveedores, Administración de la compañía, Capacitación, Mano de obra.
2007	Botero, Álvarez, & Ramírez	10	3	7	
2008	Kim & Huynh	8	4	4	
2008	Ramkin, Fayek, Meade, Haas, & Manseau	8	1	7	
2009	Skibniewski & Ghosh	4	1	3	
2009	Roberts & Latorre	9	3	6	
2010	Toor & Ogunlana	9	4	5	
2011	CII Construction Industry Institute	6	3	3	
2012	Kunz & Fischer	9	3	6	
2013	Costructing Excelente	16	9	7	

*Ilustración 6. Clasificación e inventario de los indicadores en los tipos de resultado y proceso. Modificado de la fuente.
Tomado de: Orihuela y Orihuela. (2016, p. 410)*

7.1 Indicadores para la fase de diseño

- **Indicadores de plazo de diseño:** el plazo de diseño de una edificación afecta directamente el plazo del proyecto, es por esto que se debe controlar que este plazo de diseño no exceda el plazo proyectado para ejecución del proyecto, por lo que este indicador mide la relación entre el plazo contractual de diseño y el plazo real.

- **Satisfacción del usuario:** en las obras civiles medir este indicador no es sencillo, para esto Orihuela y Orihuela. (2016), recomienda comparar el grado de satisfacción del usuario luego de concluido el diseño con la satisfacción final, después de la ejecución total de obra.

- **Indicadores de compatibilización:** este indicador sirve para realizar el seguimiento a los documentos que se van a emplear en la construcción del proyecto, también se utiliza para realizar la evaluación del diseño, más exactamente los costos proyectados comparados con los de ejecución y finalización de la obra, así como de las modificaciones realizadas a los planos. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de costo objetivo:** en este se mide la relación entre el costo de diseño y el costo de ejecución para conocer el rendimiento obtenido, los gastos y pérdidas generadas durante el desarrollo de la construcción. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de rentabilidad:** este indicador es uno de los más requeridos por los inversionistas del proyecto y este debe estudiarse una vez concluido los planos de diseño y cuando se haya elaborado el presupuesto de obra y de esta forma estimar la margen de ganancia. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de medio ambiente:** para este indicador se comparan los créditos de certificación ambiental del diseño con los obtenidos en ejecución. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de cumplimiento de parámetros de diseños:** se realiza una comparación de cumplimiento de los parámetros de diseños establecidos por la norma vigente que aplique para el proyecto, con el fin de garantizar los intereses de los usuarios, para esto se mide el porcentaje de cumplimiento en la ejecución de la obra. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de calidad de materiales utilizados en la estructura:** los materiales más utilizados en la construcción son el concreto y el acero, por lo tanto, estos deberán

cumplir con especificaciones técnicas que deberán estar mencionadas en los planos de diseño y la norma que aplique según el tipo de proyecto que se va a ejecutar.

Para el concreto la calidad se evalúa por medio de ensayos de laboratorio y otras técnicas a fines a este y para el acero se debe realizar un seguimiento de los certificados de calidad generados por el fabricante.

Este indicador se aplica también para las instalaciones sanitarias y eléctricas y los acabados y se aplica de igual forma, la calidad especificada en los planos de diseño contra los componentes utilizados en la construcción. Orihuela y Orihuela. (2016)

- **Indicador de materiales:** en este se realiza seguimiento a la procedencia de los materiales y a los costos, así mismo en los diseños se estipula la zona en donde se van a adquirir los productos y los costos como valores unitarios, por lo que es importante realizar seguimiento a este proceso. Orihuela y Orihuela. (2016)

7.2 Indicadores de construcción

- **Indicador de plazo de obra:** comparación del plazo de ejecución versus el plazo de obra contractual. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de calidad de estructura:** se evalúa durante la etapa de operación cuando la estructura se somete a condiciones críticas de uso según las especificaciones técnicas tanto estáticas como dinámicas, tal como las deflexiones, inclinaciones, corrosión, deterioro del concreto o de otros elementos presentes en la estructura, así mismo se evaluarán las instalaciones sanitarias, eléctricas y de acabado cuando estas ya se encuentren operando. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de real de obra: comparación** de costo de diseño y costo de ejecución total. Orihuela y Orihuela. (2016)

