



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

PLAN DE GESTIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS LLAVE
EN MANO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentado por

Hernández Santos, Ausencio Alexander

Para la obtención del

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

Curso: 2017/2018

Fecha: 10 de septiembre de 2018

Tutor: Julián Alcalá González

Cotutor: Juan José Clemente Tirado



“Lo que no se mide, no se puede mejorar”

- Peter F. Drucker.

«Derechos reservados. La publicación parcial o total del presente documento debe responder a autorización expresa de su autor y de la Universidad Politécnica de Valencia, por condición de copropiedad. A la vez, el autor asume entera responsabilidad por las opiniones y juicios de valor expresados en los trabajos de investigación»

«Las opiniones y consideraciones emitidas en el presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor, eximiéndose la Universidad Politécnica de Valencia de responsabilidad por las consecuencias, daños o perjuicios que tales juicios de valor pudieran ocasionar a terceras personas o instituciones»

DEDICATORIA

Este Trabajo Final de Máster para la obtención del título oficial en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil va dedicado a la Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra, campus Santiago, República Dominicana.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar las gracias a...

... Dios,

... mi familia por el apoyo incondicional,

... mis profesores y compañeros del Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil,

... la Universidad Politécnica de Valencia, por su espacio, conocimientos y educación.

... el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología de la República Dominicana por otorgarme una beca de estudios en la Universidad Politécnica de Valencia para la realización de estudios de maestría.

TÍTULO DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER: PLAN DE GESTIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS LLAVE EN MANO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

AUTOR: AUSENCIO ALEXANDER HERNÁNDEZ SANTOS

RESUMEN EJECUTIVO

1. Planteamiento del problema: El sector de la construcción es un sector orientado por proyectos. Cada edificio, carretera, puente o construcción de planta de procesos tienen un conjunto de etapas de procesos similares, cada proyecto es único. Cada proyecto es un prototipo, porque cada emplazamiento es distinto y como consecuencia su diseño es diferente. Además, el equipo armado para llevar a cabo el proyecto es usualmente convocado para ese solo proyecto. A esto se le suma que los principales involucrados en un proyecto de construcción como son los arquitectos, ingenieros estructurales y mecánicos, contratistas y subcontratistas, provienen de disciplinas notablemente fragmentadas que tienen una visión diferente de lo que es el proyecto en sí.

Debido al tamaño del sector de la construcción, las tendencias de productividad en este sector tienen efectos notables en la productividad nacional y en la economía. Un estudio desarrollado en Finlandia demuestra que existe una carencia en el monitoreo continuo, resaltando que las medidas de mejora pueden ser más complicadas y consumen tiempo al momento de aplicar, que medición de monitoreo continuo, el cual debe ser simple y la recolección de información debe estar estandarizada.

2. Objetivos: El objetivo general fue desarrollar un plan de evaluación del desempeño de proyectos tipo llave en mano a realizar por empresas del sector de la construcción mediante el uso de Indicadores Clave del Desempeño – ICD's. Para la consecución de este objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos: (1) evaluar el estado del

conocimiento sobre la evaluación del desempeño en el sector de la construcción y (2) determinar los Indicadores Clave del Desempeño – ICD's más relevantes para el sector de la construcción en proyectos tipo Proyecto - Obra.

3. Estructura

organizativa:

Esta tesina está organizada por capítulos. El CAPÍTULO I: Aspectos introductorios, engloba la contextualización, los antecedentes, el planteamiento del problema, los objetivos del estudio, y la relevancia del proyecto y su justificación. En el CAPÍTULO II: Aspectos metodológicos, se inicia con el tipo y diseño del proyecto, seguido del alcance, las limitaciones, unidad de análisis e instrumentos. En el CAPÍTULO III: Planeación, se establece la programación diseñada para la búsqueda de las respuestas de los objetivos de la tesina. En el CAPÍTULO IV: Revisión literaria, se presenta de manera ordenada y detallada las informaciones científicas que respaldan la tesina. En el CAPÍTULO V: Propuesta del plan de gestión del desempeño en proyectos llave en mano del sector de la construcción, recoge los ICD's propuestos y el plan para poder aplicarlos en proyectos con sistema de contratación tipo proyecto-obra. En el CAPÍTULO VI: Conclusiones y recomendaciones, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado en función del plan desarrollado. En el CAPÍTULO VII: Referencias bibliográficas, se presentan los referentes en los que se sustenta la tesina. Y en el CAPÍTULO VIII: Anexos, se presentan las fichas de recolección de información que apoyan el plan propuesto.

4. Método:

Esta tesina está compuesta por una parte deductiva. El planteamiento del problema, la revisión de la literatura, identificación de variables y creación de un modelo teórico para la gestión del desempeño.

En la parte deductiva, con el planteamiento del problema se marca el punto de partida: obtener el estado del arte. Para esto

se llevó a cabo un análisis bibliométrico que permitió detectar los Indicadores Clave del Desempeño – ICD's generados y que fueron utilizados previamente en diversos estudios y publicaciones; éstos son los que se tienen en cuenta en esta tesina y en el modelo que es producto de esto.

5. Cumplimiento de objetivos: Para la determinación del plan de gestión del desempeño de proyectos llave en mano se realizó un exhaustivo análisis de la literatura, de donde se seleccionaron 23 Indicadores Clave del Desempeño – ICD's.

6. Contribuciones: Los ICD's fueron adaptados a proyectos llave en mano, debido a las características que presenta este tipo de sistema de contratación. Estos ICD's fueron clasificados en los criterios de tiempo, coste, calidad, medio ambiente y social. Además, se clasificaron por fases o etapas del ciclo de vida de un proyecto llave en mano. Estas tres fases diferentes del proyecto son la planificación y diseño, la construcción y la entrega. De los ICD's seleccionados, se encuentran como principales en cada categoría el periodo de duración del proyecto, la variación del coste, los defectos en obra, el impacto medio ambiental y el ambiente laboral/ relaciones laborales.

7. Recomendaciones: Aplicar el modelo teórico a la realidad, ya sea mediante consulta a expertos y tratando los resultados con algún modelo para su posterior calibración o midiendo el desempeño de un proyecto llave en mano en particular. También, la gestión de la calidad de la información que alimenta este modelo, la gestión del desempeño en proyectos llave en mano, después de la entrega del proyecto para su uso; desempeño de la obra y gestión post-construcción/ uso y fin de vida de la obra; de igual modo.

8. Limitaciones: En este modelo no se consideró como criterio la seguridad y la salud en el ambiente laboral a la hora de la medición del desempeño en proyectos llave en mano.

RESUMEN

El sector de la construcción es un sector orientado por proyectos. Los principales involucrados en un proyecto de construcción son arquitectos, ingenieros estructurales y mecánicos, contratistas y subcontratistas, quienes provienen de disciplinas notablemente fragmentadas que tienen una visión diferente de lo que es el proyecto en sí. Debido al tamaño del sector de la construcción, las tendencias de productividad en este sector tienen efectos notables en la productividad nacional y en la economía. Actualmente existe una carencia en el monitoreo continuo. El objetivo general de esta tesina fue desarrollar un plan de evaluación del desempeño de proyectos tipo llave en mano a realizar por empresas del sector de la construcción mediante el uso de Indicadores Clave del Desempeño – ICD's. Con un análisis bibliométrico se detectaron los ICD's. Se seleccionaron 23 ICD's y fueron adaptados a proyectos llave en mano. Se clasificaron en tiempo, coste, calidad, medio ambiente y social; al igual que por tres fases del ciclo de vida de un proyecto llave en mano: planificación y diseño, construcción y entrega. De los ICD's seleccionados, se encuentran como principales en cada categoría el periodo de duración del proyecto, la variación del coste, los defectos en obra, el impacto medio ambiental y el ambiente laboral/ relaciones laborales. Bajo un análisis de los ICD's seleccionados, la clave del éxito de un proyecto se encuentra en la planificación y el diseño, más que en su construcción y su entrega. Un modelo como el propuesto se recomienda a empresas del sector de la construcción que lleven proyectos llave en mano donde exista una buena gestión de la información. En este modelo no se consideró como criterio la seguridad y la salud en el ambiente laboral.

Palabras claves: indicadores, desempeño, proyecto-obra

RÈSUM

El sector de la construcció és un sector orientat per projectes. Els principals involucrats en un projecte de construcció són arquitectes, enginyers estructurals i mecànics, contractistes i subcontractistes. Aquests provenen de disciplines notablement fragmentades que tenen una visió diferent d'allò que és el projecte en si. A causa de la grandària del sector de la construcció, les tendències de productivitat en aquest sector tenen efectes notables en la productivitat nacional i en l'economia. Actualment existeix una mancança en el monitoreig continu. L'objectiu general va ser desenvolupar un pla d'evacuació del desplegament de projectes tipus clau en mà, a realitzar per empreses del sector de la construcció mitjançant l'ús d'Indicadors Clau del Desplegament- ICD's. Mitjançant una anàlisi bibliomètrica es van detectar els ICD's. Es van triar 23 ICD's i van ser adaptats a projectes clau en mà. Es classificaren en temps, cost, qualitat, medi ambient i social; de la mateixa manera que per tres fases del cicle de vida d'un projecte clau en mà: planificació i disseny, construcció i entrega. Dels ICD's triats, es troben com a principals en cada categoria el període de durada del projecte, la variació del cost, els defectes en obra, l'impacte mediambiental i l'ambient laboral/relacions laborals. Sota una anàlisi dels ICD's triats, la clau de l'èxit d'un projecte rau en la planificació i el disseny, més que en la seua construcció i entrega. Un model com el proposat es recomana a empreses del sector de la construcció que desenvolupen projectes clau en mà on existisca una bona gestió de la informació. En aquest model no es va considerar com a criteri la seguretat i la salut en l'ambient laboral.

Paraules claus: indicadors, desplegament, projecte-obra.

ABSTRACT

The construction industry is an industry oriented by projects. The main professionals involved in a construction project are architects, structural and mechanical engineers, contractors and subcontractors, who come from remarkably fragmented disciplines that have a different vision of what a project itself is. Due to the size of the construction industry, the productivity trends in this sector have notable effects on national productivity and the economy. Currently there is a lack of continuous monitoring. The general objective of this investigation was to develop a plan to evaluate the performance of design/build projects to be carried out by companies in the construction industry by Key Performance Indicators – KPI's. With a bibliometric analysis, KPI's were detected. 23 KPI's were selected and adapted to design/build projects. They were classified in time, cost, quality, environment and social; as well as in three of the phases of the life cycle of a design/build project: planning and design, construction and delivery. Of the selected KPI's, the period of duration of the project, the variation of the cost, the defects in the work, the environmental impact and the work environment / relationships are the main ones in each category. Under an analysis of the selected KPI's, the key to the success of a project lies in planning and design, rather than in its construction and delivery. A model like the one proposed is recommended to companies in the construction sector that carry design/build projects where there is good information management. In this model, Health and Safety in the workplace were not considered as criteria.

Keywords: indicators, performance, design-build

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
RÈSUM	xvii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS	29
1.1. Contextualización	31
1.2. Antecedentes	32
1.3. Planteamiento del problema	33
1.4. Objetivos	34
<i>1.4.1. Objetivo general</i>	<i>34</i>
<i>1.4.2. Objetivos específicos</i>	<i>34</i>
1.5. Relevancia y justificación	35
CAPÍTULO II. ASPECTOS METODOLÓGICOS	37
2.1. Tipo y diseño de la investigación	37
2.2. Alcance	37
2.3. Limitaciones	38
2.4. Unidad de análisis	38
2.5. Instrumentos	38
CAPÍTULO III. PLANEACIÓN	39
CAPÍTULO IV. REVISIÓN LITERARIA	41

4.1. Medición del desempeño.....	41
4.1.1. <i>Sistemas de medición del desempeño.....</i>	<i>41</i>
4.1.2. <i>Visión general de los sistemas de medición del desempeño</i>	<i>43</i>
4.1.3. <i>Indicadores clave del desempeño – ICD’s [“Key Performance Indicators – KPI’s].....</i>	<i>53</i>
4.1.4. <i>“Benchmarking”</i>	<i>54</i>
4.1.5. <i>Trazabilidad.....</i>	<i>57</i>
4.2. Estado del conocimiento	61
4.2.1. <i>Informes relevantes.....</i>	<i>61</i>
4.2.2. <i>Características propias del sector de la construcción.....</i>	<i>64</i>
4.2.3. <i>La medición del desempeño en el sector de la construcción</i>	<i>69</i>
4.2.4. <i>Indicadores de proyecto.....</i>	<i>73</i>
4.2.5. <i>“Benchmarking” en el sector de la construcción.....</i>	<i>74</i>
4.2.6. <i>Indicadores clave del desempeño en el sector de la construcción</i>	<i>75</i>
4.2.7. <i>El ciclo de vida del proyecto y el diseño del sistema de medición</i>	<i>78</i>
4.2.8. <i>Tipos de mediciones del desempeño y sistemas bases de medición de desempeño</i>	<i>79</i>
4.2.9. <i>Principales aportaciones a la medición de desempeño en el sector de la construcción.....</i>	<i>91</i>
 CAPÍTULO V. PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS LLAVE EN MANO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	117
5.1. Propuesta de indicadores.....	117

5.1.1. <i>Tiempo</i>	118
5.1.1. <i>Coste</i>	118
5.1.2. <i>Calidad</i>	119
5.1.3. <i>Medio ambiente</i>	120
5.1.4. <i>Social</i>	120
5.2. Propuesta del plan de gestión del desempeño	121
5.2.1. <i>Fase de planificación y diseño</i>	123
5.2.2. <i>Fase de construcción</i>	127
5.2.3. <i>Fase de entrega</i>	130
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
CAPÍTULO VIII. ANEXOS	141
8.1. Ficha fase de planificación y diseño	143
8.2. Ficha fase de construcción	144
8.3. Ficha fase de entrega	145

FIGURAS

Figura 1. Sistema “SMART”. Adaptado de (Cross & Lynch, 1988)	45
Figura 2. Cuadro de mando integral [“Balanced Scorecard - BSC”]. Fuente: (Kaplan & Norton, 1992).....	48
Figura 3. Prisma de Desempeño. Fuente: (Neely, Adams, & Crowe, 2001)	49
Figura 4. Sistema Integrado de Medida del Desempeño [Integrated Performance Measurement System – IPMS]. Fuente: (Bititci, Carrie, & McDevitt, Integrated performance measurement systems: a development guide, 1997).....	50
Figura 5. Despliegue de etapas del “IPMS”. Adaptado de: Bititchi et al. (1997)	51
Figura 6. “EFQM Excellence Model” – 2002 © EFQM. Adaptado de Susilawati et al. (2013)	52
Figura 7. Rueda de "Benchmarking". Adaptado de Camp (1989).....	56
Figura 8. Modelo de lectura Pickrell et al. (1997)	56
Figura 9. Características en diferentes tipos de trazabilidad. Fuente: (García, Castañeras, & Davis, 2013).....	58
Figura 10. Diagrama de procesos de trazabilidad (García, Castañeras, & Davis, 2013)	60
Figura 11. Línea de tiempo e involucrados en los diferentes sistemas de contratación. Fuente: (Sanz, 2017)	66
Figura 12. Ciclo de vida de proyectos tipo proyecto-obra. Fuente: (Molenaar & Saller, 2003)	68
Figura 13. Esquema de Proyectos Integrados. Fuente: (Sanz, 2017).....	69
Figura 14. Desarrollo del sistema PPMS y su plataforma computacional. Fuente: (Cheung, Suen, & Cheung, 2004).....	94
Figura 15. Sistema para medir el éxito de proyectos de construcción. Fuente: (Chan & Chan, 2004)	97