- **Indicador de medio ambiente:** para este indicador se comparan los créditos de certificación ambiental del diseño con los obtenidos en ejecución Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Índice de accidentalidad:** es la frecuencia con la que se presentó un accidente de obra y el índice e gravedad de los accidentes y con esto determinar el nivel de seguridad en obra. Orihuela y Orihuela. (2016)
- **Indicador de trabajo formal:** en este se mide el número de obreros contratados de manera formal, cumpliendo con todas las obligaciones en salud, pensiones, salario, etc. Así mismo se mide el indicador de trabajo local u obrero y personal de la zona. Orihuela y Orihuela. (2016)

Indicadores de Resultado de un proyecto de edificación			
	Diseño	Abastecimiento	Construcción
Plazo	$Id1 = \frac{\text{Plazo real de diseño}}{\text{Plazo pactado de diseño}}$		$Ic1 = \frac{\text{Plazo real de obra}}{\text{Plazo de obra contractual}}$
Calidad	$Id2 = \frac{\text{Satisf. del usuario estimada}}{\text{Satisf. del usuario objetivo}}$	$Ia1 = \frac{\frac{Ccr}{Cce} + \frac{Cfer}{Cfee}}{2}$	$Ic2 = \frac{\text{Comportamiento real de estructura}}{\text{Comportamiento esperado de la estructura}}$
	$Id3 = \frac{\text{Costos por RFIs}}{\text{Presupuesto de obra}}$	$Ia2 = \frac{\frac{Ctubr}{Ccube} + \frac{Csbr}{Csbe}}{2}$	$Ic3 = \frac{\# \text{ Reclamos de inst. sanitarias}}{\# \text{ Reclamos de inst. sanitarias objeto}}$
		$Ia3 = \frac{\frac{Ccabr}{Ccabe} + \frac{Ctubr}{Ccube} + \frac{Ctubr}{Ccube} + Cptr/Cpte}{5}$	$Ic4 = \frac{\# \text{ Reclamos de inst. electricas}}{\# \text{ Reclamos de inst. electricas objeto}}$
		$Ia4 = \frac{\sum (\frac{\text{Calidad mat. princ. usados}}{\text{Calidad mat. princ. especificada}})}{\# \text{ de principales materiales}}$	$Ic5 = \frac{\text{Recl. acab. entrega} + \text{Recl. acab. posventa}}{\# \text{ de reclamos de acabados objetivos}}$
Costos	$Id4 = \frac{\text{Presupuesto de obra}}{\text{Costos objetivos de obra}}$		$Ic6 = \frac{\text{Costo real de obra}}{\text{Presupuesto de obra}}$
	$Id5 = \frac{\text{TIR proyectada D}}{\text{TIR Objetivo}}$		$Ic7 = \frac{\text{TIR proyectada C}}{\text{TIR proyectada D}}$
Ambiental	$Id6 = \frac{\text{Creditos de diseño obtenidos}}{\text{Creditos de diseño deseados}}$	$Ia5 = \frac{\text{Creditos de abastecimiento obtenidos}}{\text{Creditos de abastecimiento deseados}}$	$Ic8 = \frac{\text{Creditos de construccion obtenidos}}{\text{Creditos de construccion deseados}}$
Sociedad	$Id7 = \frac{\# \text{ de parametros arq. cumplidos}}{\# \text{ de parametros arq. aplicables}}$	$Ia6 = \frac{\text{Costos de materiales locales}}{\text{Costo total de materiales}}$	$Ic9 = \frac{if \times ig}{200}$
			$Ic10 = \frac{\# \text{ Trabajadores formales}}{\# \text{ Trabajadores totales}}$
			$Ic11 = \frac{\# \text{ Trabajadores locales}}{\# \text{ Trabajadores totales}}$
TIR: tasa interna de retorno, RFIs: Reques for información (recoger información general de proveedores)			

Ilustración 7. Indicadores de resultados. . Modificado de la fuente. Fuente: Elagec. 2016

8. ¿Cómo planear un indicador?

Los indicadores de gestión deben ser bien planeados, por lo que su diseño deberá ser calculado de forma precisa. Según Betancourt. (2017), se deben seguir algunos pasos básicos para este planteamiento

➤ Paso 1: Qué se está haciendo

Antes de iniciar con la medición se debe tener conciencia de las actividades que se están ejecutando, de la misión y visión de la organización y de las características de cada tarea. En este es importante tener claridad de los recursos que tiene asignada cada actividad.