Figura 16. Línea del tiempo para medición del desempeño. Adaptado de DETR (KPI Report for The Minister for Construction, 2000)	101
Figura 17. Taxonomía de ICD's propuesta por Skibniewski & Ghosh (2009).....	105
Figura 18. Ciclo de vida conceptual de los ICD's propuesto por Skibniewski & Ghosh (2009).....	107
Figura 19. Modelo propuesto de ICD's para el Plan de Gestión del Desempeño en Proyectos Llave en Mano del Sector de la Construcción. Fuente propia	122
Figura 20. ICD's por fase de proyecto. Fuente: propia	133

TABLAS

Tabla 1. Tipos de “ <i>benchmarking</i> ”. Fuente (Bhutta & Huq, 1999)	55
Tabla 2. Indicadores Clave de Desempeño propuestos por Eagan (1998).....	61
Tabla 3. ICD's propuestos por Nick Raynsford (DETR, 2000)	63
Tabla 4. Mediciones objetivas y subjetivas. Fuente: (Chan & Chan, 2004).....	86
Tabla 5. Indicadores propuestos por (Wegelius-Lehtonen, 2001)	92
Tabla 6. Marco de desempeño genérico de acuerdo con la visión estratégica Kagioglou et al. (2001).....	92
Tabla 7. Dimensiones y mediciones de éxito Sadeh et al. (2000).....	96
Tabla 8. Interpretación de las Etapas Claves de Proyecto. Adaptado de DETR (KPI Report for The Minister for Construction, 2000)	102
Tabla 9. Indicadores del modelo 4D en la industria de la construcción Dawood & Sikka (2009).....	103
Tabla 10. Indicadores de desempeño utilizados por los autores en el tema de investigación. Fuente: (Luna Villarreal, 2017)	114

Tabla 11. Indicadores de desempeño utilizados por los autores en el tema de investigación. Fuente: (Luna Villarreal, 2017)	115
Tabla 12. Indicadores de desempeño utilizados por los autores en el tema de investigación. Fuente: (Luna Villarreal, 2017)	116
Tabla 13. ICD's propuestos para el plan de gestión del desempeño de proyectos llave en mano. Fuente propia.....	117

TÍTULO

**PLAN DE GESTIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS LLAVE EN MANO
DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

CAPÍTULO I. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

La construcción ha sido muy criticada por su bajo desempeño y rendimiento, al igual que por la falta de cumplimiento de objetivos que previamente han sido planificados. El sector de la construcción es un pilar social y económico, así como una de las principales actividades que contribuyen al desarrollo en cualquier país. Es por lo que, teniendo en cuenta los problemas que afronta el sector, así como la importancia de la construcción a nivel mundial; el sector de la construcción busca mejorar su desempeño introduciendo nuevos métodos y técnicas (Luna Villarreal, 2017). Este Trabajo Final de Máster desarrolla un plan que mejora dichas dificultades del sector mediante indicadores clave del desempeño.

A continuación, se darán a conocer los conceptos claves para la medición del desempeño, los modelos que existen, su implicación con el sector de la construcción, el “*benchmarking*” e indicadores claves del desempeño mediante un análisis del estado del conocimiento, identifica aquellos indicadores que han sido desarrollados para diferentes fines y etapas proyectos de Ingeniería Civil, buscando una selección de estos y que puedan útiles para medir el éxito de los proyectos llave en mano del sector de la construcción.

A continuación, se presenta una breve descripción de los capítulos en los cuales está estructurado esta tesina:

CAPÍTULO I: Aspectos introductorios. Engloba la contextualización, los antecedentes, el planteamiento del problema, los objetivos del estudio, y la relevancia del proyecto y su justificación.

CAPÍTULO II: Aspectos metodológicos. Se inicia con el tipo y diseño del proyecto, seguido del alcance, las limitaciones, unidad de análisis e instrumentos.

CAPÍTULO III: Planeación. Se establece la programación diseñada para la búsqueda de las respuestas de los objetivos de la tesina.

CAPÍTULO IV: Revisión literaria. Se presenta de manera ordenada y detallada las informaciones científicas que respaldan la tesina.

CAPÍTULO V: Propuesta del plan de gestión del desempeño en proyectos llave en mano del sector de la construcción. Recoge los ICD's propuestos y el plan para poder aplicarlos en proyectos con sistema de contratación tipo proyecto-obra.

CAPÍTULO VI: Conclusiones y recomendaciones. En esta parte se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se ha llegado en función del plan desarrollado.

CAPÍTULO VII: Referencias bibliográficas. Se presentan los referentes en los que se sustenta la tesina.

CAPÍTULO VIII: Anexos. Se presentan las fichas de recolección de información que apoyan el plan propuesto.

1.1. Contextualización

El responsable de esta investigación es el Ing. Ausencio Alexander Hernández Santos, estudiante de término del Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), campus de Vera. El presente trabajo se ha desarrollado como parte de la formación académico-profesional en dicha universidad.

El propósito que sustenta este trabajo es desarrollar un plan de evaluación del desempeño de proyectos tipo llave en mano a realizar por empresas del sector de la construcción mediante el uso de Indicadores Clave del Desempeño – ICD's.

Este trabajo fue desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia, específicamente en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos; la cual tiene como misión “formar a personas para potenciar sus competencias; investigar y generar conocimiento, con calidad, rigor y ética, en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, el arte y la empresa, con el objetivo de impulsar el desarrollo integral de la sociedad y contribuir a su progreso tecnológico, económico y cultural.” (Universitat Politècnica de València, 2017)

La UPV está organizada en escuelas; el Máster en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil pertenece a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Este máster tiene como misión “profundizar en el conocimiento conexo en materia de planificación y gestión de proyectos, obras, infraestructuras y empresas del sector de la construcción; y pretende consolidar una base de conocimientos en gestión que permita desarrollar la capacidad de análisis del entorno en el que se enmarcan las infraestructuras y los servicios públicos. También tiene por objetivos: perfeccionar la adaptación rápida a nuevos entornos, proporcionar habilidades en liderazgo y dirección de recursos humanos y

capacitar para la toma de decisiones óptimas en el contexto del sector de la construcción.”

(Universitat Politècnica de València, 2012)

1.2. Antecedentes

A partir de los años cincuenta, las compañías japonesas presentaron un gran salto industrial, que las llevaron a enfrentar diferentes problemas de calidad en los lotes de producción, desperdicios, defectos, y sobre todo en inventarios; esto las llevó a crear soluciones y herramientas que se conocen actualmente como Control de Calidad Total, Justo a Tiempo, Kaizen, etc., lo cual les convirtió en ejes competitivos en los mercados globales (Luna Villarreal, 2017).

Muchos académicos criticaron, entre los años 1980 y 1990, los problemas de las tradicionales medidas financieras, las cuales se basan en información histórica e interna (Luna Villarreal, 2017). Y es que el principal problema de los indicadores financieros radica en que, según Ali et al. (2013) son indicadores retrasados, en el sentido de que muestran resultados de acciones gerenciales ya tomadas. Sin embargo, la necesidad de parte de la gerencia y gestores de proyectos, de tomar decisiones con información actual y antes de conocer las consecuencias; inició a partir de los años 90 la expansión de la medición del desempeño y se generan modelos y marcos de actuación en medición del desempeño. De esta manera los gestores pueden tomar decisiones de manera proactiva y no reactiva (Almahmoud, Doloi, & Panuwatwanich, 2012).

Según Ahmad et al. (2015) la medición del desempeño es un concepto de la industria manufacturera que fue inicialmente introducido e implementado con éxito. Wegelius-Lehtonen (2001) establece que la medición del desempeño describe la retroalimentación o información de actividades con respecto al cumplimiento de las expectativas de los clientes y/o los objetivos estratégicos previamente planteados por la empresa. Adicionalmente,

establece que es usado para medir y mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos de negocios, e identificar oportunidades para realizar mejoras progresivas en procesos de desempeño. Almahmoud et al. (2012) añade que la medición del desempeño es la fuerza que empuja las mejoras en la gestión de proyectos.

Según Luna Villareal (2017), la medición del desempeño tiene dos vertientes de evaluación: una que es fácil medir y otra que no, que solo se puede cuantificar mediante la percepción. De tal manera que se tienen indicadores financieros y no financieros.

Muchas investigaciones y estudios han sido realizados para determinar Indicadores Claves del Desempeño (ICD's). De acuerdo con Ali et al. (2013) muchos de estos estudios son de proyectos específicos y se concentran en la medición del desempeño a nivel de proyecto. Las investigaciones recientes, que han sido realizadas para evaluación del desempeño y comparación a nivel de compañía, son limitadas en la literatura. Además, muchas de estas investigaciones han desarrollado ICD's que son adecuadas solo para características específicas en su país de origen.

1.3. Planteamiento del problema

El sector de la construcción es un sector orientado por proyectos. Según Wegelius-Lehtonen (2001), aunque cada edificio, carretera, puente o construcción de planta de procesos tienen un conjunto de etapas de procesos similares, cada proyecto es único. Cada proyecto es un prototipo, porque cada emplazamiento es distinto y como consecuencia su diseño es diferente. Ahmad et al. (2015), comparan el sector de la construcción con el sector de la manufactura; en el sector de la construcción se ofrece un limitado número de objetos de estudio, ya que cada proyecto es diferente y es su único objeto de estudio. Este mismo está en constante desarrollo y no es tan fácil de estudiar como una producción en cadena. Además, Wegelius-Lehtonen (2001) añaden que el equipo armado para llevar a cabo el

proyecto es usualmente convocado para ese solo proyecto. A esto se le suma que los principales involucrados en un proyecto de construcción como son los arquitectos, ingenieros estructurales y mecánicos, contratistas y subcontratistas, provienen de disciplinas notablemente fragmentadas que tienen una visión diferente de lo que es el proyecto en sí.

Debido al tamaño del sector de la construcción, las tendencias de productividad en este sector tienen efectos notables en la productividad nacional y en la economía. Por esto el sector de la construcción ha adoptado nuevas soluciones para mejorar la productividad en el sector de la construcción como por ejemplo filosofías de la industria de la manufactura: la manufactura concurrente y manufactura esbelta o “*lean*”. (Ahmad, Svalestuen, Andersen, & Torp, 2015; Wegelius-Lehtonen, 2001)

Un estudio desarrollado en Finlandia demuestra que existe una carencia en el monitoreo continuo, resaltando que las medidas de mejora pueden ser más complicadas y consumen tiempo al momento de aplicar, que medición de monitoreo continuo, el cual debe ser simple y la recolección de información debe estar estandarizada. (Wegelius-Lehtonen, 2001).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Este trabajo final de máster tuvo como objetivo general desarrollar un plan de evaluación del desempeño de proyectos tipo llave en mano a realizar por empresas del sector de la construcción mediante el uso de Indicadores Clave del Desempeño – ICD’s.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Evaluar el estado del conocimiento sobre la evaluación del desempeño en el sector de la construcción.

2. Determinar los Indicadores Clave del Desempeño – ICD’s más relevantes para el sector de la construcción en proyectos tipo Proyecto - Obra.

1.5. Relevancia y justificación

El uso de la medición del desempeño como herramienta de mejora en el sector de la construcción ha sido limitado (Wegelius-Lehtonen, 2001). La alta competitividad y grandes cambios en la industria de la construcción están forzando a los ejecutivos del sector a estar continuamente mejorando el desempeño de sus empresas. La medición del desempeño, como tal, es el combustible de la incansable mejora. La evaluación del desempeño tiene como objetivo principal asistir a gerentes y miembros de una empresa en desarrollar la dirección, tracción, y velocidad de su empresa (Ali, Al-Sulaihi, & Al-Gahtani, 2013).

Con la gestión del desempeño y querer realizar su implementación en las empresas aparece el concepto de “*benchmarking*”, que más que una etapa posterior a la gestión del desempeño; es un concepto existente en el que la gestión del desempeño viene a darle soporte cuantitativo a la hora de ser implementado dicho concepto comparativo. Como regla general, Ali et al. (2013) establecen que el “*benchmarking*” es el siguiente paso para mejorar la eficiencia de los contratistas y la efectividad de los productos y procesos. El mismo puede ser aplicado por cualquier empresa para medir y comparar su desempeño con resultados de organizaciones líderes con el propósito de identificar fortalezas y debilidades en el desempeño, y así utilizar las lecciones aprendidas de los mejores para determinar las mejores prácticas que pueden encabezar un mejor desempeño cuando sean adaptadas e implementadas. Para medir el desempeño de las compañías y para aplicar “*benchmarking*”, primero se deben establecer los adecuados Indicadores Clave del Desempeño – ICD’s (comúnmente conocidos por sus siglas en inglés KPI’s que quiere decir “*Key Performance Indicators*”), los cuales son lo más crítico en determinar el éxito total de cualquier compañía. Los ICD’s son compilaciones de medidas de información utilizadas para asistir

el desempeño de las operaciones; estos juegan un papel muy importante a la hora de proveer información del desempeño de las tareas de construcción, del proyecto, y de la empresa.

De acuerdo con lo establecido por CIMA (2006), la medición eficaz del desempeño es la clave para una gestión eficaz en cualquier empresa. Los beneficios de un sistema de medición del desempeño efectivo incluyen una mejor toma de decisiones y control. Es imposible tomar las decisiones correctas sin una buena comprensión del desempeño de una empresa. Un marco de medición de desempeño multidimensional significa que el soporte de decisiones se puede mejorar en todos los niveles de la empresa. Esto abarca desde decisiones relacionadas con el desempeño de los empleados hasta la toma de decisiones estratégicas a nivel de la junta.

CIMA (2006) añade que la capacidad de medir el rendimiento y el progreso le da sentido al proceso de desarrollo de planes y objetivos estratégicos. Un sistema de medición de desempeño efectivo debe enfatizar el vínculo desde el nivel corporativo hasta los niveles de administración y operación. De esta manera, la toma de decisiones y las acciones resultantes estarán en línea con la estrategia empresarial. También existirá una mejor comunicación. La participación en el establecimiento de objetivos y la presentación de informes de resultados puede mejorar la comprensión del personal y los accionistas y el apoyo a las estrategias y decisiones. Igualmente proporciona un lenguaje común que fomenta el intercambio de conocimiento interdepartamental. Adicionalmente, medir y reportar el desempeño les da a los tomadores de decisiones una herramienta importante para lograr la responsabilidad a nivel de empleado y de la empresa. Estas relaciones se vuelven más claras cuando los resultados y productos se miden por un estándar comúnmente aceptado.

CAPÍTULO II. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta tesina está compuesta por una parte deductiva. El planteamiento del problema, la revisión de la literatura, identificación de variables y creación de un modelo teórico para la gestión del desempeño.

En la parte deductiva, con el planteamiento del problema se marca el punto de partida: obtener el estado del arte. Para esto se llevó a cabo un análisis bibliométrico que permitió detectar los Indicadores Clave del Desempeño – ICD's generados y que fueron utilizados previamente en diversos estudios y publicaciones; éstos son los que se tienen en cuenta en esta tesina y en el modelo que es producto de esto.

2.1. Tipo y diseño de la investigación

Esta tesina está orientada como cuantitativa. Está fundamentada en la revisión de la literatura existente y el entendimiento de la medición del desempeño a través de ciertas dimensiones consideradas como significativas por estudios previos. Ha sido concebido como no experimental debido a que solo se abarcó la parte de recopilación de información preliminar (revisión de la literatura) necesaria para la elaboración del plan de la gestión del desempeño de proyectos tipo llave en mano a realizar por empresas del sector de la construcción mediante el uso de Indicadores Clave del Desempeño – ICD's.