➤ Paso 2: Definición de variables

Se definen las variables que van a componer el indicador, la relación entre sí, se asignan las fórmulas de cálculo dependiendo el tipo de información que se desea obtener, ya sea absoluto, de razón, de tasa, de proporción o de variación.

ABSOLUTO	RAZON	TASA	PROPORCION	VARIACION
Concreto gastado 832 m ³ en un mes	Se desperdicia 1 m ³ por cada 35 m ³	La tasa de desperdicio de concreto es de 0.028 m ³ por cada 35 m ³ en un mes	El 2.857% de concreto se desperdicia en un mes	El rendimiento de fundida aumento en un 14% con respecto al primer trimestre

Ilustración 8. Ejemplo definición de variables. Fuente: elaboración propia

➤ Paso 3: Elección de un indicador

Estos se plantean según la necesidad de la organización: Seguimiento de procesos, cumplimiento de objetivos, calidad del producto o un indicador histórico.

➤ **Paso 4: definir el valor objetivo o la meta a cumplir**

Se deben establecer rangos sobre los que se moverá el indicador para ser aceptado o mejorado.

Ejemplo: se establece como valor máximo de desperdicio de concreto un 2.5% mensual. Si el indicador de gestión arroja un valor de 2.8% este no cumplirá y se deberán tomar acciones correctivas para reducir el porcentaje de desperdicio. Acciones como podría ser el control de carga de mixer para verificar que se esté utilizando la capacidad máxima del vehículo de carga o la correcta solicitud de m3 de concreto según la estructura, entre otros.

➤ **Paso 5: recolección y frecuencia de datos**

Hay que realizarse 3 preguntas

1. ¿De dónde provienen los datos, provienen de informes internos o externos, bases de datos?
2. ¿Cada cuánto se van a medir, semanal, mensual o trimestral?
3. ¿Cómo se van a recolectar, se tomarán en campo, por medio de los clientes, etc.?

➤ **Paso 6: responsables del indicador**

1. quien genera la información
2. quien la recolecta
3. quien la analiza
4. quien la reporta o la representa

➤ **Paso 7: para quien es la información**

¿A quién va dirigida esta información, tiene un destinatario?

➤ **Frecuencia de calculo**

¿Cada cuánto se va a realizar el cálculo y análisis del indicador?

➤ **Elementos del indicador- formato**

1. Nombre
2. Objetivo
3. Conceptos
4. Formula
5. Fuente de datos
6. Unidad de medida
7. Meta
8. Responsable del calculo
9. Frecuencia de análisis
10. Observaciones

➤ **Análisis del indicador:**

En este ítem es importante aclarar que es un ciclo **PHVA**: Planear, Hacer, Verificar y Actuar. Lo anterior debido a que en un sistema de gestión de calidad es indispensable incluirlo, ya que son los pasos básicos a seguir para iniciar cualquier actividad y más aún en los indicadores de gestión, en donde se debe verificar la información obtenida y tomar decisiones a partir del análisis de este. Betancourt. (2017)

Para realizar este análisis se deben cumplir dos parámetros mínimos:

El análisis debe estar sujeto a la forma en que este indicador se calculó, ya sea en proporción, razón, etc.

Ejemplo:

- Proporción: el 33% de ganancias de la organización proviene de la ejecución de bacheos o reparcheos en asfalto.
- Razón: las ganancias generadas por la organización han disminuido en un 13% en la ejecución de reparcheos en asfalto

Como se puede observar en el ejemplo anterior, la información procede de una misma tarea, pero nos arroja resultado que permite hacer un análisis diferente.

➤ Se debe tener claridad de la tendencia del indicador, ¿cómo debería comportarse?

- **Tendencia a la maximización:** este indicador debe crecer al paso del tiempo. Un ejemplo de ello es la cantidad de contratos que consigue una organización, es un indicador del que se espera esté en tendencia a crecer.
- **Tendencia a la minimización:** disminuye a través del tiempo. Un ejemplo tácito de esto es la reclamación de los clientes, esta debería tener bajos índices para determinar que se está cumpliendo con la calidad del producto servicio ofertado.
- **Con límites de seguridad:** este debe mantenerse dentro un límite para cumplir con los parámetros exigidos. Por ejemplo, la temperatura del asfalto al salir de la planta se debe mantener a una temperatura determinada hasta llegar a la zona de aplicación. Betancourt. (2017)

Por último, es de aclarar que el análisis depende de la tipología del indicador y para la toma de decisiones o según el ciclo PHVA el actuar, que dependerá de los resultados obtenidos, para lo que se debe considerar lo siguiente:

- Que se quiere hacer
- Porque se va a hacer
- Quien lo va a ejecutar
- Como, cuando y en donde lo hará

9. Ejemplo de indicador de gestión

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo debe hacerse el planteamiento de un indicador de gestión de calidad en la ingeniería civil.

La forma correcta de conocerlo es a partir de las tablas matrices que busca priorizar los procesos que tienen un alto impacto en la organización o que son críticos para la generación del producto o servicio que se ofrece.

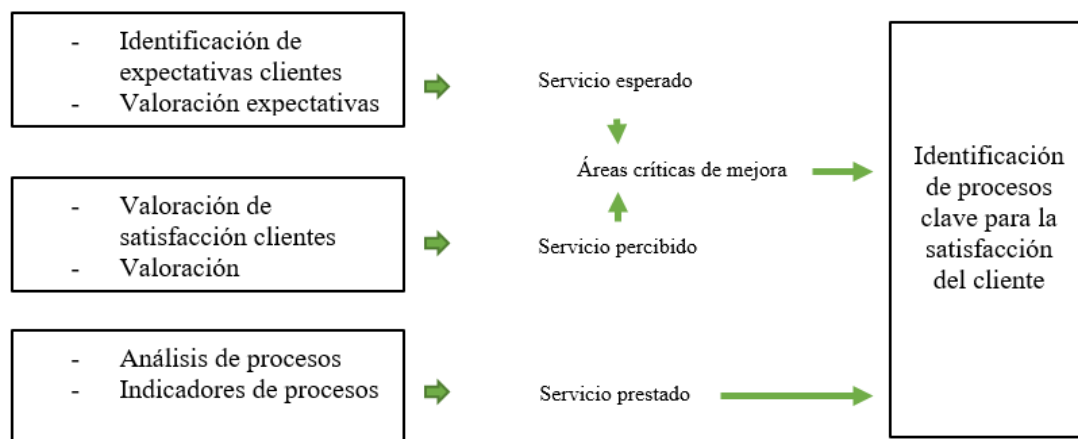


Ilustración 9. La gestión por procesos. Imagen modificada de la Fuente. Tomado de: Ministerio de fomento. (2005, p.12)

Una vez que se establecieron los procesos claves se documentaron a partir de procedimientos escritos, diagramas, datos, check list, entre otros que permitieron obtener indicadores que facilitaron la comprensión de los datos cualitativos y cuantitativos.

Es por esto que La filosofía Lean menciona la necesidad de tener claridad sobre los procesos o datos que se van a controlar para minimizar las actividades a realizar y así

generar un mejor seguimiento a un proceso, por esto es que se debe clasificar, ordenar, limpiar y mantener los controles o actividades necesarias en pro del proceso tal y como se menciona en la calidad total.

Indicador: Conformidad de compras

- **Pasó 1:** Seguimiento y control de los proveedores, ordenes de compras de materiales a utilizar para la ejecución del proyecto.
 - a) Identificar los materiales utilizados en la ejecución de obra
 - b) Realizar seguimiento a los proveedores aceptados por la organización y solicitar la cotización en el formato estipulado por el área de calidad.
 - c) Realizar análisis de las diferentes cotizaciones suministradas por lo proveedores para verificar cual se acopla a los costos, tiempos de entrega, formas de pago y a la calidad necesitada y realizar la elección de este.
 - d) Generar la orden de compra de los materiales y guardar copia para el control interno de la organización.
 - e) Siguiendo los formatos de control de verificación de los productos para constructor, diligenciar y revisar los materiales adquiridos en la orden de compra.
 - f) Realizar la comparación de la factura generada por el proveedor con la cotización inicial
- **Paso 2:** para este indicador se realiza un seguimiento en donde se obtendrán valores de tasa y proporción con el fin de revisar conformidad de las compras ejecutadas durante un periodo determinado, para esto se totalizan las compras evaluadas como conformes y se dividen en el total de las compras ejecutadas, se toma este resultado y se multiplica por 100. (se tomarán en cuenta todas las

compras realizadas, sin importar el proveedor o el tipo de material adquirido, así mismo si es necesario se puede realizar el cálculo por proveedor para evaluar la eficacia de este)