2.2. Alcance

Esta tesina busca especificar las propiedades y las características de la medición del desempeño mediante Indicadores Claves del Desempeño – ICD's, tiene un alcance descriptivo de las metodologías actuales para la medición del desempeño en el sector de la construcción. Con estas propiedades y características se determina el plan desarrollado.

El plan abarca la gestión del desempeño en proyectos llave en mano de Ingeniería Civil desarrollados por empresas del sector de la construcción, desde el compromiso de inversión hasta la disponibilidad del proyecto para su uso, de cara a los criterios de: tiempo, coste, calidad, medio ambiente y social.

2.3. Limitaciones

Esta tesina se enfoca en identificar ICD's con el propósito de medir el desempeño y el desempeño del “*benchmarking*” de empresas del sector de la construcción y no para la evaluación por clientes ni accionistas. Adicionalmente, dichas empresas del sector de la construcción son consideradas como empresas desarrolladoras de proyectos tipo llave en mano. Otra limitación adicional de esta tesina es que no se considera como criterio la Salud y la Seguridad en obra ni las fases posteriores a la entrega de la obra.

2.4. Unidad de análisis

Para la realización de esta tesina se ha considerado como unidad de estudio los proyectos por contratación tipo Proyecto-Obra del sector de la construcción. A los cuales se desarrolla este plan de gestión del desempeño.

2.5. Instrumentos

Para el levantamiento de la información requerida en este proyecto se hicieron consultas bibliográficas en diferentes etapas del desarrollo. Las bases de datos utilizadas para lograr la revisión al estado del conocimiento fueron “*Web of Science*” y “*Scopus*”.

CAPÍTULO III. PLANEACIÓN

A continuación, se presentan las estrategias, actividades, recursos y los responsables del desarrollo de la tesina por cada objetivo propuesto:

Objetivo 1: “Evaluar el estado del conocimiento sobre la evaluación del desempeño en el sector de la construcción.”

Estrategia	Actividades	Recursos
Consultas bibliográficas	Elección de palabras claves	– Portátil
	Selección de fuentes	– Artículos científicos
		– Bases de dato/ bibliotecas digitales
		– Libros físicos
	Depuración de fuentes	– Libros en línea
		– Portátil
– Cuaderno para apuntes		
Lectura de fuentes	– Impresiones	
	– Libros	
	– Copias de libros	
		– Libros en línea o pdf / artículos en pdf.

Objetivo 2: “Determinar los Indicadores Clave del Desempeño – ICD’s más relevantes para el sector de la construcción en proyectos tipo Proyecto – Obra.”

Estrategia	Actividades	Recursos
Conceptualización de las consultas bibliográficas del Objetivo 1	Identificar los Indicadores Clave del Desempeño – ICD’s	– Artículos estudiados – Portátil
	Selección de los Indicadores Clave del Desempeño – ICD’s	– ICD’s identificados
Elaboración del plan de gestión	Creación de fichas para captar la información requerida por los ICD’s	– Portátil – Conceptualización de ICD’s
	Desarrollo de la metodología de la gestión e la información	– Portátil – Fichas para ICD’s

CAPÍTULO IV. REVISIÓN LITERARIA

4.1. Medición del desempeño

En la actualidad las empresas necesitan cumplir con requerimientos específicos del cliente, tener procesos de fabricación flexibles, proveedores y recursos coordinados a lo largo de la cadena de suministros además de una reducción de costes (Nudurupati, Bititci, Kumar, & Chan, 2010). Como resultado de esto los gestores de empresas en la actualidad requieren estar al tanto de información de desempeño de la empresa, por tanto, los gestores necesitan medidas predictivas que les indiquen qué cosas va a pasar la siguiente semana, mes o año.

Nudurupati et al. (2010), establecen que las principales razones de la falta de sistemas de medición del desempeño que faciliten la capacidad de respuesta y agilidad son:

1. La información presentada no es relevante o actualizada.
2. La gestión de la información consume tiempo.
3. Los sistemas de medición del desempeño son implementados sin el soporte y compromiso de la alta dirección de la empresa.

Para que un sistema de medición del desempeño funcione es necesario que exista el compromiso de la alta gerencia de la empresa, desde las fases de diseño hasta la implementación, uso y seguimiento de estos sistemas.

4.1.1. Sistemas de medición del desempeño

Para lograr objetivos, las mediciones del desempeño son usadas para evaluar, controlar y mejorar los procesos de producción; también son utilizadas para comparar el desempeño de diferentes organizaciones, departamentos, plantas, equipos e individuos o para evaluar empleados.

Una serie de sistemas florecen después de un amplio periodo de dependencia en mediciones financieras. Sistemas como: la matriz de desempeño (Keegan, Eiler, & Jones, 1989) que promueve utilizar medidas de desempeño con base en mediciones financieras y no financieras, las medidas de desempeño basadas en manufactura como tiempo, calidad, procesos y flexibilidad (Maskell, 1989), la pirámide de desempeño (Cross & Lynch, 1988) la cual establece relaciones fundamentales entre los criterios básicos de desempeño llamadas dimensiones de desempeño “*SMART - Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique*” y el cuestionario de medición de desempeño [“*Performance Measurement Questionnaire – PMQ*”] (Dixon, Nanni, & Vollmann, 1990) el cual ayuda a identificar áreas de mejora y trabajo para poder desarrollarlas.

Otros aplican conceptos no financieros, Brignall et al. (1991) sugirieron dividir los criterios de desempeño en: determinantes y resultados al ser aplicados a la manufactura. Otra propuesta fue la matriz basada en criterios de tiempo para compañías basadas en tiempos (Azzone, Masella, & Bertelè, 1991). El “*Balanced Scorecard – BSC*” se introduce como nuevo concepto en los sistemas de medición del desempeño; incluye cuatro perspectivas: financiera, cliente, procesos internos e innovación (Kaplan & Norton, 1992), aunque en el 1996 fue promovido a un sistema estratégico de administración.

Hasta inicios del siglo XXI, se desarrollaron muchos sistemas avanzados de medición del desempeño que contienen características de diseño e implementación (Luna Villarreal, 2017). Estos y los que fueron mencionados anteriormente parten de que las mediciones del desempeño deben derivarse de la estrategia, sin embargo, Neely et al. (2001) consideran que esto no debe ser así y amparan el hecho de primero centrar la medición del desempeño en las necesidades y contribuciones de los socios y después en las estrategias, procesos y capacidad necesarias.

El prisma de desempeño de Neely et al. (2001) mostró una perspectiva diferente de medición del desempeño. Al igual que aparecieron otros sistemas como el Performance Scorecard o “*Tableau de bord*” en Francia (Mendoza & Robert, 2001), y los basados en desempeño de la calidad como el “*Excellence Model*” de la “*European Foundation For Quality Management (EFQM)*”, el “*Malcomlm Baldrige National Quality Award*” en Estados Unidos y el Deming Prize en Japón (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

4.1.2. Visión general de los sistemas de medición del desempeño

Según CIMA (2006), un sistema de medición del desempeño debe seguir los siguientes pasos para ser desarrollado:

1. El sistema de medición del desempeño debe estar integrado con la estrategia general de la empresa.
2. Debe haber un sistema de retroalimentación regular y revisión de resultados reales contra el plan original y las medidas de desempeño en sí mismas.
3. El sistema de medición del desempeño debe ser integral. Debe incluir la gama de factores que contribuyen al éxito de la empresa, como el rendimiento competitivo, la calidad del servicio y la innovación. Esto requiere una gama de indicadores financieros y no financieros.
4. El sistema debe ser propiedad y estar respaldado por toda la empresa. La implementación debe ser de arriba hacia abajo para que la estrategia de establecimiento de individuos pueda determinar los objetivos y desarrollar medidas apropiadas de alto nivel. Esto debería filtrarse al resto de la empresa. Otros niveles en toda la empresa deben establecer sus propias medidas en resonancia con el nivel anterior y estos deben ser consistentes con las medidas de alto nivel.