- **Paso 3:** este hace parte de los “**Indicadores de materiales**”, en donde se evalúa el costo, su procedencia y la calidad del mismo.
- **Paso 4:** el valor objetivo para este indicador es del 90% para considerar que está cumpliendo.
- **Paso 5:** se tendrán en cuenta las compras realizadas cada semana, por lo que a fin de esta se totalizarán las compras y se realizara el análisis y el procesamiento de datos, para terminar con una revisión mensual para la calificación de los proveedores.
- **Paso 6:** él responsable de recolectar y procesar la información será el auxiliar de compras y el coordinador de compras se encargará de la revisión y la validación del informe.
- **Paso 7:** esta información hace parte del informe mensual del área de compras, así mismo estará disponible para el área de calidad, los proveedores y la dirección general del proyecto.
- **Paso 8:** el cálculo general se realizará de forma mensual, con corte al 30 de cada mes
- **Paso 9:** Hoja de vida del indicador

HOJA DE VIDA DEL INDICADOR			
FECHA DE CREACION:	DIA	MES	AÑO
	05	07	2019
NOMBRE DEL INDICADOR: Indicador de materiales			
NOMBRE DEL PROCESO: Compras			
RESPONSABLE: Auxiliar de compras - Coordinador de compras			
OBJETO DEL INDICADOR: Medir la eficiencia de las compras realizadas y aportar a la evaluación del SGC			
FUENTE DE DATOS: Esta información es obtenida del auxiliar de compras quien se encarga de analizar las novedades presentadas en el proceso			
FRECUENCIA: Recolección de información semanal y se realizara un informe mensual			
UNIDAD: En tasa y porcentaje %			
FORMULA DEL CALCULO: se totalizan las compras evaluadas como conformes y se dividen en el total de las compras ejecutadas, se toma este resultado y se multiplica por 100, ese procedimiento se realiza con las compras totales de la semana, sin discriminar material o proveedor. (De requerirse un análisis individual de proveedores, realizar el procedimiento solo con las compras "conformes" de este proveedor, dividir las en la totalidad de las adquisiciones de este y multiplicarlo por 100.			
FECHA DE LA ULTIMA MEDICION:	DIA	MES	AÑO
RESULTADOS			
OBSERVACIONES:			

Ilustración 10. Hoja de vida del indicador. Fuente: Propia

Resultados del indicador:

LOGO	REGISTRO DE PROVEEDORES				N° 9
	RC-05		VERSION: 00		F.A: 22/05/2019
INFORMACION DE LA EMPRESA					
FECHA: 05/02/2020					
RAZON SOCIAL:			NIT		
DIRECCION:			TELEFONO		
E-MAIL			CIUDAD		
CONTANTO EN LA EMPRESA					
GERENTE:			REPRESENTANTE DE VENTAS:		
JEFE DE CALIDAD:			JEFE DE DESPACHO:		
PRINCIPALES PRODUCTOS QUE SUMINISTRA					
1. Cemento					
2. Hierro figurado					
3. Herramienta menor					
4. Mangueras					
INFORMACION COMERCIAL					
CLIENTES REPRESENTATIVOS			PROVEEDORES REPRESENTATIVOS		
1			1. Corona		
2			2. Pavco		
3			3		
OTRA INFORMACION RELEVANTE					
Condiciones de pago:				Crédito	
Respuesta en día después de la solicitud: 2 días					
Cuenta con un SGC:		SI	NO	Cual:	ISO 9001
Sello de calidad del producto:		SI	NO	Cual:	INCONTEC
Régimen:	Común	Simplificado	Auto retenedor:	SI	NO
Régimen fiscal:		SI	NO	N° Resolución	2509
FIRMA		_____			