5. Las medidas deben ser justas y alcanzables. Donde las medidas de desempeño se utilizan para recompensar el desempeño de los gerentes, la evaluación debe incluir solo los elementos sobre los que se tienen control directo.
6. El sistema y los informes de resultados deben ser simples, claros y comprensibles, en particular para los profesionales no financieros. Es necesario priorizar y enfocar para que solo se midan los ICD's para el negocio en términos estratégicos.

Una pieza en común que está presente en los sistemas SMART, BSC y PMQ es que no incluyen aspectos financieros de los sistemas de manufactura; los cuales ofrecen a administradores y operarios información actualizada necesaria para mejorar los procesos en cualquier momento (Cross & Lynch, 1988; Kaplan & Norton, 1992; Dixon, Nanni, & Vollmann, 1990).

4.1.2.1. sistemas de medición del desempeño

A continuación, se explicará de forma general estos y otros sistemas:

4.1.2.1.1. análisis estratégico de medición y técnica de reportaje [“Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique – SMART”].

El sistema “*SMART – Strategic Measurement Analysis and Reporting Technique*” fue desarrollado por *Wang Laboratories* para superar las limitaciones tradicionales en la medición del desempeño. SMART se enfoca en la medición del desempeño e incorpora procesos de planeación como uno de sus elementos de entrada. Además, tiene una fuerte integración entre objetivos corporativos y mediciones de desempeño. Este sistema está diseñado en cuatro etapas. El mismo se representa por una pirámide de 4 niveles de objetivos y mediciones, según la Figura 1; pero excluye la mejora continua. Además, presenta una debilidad notable de esta técnica es que no proporciona ningún mecanismo

para identificar indicadores clave del desempeño para la calidad, el coste y la entrega (Susilawati, Tan, Bell, & Sarwar, 2013).

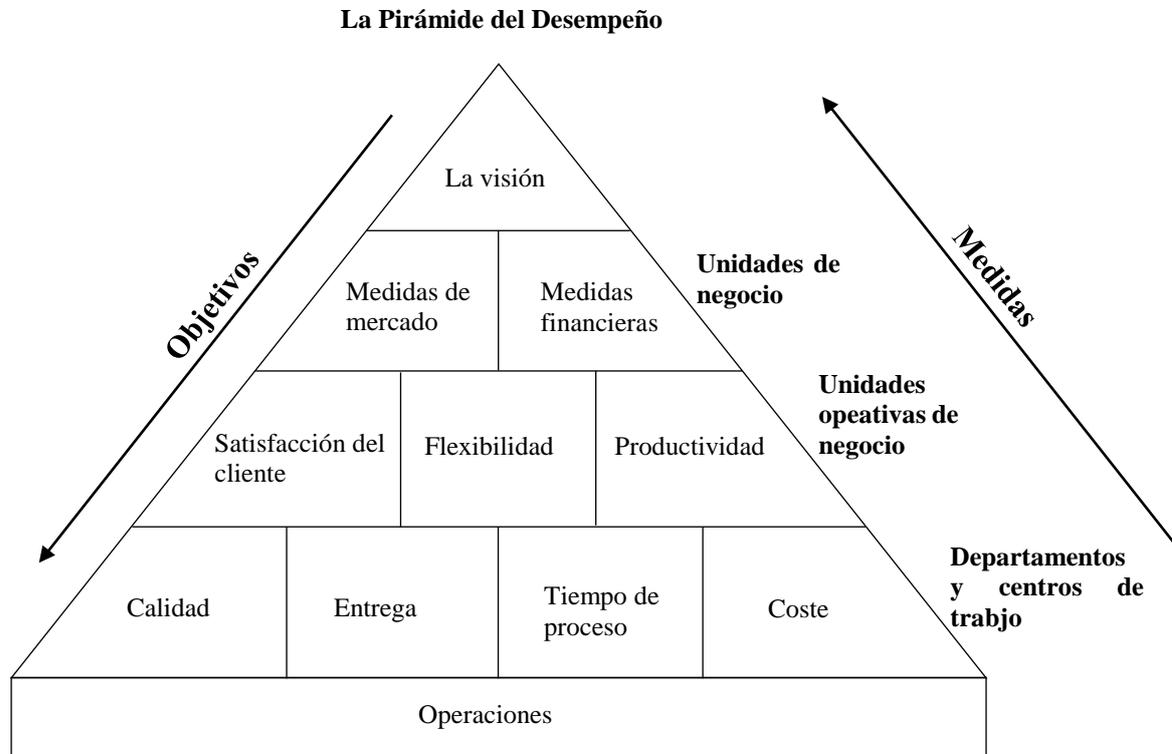


Figura 1. Sistema “SMART”. Adaptado de (Cross & Lynch, 1988)

En la cima se encuentra la visión. Desde este nivel la administración asigna un rol de cartera corporativa a cada unidad de negocio y provee los recursos necesarios. En el segundo nivel los objetivos de cada unidad de negocio son definidos en medidas de mercado y financieras. Dentro del tercer nivel son definidos los objetivos y las prioridades operativas más tangibles para cada unidad operativa del negocio en términos de satisfacción del cliente, flexibilidad y productividad. Al nivel de departamentos, la satisfacción del cliente, flexibilidad y productividad son representadas por un criterio operacional específico: Calidad, entrega, tiempo de proceso y coste; y la base de la pirámide de desempeño contiene aquellas mediciones operativas que son claves para lograr resultados

de alto nivel y que aseguran la implementación exitosa de la estrategia empresarial (Luna Villarreal, 2017).

4.1.2.1.2. cuestionario de medida del desempeño [“Performance Measurement Questionnaire – PMQ”].

El “*Performance Measurement Questionnaire – PMQ*” (Dixon, Nanni, & Vollmann, 1990), apoya a los directores a identificar sus necesidades de mejora en la empresa con el fin de determinar el nivel de alcance en el cual las medidas de desempeño soportan mejoras y establecer las nuevas medidas que mejoren el desempeño.

Según Susilawati et al. (2013), el sistema PMQ consta de dos partes principales:

1. Evaluar las áreas particulares de mejora y las mejoras de desempeño actualmente usadas en la empresa.
2. Evaluar la importancia particular a largo plazo de mejoras que pueden lograrse por la empresa.

El PMQ consiste en cuatro partes, la primera parte provee datos generales que serán usados para clasificar a quienes serán entrevistados. La segunda parte evalúa las prioridades competitivas de la empresa y el sistema de medición del desempeño que consta de elementos llamados “áreas de mejora”. La parte tres, es similar a la parte dos solo que se centra en factores de desempeño o medidas de desempeño. La parte final del cuestionario pide a quienes son entrevistados que provean medidas de desempeño que evalúen mejor su propio desempeño y otros comentarios generales (Luna Villarreal, 2017).

Los resultados son evaluados en cuatro direcciones: alineación, congruencia consenso y confusión (Luna Villarreal, 2017). El análisis de alineación se lleva a cabo para determinar, en términos generales, de qué manera las acciones y mediciones de la empresa complementan su estrategia. Para el caso del análisis de congruencia este se lleva a cabo

para proporcionar una comprensión detallada de lo bien que el sistema de medición apoya las acciones de una empresa y estrategia. Por su parte el análisis de consenso agrupa los datos por niveles administrativos o grupos funcionales. Este análisis muestra el efecto de comunicación. El objetivo del análisis de confusión es el determinar el grado de consenso (desviación estándar) con respecto a cada área de mejora y medición del desempeño (Luna Villarreal, 2017).

Dixon et al. (1990) identifica tres categorías en áreas a mejorar: calidad, eficiencia de la mano de obra y eficiencia de la maquinaria. Por otra parte, Bourne & Neely (2003) argumentan que el PMQ tiene la debilidad de ser relativamente pobre en la gestión del tiempo en la fase de auditoría y también la falta de involucramiento de la gerencia en el proceso de auditoría.

4.1.2.1.3. cuadro de mando integral [“Balanced Scorecard – BSC”].

El cuadro de mando integral o “*Balanced Scorecard – BSC*” fue desarrollado por Kaplan & Norton (1992) es una de las ideas más influyentes de los últimos 75 años por el “*Harvard Business Review*”. Para finales del 2001 se estimó que se usó por cerca del 40% de las compañías del Fortune 1000 (Luna Villarreal, 2017). El “*Scorecard*” o cuadro de mando está dividido en cuatro perspectivas tal como se muestra en la Figura 2.

Un principio remarcable con el que se destaca este sistema es que tiene una relación causa-efecto entre las diferentes perspectivas. Innovación y perspectiva de aprendizaje desarrolla nuevos procesos y tecnologías que incrementan la eficiencia y disminuyen los costes en la perspectiva del negocio interno, lo cual provee un valor agregado al cliente y por tal su satisfacción y finalmente se traduce en mejores resultados financieros (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

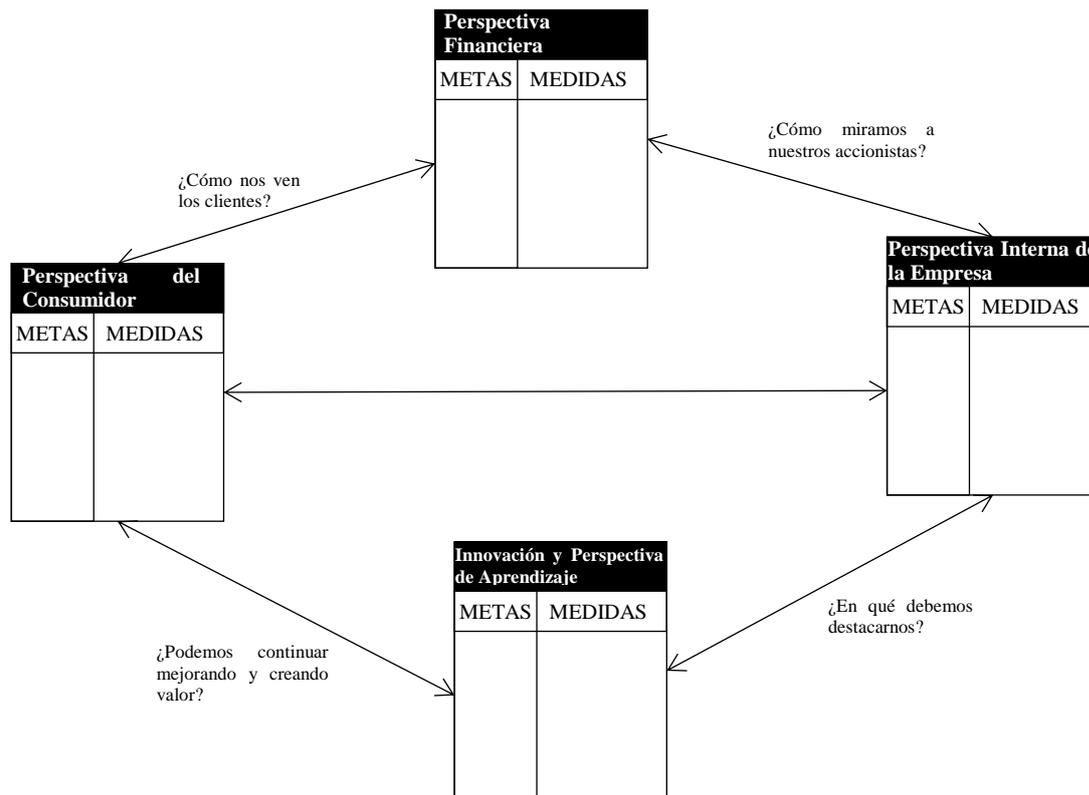


Figura 2. Cuadro de mando integral [“Balanced Scorecard - BSC”]. Fuente: (Kaplan & Norton, 1992)

A pesar de su popularidad en la industria y la investigación, aún tiene deficiencias (Bassioni, Price, & Hassan, 2004). El BSC no ve el rendimiento a nivel de fabricación y también es débil al momento de medir la visión a largo plazo, y falla en identificar la medición del desempeño a niveles específicos como el de los empleados, proveedores y accionistas (Susilawati, Tan, Bell, & Sarwar, 2013); algunos autores reportaron que la mayoría de las iniciativas de implementación fallaron y que las cuatro perspectivas son consideradas insuficientes (Luna Villarreal, 2017).

Adicionales perspectivas han sido identificadas, como lo son la competencia y el empleado; y otras perspectivas adicionales de aplicación específica tales como proyecto y suplidores de construcción. Poco después, analizando los supuestos en los que está fundado el cuadro de mando integral que son las relaciones causa-efecto entre las perspectivas, se convirtió en un sistema estratégico de gestión (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

El cuadro de mando integral tiene ciertas ventajas dentro de las cuales está el hecho que integra dentro de una empresa su visión con sus acciones y provee información de todos los indicadores clave a intervalos de tiempo discretos y facilita la revisión estratégica que permite la formulación de planes para alcanzar las metas organizacionales (Susilawati, Tan, Bell, & Sarwar, 2013). A pesar de ser una excelente contribución a la medición del desempeño, no quiere decir que sea una herramienta completa o comprensible. Sin embargo, estuvo en la cima de las herramientas principales que desarrollaron de manera natural y progresiva la medición del desempeño (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

4.1.2.1.4. prisma de desempeño [“Performance Prism”].

El prisma de desempeño o “*Performance Prism*” fue presentado por Neely et al. (2001) y fue su desarrollo bajo cinco perspectivas: satisfacción de los accionistas, estrategias, procesos, capacidades y contribuciones de los accionistas. En la Figura 3 se muestra un esquema que integra estas perspectivas. De acuerdo con Luna Villarreal (2017), el prisma de desempeño tiene una comprensiva vista externa de la empresa, la satisfacción y contribución de los accionistas, pero poca atención en la medición del proceso.

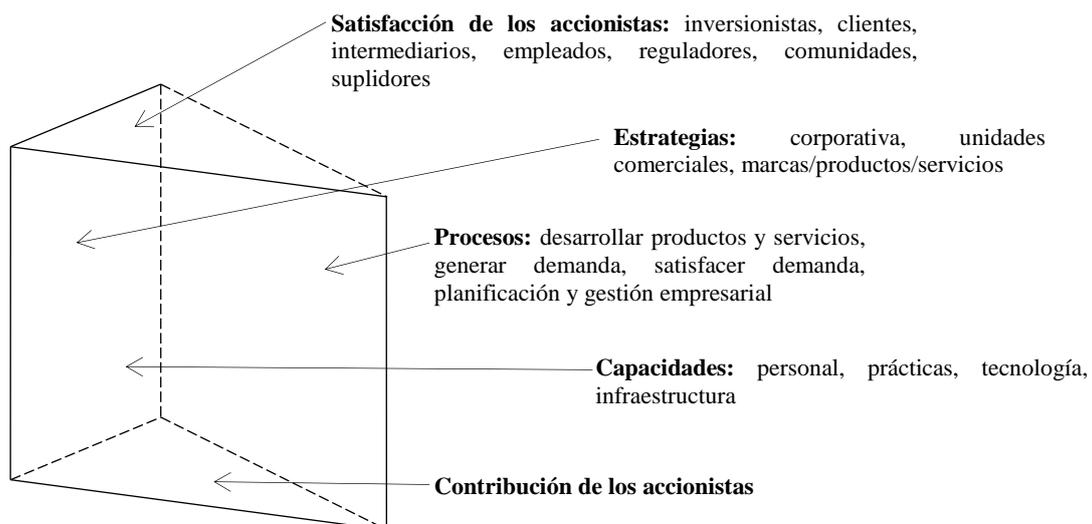


Figura 3. Prisma de Desempeño. Fuente: (Neely, Adams, & Crowe, 2001)

4.1.2.1.5. sistema dinámico integrado de medición del desempeño [“Integrated Dynamic Performance Measurement System – IDPMS”].