Ilustración 11. Registro de proveedores. Fuente: Elaboración propia

LOGO	EVALUACION DE PROVEEDORES			N° 5
	RC-06	VERSION: 0	F.A: 22/05/2019	
Nombre del proveedor:				
Nit:				
Tipo de suministro:				
CRITERIO		PUNTUACION		TOTAL
EXPERIENCIA EN EL MERCADO				
Mas de 5 años de experiencia		5		4
De 2 a 5 años de experiencia		3		
Menos de 3 años		1		
PRECIOS				
Es el precio mas competitivo		5		5
Precio razonable dentro de las propuestas		3		
Precio fuera del mercado		1		
FORMA DE PAGO				
Crédito superior a 30 días		5		3
Anticipo o crédito menor de 30 días		3		
Contado		1		
TIEMPO DE ENTREGA				
Entrega en el tiempo requerido		5		3
Entrega en el tiempo estimado del mercado		3		
Entrega el pedido en fechas fuera de las solicitudes		1		
SITIO DE ENTREGA				
Entrega en el sitio requerido		5		3
Entrega el la transportadora elegida por la organización		3		
No cuenta con servicio de transporte		1		
FLETES				
Con cargo al proveedor		5		3
50% - 50%		3		
Con cargo a la organización		1		
ATENCION AL CLIENTE				
Excelente		5		5
Bueno		3		
Regular		1		
CONTROL DE CALIDAD				
Cuenta con un SGC y Producto certificado		5		5
Realiza controles de calidad al producto		3		
No cuenta con controles al producto		1		
TOTAL PUNTOS				31
CRITERIOS DE SELECCIÓN				
Ingresan		≥ 25		
Posibilidad en nueva necesidad de compra		25-15		
Reevaluar en 6 meses		< 15		

Ilustración 12. Evaluación de proveedores. Fuente: Elaboración propia

LOGO		VERIFICACION DEL PRODUCTO COMPRADO						N° 5		
		RC - 07			VERSION: 01			F.A: 10/08/2019		
PROVEEDOR:					REALIZADO POR					
FECHA	ORDEN DE COMPRA	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD		ESPECIFICACIONES		TIEMPO DE ENTREGA		
				ENTREGADA	SOLICITADA	SOLICITADA	ENTREGADA	SOLICITADO	ENTREGADO	
17/07/2020	CO- 56	Cemento Argos 50 Kg	KG	60	60	Argos	Argos	3 días	5 días	
22/07/2020	CO- 59	Puntillas 2"	lb	30	30	Acero	Acero	3 días	3 días	X
25/07/2020	CO- 62	Disco corte hierro	un	3	3	14"	14"	3 días	3 días	X
1/08/2020	CO- 63	Alambre	kg	50	50	N° 16	N° 16	3 días	3 días	X
5/08/2020	CO- 68	Cinta señalización	Rollo	3	3	Por 500 ml	Por 500 ml	3 días	3 días	X
OBSERVACIONES										
FIRMA										

Ilustración 13. Verificación del producto. Elaboración propia

En el anterior formato se registra el cumplimiento de los requisitos pactados de compra con el proveedor y se convierte en el soporte del indicador, de estos se toman los productos conformes y no conformes para el cálculo del indicador semanal teniendo en cuenta todas las órdenes de compra realizados en la semana. Además de esto se convierte en la guía para la calificación del proveedor en el formato RC-06.

Análisis del indicador:

Según la metodología descrita en la Hoja de vida del indicador se realiza la verificación de cada uno de los productos adquiridos con el fin de determinar cuáles están cumpliendo con las condiciones pactadas en la compra para proseguir con la agrupación de los datos semanales para el cálculo de conformidades de compras.

$$\% \text{ de conformidad de productos: } \frac{N^{\circ} \text{ de compras conformes}}{N^{\circ} \text{ de compras totales}} * 100$$

A continuación se muestran los datos de las compras realizadas entre el 22 y el 25 de julio del 2020, en donde se adquirieron dos productos que cumplieron con todas los requisitos pactados en la compra y se consideraron productos conformes.

LOGO		VERIFICACION DEL PRODUCTO COMPRADO						N° 5		
		RC - 07			VERSION: 01			F.A: 10/08/2019		
PROVEEDOR:						REALIZADO POR				
FECHA	ORDEN DE COMPRA	DESCRIPCION	UN	CANTIDAD		ESPEFICICACIONES		TIEMPO DE ENTREGA		CONFORME
				ENTREGADA	SOLICITADA	SOLICITADA	ENTREGADA	SOLICITADO	ENTREGADO	
17/07/2020	CO- 56	Cemento Argos 50 Kg	KG	60	60	Argos	Argos	3 días	5 días	
22/07/2020	CO- 59	Puntillas 2"	lb	30	30	Acero	Acero	3 días	3 días	X
25/07/2020	CO- 62	Disco corte hierro	un	3	3	14"	14"	3 días	3 días	X
1/08/2020	CO- 63	Alambre	kg	50	50	N° 16	N° 16	3 días	3 días	X
5/08/2020	CO- 68	Cinta señalización	Rollo	3	3	Por 500 ml	Por 500 ml	3 días	3 días	X
OBSERVACIONES										
FIRMA										

Ilustración 14. Verificación del producto comprado. Fuente: Elaboración propia

$$\% \text{ de conformidad de productos: } \frac{2}{2} * 100 = 100\%$$

Con lo anterior podemos definir que el indicador de materiales en la semana mencionada cumplió y se mantiene dentro de los límites de seguridad requeridos en el proceso de compras.

10. Conclusiones

No se puede considerar como apto un sistema de gestión que no se enfoca en conocer los resultados de sus procesos a pesar de que se cuente con un mapa, diagramas y fichas acordes a la misión y visión de la organización. Ya que el seguimiento continuo es la base para entender a qué resultado se está llegando y hacia qué lugar se deben orientar las mejoras.

Controlar el avance y tomar decisiones correctivas a partir del análisis de los indicadores fortalece los sistemas de gestión de calidad de una organización y la vuelve más competitiva en el mercado, ya que se realizan controles por tareas y así mismo se les da solución a los ítems que así lo requieran, es de resaltar que una empresa que se expone a

una evaluación constante desarrollara métodos más sostenibles que trabajarán en pro de esta.

En este contexto un indicador permite conocer que es necesario medir y controlar para conocer la capacidad en cada proceso y la eficacia de este con respeto a la misión y los lineamientos del líder o líderes de la organización.

Comparar los rendimientos reales de ejecución y el desempeño final con los rendimientos considerados en la propuesta inicial permiten obtener una calificación sobre el desempeño total de la obra, así mismo esto permite que la organización adquiera conocimientos que le ayudaran a tener un mejor desempeño en futuros proyectos, es cierto que en la construcción cada contrato cuenta con sus particularidades, pero la experiencia adquirida ayuda a ejecutar las tareas de forma más organizada.

Una organización debe asegurarse de alcanzar las metas deseadas o planteadas a través de una optimización de recursos, haciendo uso de la eficacia y la eficiencia, tal como lo solicita la ISO 9001:2015, ya que a partir de ahí se traza un camino sostenible. Es por esto que los indicadores deberán estar enfocados en la medición de los recursos o costos y el tiempo utilizado en cada proceso.

Si bien en Colombia numerosas empresas del sector de la construcción se han preocupado por integrar a sus organizaciones sistemas de gestión de calidad y seguimiento de indicadores de gestión, todavía son pocas las que registran sus rendimientos de productividad y permiten que su información sea asequible al público.

A pesar de que los directivos de CAMACOL enfatizan en la importancia del manejo de estos sistemas para posicionar al sector de la construcción nacional y catapultarla a

conseguir mejores contratos y ser más competitivas, se debe seguir reforzando esta área para generar un mayor aporte a la economía del país, por lo que Planear, Hacer, Verificar y Actuar se debe convertir en el pilar de las constructoras en Colombia.

11. Bibliografía

(s.f.).

Actualizate. (10 de 04 de 2018). *Que es un proceso*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/04/que-es-un-proceso-segun-la-iso-90012015/>

Benites Duarte, D. C. (2010). *Evaluacion de la eficiencia en la implementacion de un sistema de gestion de calidad*. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.

Betancourt. (30 de junio de 2017). *ingenioempresa*. Obtenido de <https://ingenioempresa.com/indicadores-una-guia-incompleta/>

CAMACOL. (2020). *Construccion en cifras*. Obtenido de <https://camacol.co/documentos/construccion-en-cifras>

Camejo, J. (28 de noviembre de 2012). Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/indicadores-de-gestion-que-son-y-por-que-usarlos/>

Cugat Chavero, J., & Romeo Carazo , M. (10 de 2009). *Propuesta de un cuadro de indicadores para un sistema de gestion integrada (calidad, medio ambiente y PRL) especifico de la construccion*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12099/PROYECTO%20FINAL%20DE%20CARRERA.pdf>

DANE. (07 de Diciembre de 2020). *DANE INFORMACION PARA TODOS*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/indicadores-economicos-alrededor-de-la-construccion>

DANE. (7 de Diciembre de 2020). *Indicadores Economicos Alredor de la Construccion (IEAC)*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IIItrim20.pdf

Echeverry Hoyos, J. D., & Giraldo Palma, M. X. (04 de 2012). *Mejoramiento de Procesos Constructivos de una Edificación a Partir de Simulación Digital y Videos Time Lapse* . Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/2545/EcheverryHoyosJuanDiego2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Espinosa, Roberto;. (2016). *Que es un KPI?: Indicadores de Gestion*.

Felix, C. A., & Ramirez Herrada, J. (2012). *Optimizacion de procesos cosntructivos en el condominio Bolognesi-Puente Piedra*. Obtenido de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/417/Ramirez_c.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gestion-calidad.com. (2016). *Gestion de la calidad*. Obtenido de <http://gestion-calidad.com/wp-content/uploads/2016/09/gestion-procesos.pdf>

González Ortiz , Ó. C., & Arciniegas Ortiz, J. A. (9 de 2016). *Sistemas de gestion de calidad*. Obtenido de Teoria y practica bajo la norma ISO 2015:

<https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2016/09/Sistemas-de-gestio%CC%81n-de-calidad-1ra-Edicio%CC%81n.pdf>

icontec . (23 de 09 de 2015). Obtenido de

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normograma/NORMA%20ISO%209001%202015.pdf>

Instituto Andaluz de Teconologia . (2009). *Guia para una gestion basada en procesos*.

Levine, D. I., & Levine, D. I. (12 de 12 de 2008). *Working Knowledge*. Obtenido de

<https://hbswk.hbs.edu/item/quality-management-and-job-quality-how-the-iso-9001-standard-for-quality-management-systems-affects-employees-and-employers>

López Gumucio, R. (2005). *La calidad total en la empresa moderna*. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942412006.pdf>

Manene, Luis Miguel;. (2010). *Calidad Total: Su filosofia, evolucion, definicion e implantacion*.

Mendoza Martinez, V., & Nuño de la Parra, P. (2013). *El control estadístico de procesos (SPC): aplicaciones y beneficios en la industria*.

Ministerio de fomentos. (5 de 2005). *Ministerio de fomentos*. Obtenido de La gestion de procesos: <https://www.fomento.es/NR/rdonlyres/9541ACDE-55BF-4F01-B8FA-03269D1ED94D/19421/CaptuloIVPrincipiosdelagestindelaCalidad.pdf>

Muñoz Arroyo, F., & Carrasco Santana, J. (05 de 2012). *“Propuesta de un sistema de indicadores de gestion para la empresa Sociedad Constructora Forestal e Inversiones JC. l;Limitada*. Obtenido de

<http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/531/1/Mu%C3%B1oz%20Arroyo%2C%20Francisco.pdf>

Núñez, S. (10 de Noviembre de 2014). *UyT*. Obtenido de Que son los indicadores de seguimiento?: <http://urbanismoytransporte.com/que-son-los-indicadores-de-seguimiento/#:~:text=El%20objetivo%20de%20los%20indicadores,de%20diferentes%20pol%C3%ADticas%20o%20actividades>.

Orihuela, P., Pacheco, S., Aguilar, R., & Orihuela, J. (2016). *PROPUESTA DE INDICADORES DE RESULTADO PARA PROYECTOS DE EDIFICACION*. Obtenido de <http://www.motiva.com.pe/articulos/3ELAGEC.pdf>

Perez Perez, B. B. (2018). *Informe practica social, empresarial soldaría*. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/6814/1/2018_Conсорcio_conandino_via.pdf

Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (3 de 6 de 2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Obtenido de <file:///C:/Users/Diana%20Mendivelso/Documents/298-Texto%20del%20art%C3%ADculo-429-1-10-20170706.pdf>

Sánchez Rivera, O. G., Galvis Guerra, J. A., & Porras Díaz, H. (03 de 06 de 2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos*. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/298/235>

sinnaps. (s.f.). *Indicadores de gestion: Ejemplos mas utilizados*. Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/indicadores-de-gestion-ejemplos-excel>

Verges, J. (2002). *La Formulación de Funciones-Objetivo*.

Villagarcia, S. (s.f.). *Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de edificaciones*. Obtenido de
http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Construcion_Civil/22.pdf

WIN, I. (s.f.). *Los Indicadores en la norma ISO 9001 2015*. Obtenido de
<https://isowin.org/blog/indicadores-ISO-9001/>

Wyngaard, G. (2011). *Modulo 2: Programa 5S*. Obtenido de
https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2011/3161/M%C3%B3dulo%202%20-%20Programa%205S_0.pdf