El Sistema Dinámico Integrado de Medición del Desempeño o “*Integrated Dynamic Performance Measurement System – IDPMS*” fue desarrollado por Ghalayini et al. (1997) está basado en la integración de tres áreas principales para la medición: la administración, equipos de mejora de proceso y la planta de producción. Este sistema tiene la posibilidad de medir áreas específicas y generales de éxito, haciendo uso de reportes de mejora y medición del desempeño. Sin embargo, este sistema no tiene la capacidad de evaluar el desempeño total de la empresa. Los indicadores de desempeño son solamente utilizados en el proceso de mejora de equipos y en la planta de producción. Además, este sistema no considera la mejora en el desempeño externo de la empresa tanto para los accionistas como los clientes y proveedores (Susilawati, Tan, Bell, & Sarwar, 2013).

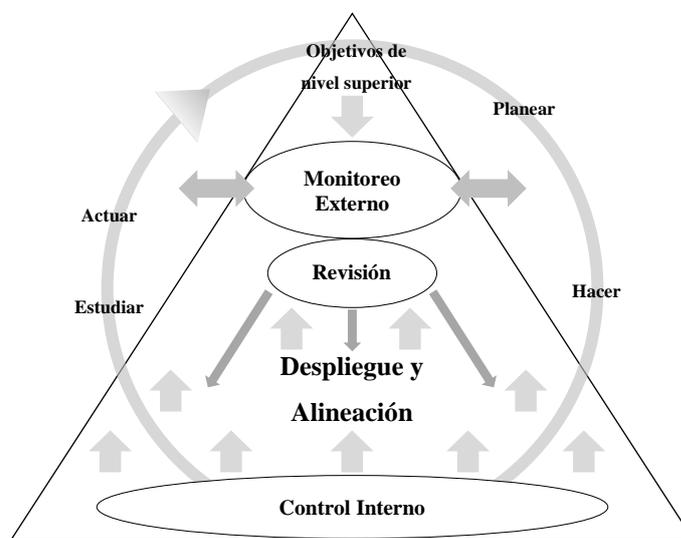


Figura 4. Sistema Integrado de Medida del Desempeño [Integrated Performance Measurement System – IPMS]. Fuente: (Bititci, Carrie, & McDevitt, Integrated performance measurement systems: a development guide, 1997)

A diferencia del IDPMS, Bititci et al. (1997) desarrollaron un modelo de un Sistema Integrado de Medición del Desempeño (“*Integrated Performance Measurement System –*

IPMS”), como sistema de control de circuito cerrado para medir el proceso de gestión del desempeño. Ver Figura 4.

Está integrado por cuatro niveles Figura 5: corporativo, unidades empresariales, procesos empresariales y actividades Bititci et al. (1997). Una característica de este sistema es que tiene una fuerte participación en la mejora continua, sin embargo, no tiene muy claro cómo realizar mediciones en un orden lógico y manejar las relaciones entre las medidas. Además, este sistema falla en proveer un proceso estructurado que especifica objetivos y líneas de tiempo para el desarrollo e implementación (Susilawati, Tan, Bell, & Sarwar, 2013).

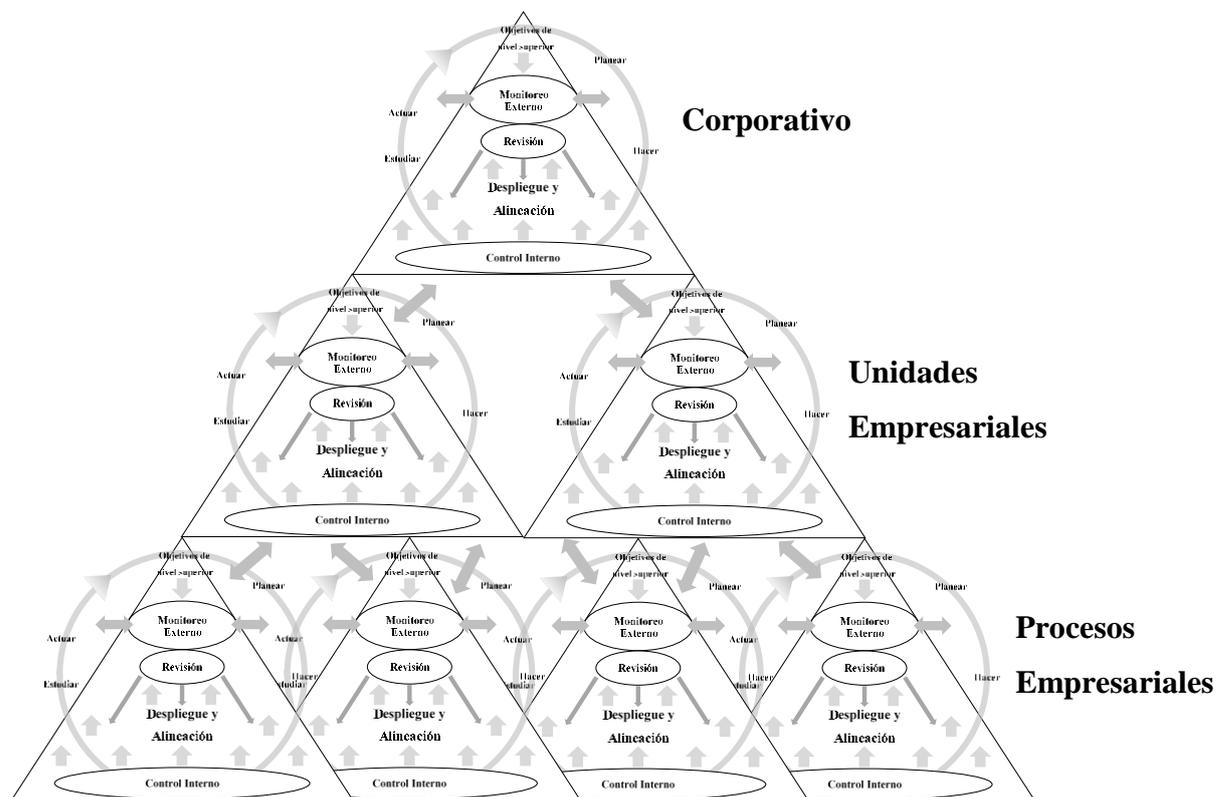


Figura 5. Despliegue de etapas del “IPMS”. Adaptado de: Bititchi et al. (1997)

4.1.2.1.6. modelos de excelencia.

Con el propósito de mejorar el desempeño en las últimas décadas se han adoptado algunos modelos basados en gestionar la calidad. Entre los más utilizados se encuentran el

“European Foundation for Quality Model – EFQM Excellence Model” en Europa, el “Malcom Baldrige National Quality Award – MBNQA” en los Estados Unidos, y el Premio Deming en Japón. Los modelos EFQM y MBNQA han ganado bastante popularidad esta última década. Sin embargo, se han planteado tres cuestiones básicas contra los modelos. Primero, ¿son estos modelos una buena representación de la gestión de la calidad total? Aunque basado en los principios de la gestión de la calidad total, ambos modelos evolucionan del concepto clásico de calidad total (gestión de la calidad) a un enfoque más de excelencia empresarial (calidad de la gestión). Segundo, ¿afecta su éxito a los ingresos netos de la empresa? Existen estudios conflictivos, sin embargo, la corriente principal de las investigaciones defiende los modelos de calidad y la gestión de la calidad total en cosechar resultados financieros, pero a largo plazo y sujeto a una implantación efectiva. Y la tercera crítica a los modelos de calidad se refiere a sus limitaciones como modelos de excelencia. Los criterios EFQM han sido descritos como vago y subvalorado en las áreas de mejora, innovación y estrategias de asociación de proveedores. (Bassioni, Price, & Hassan, 2004)

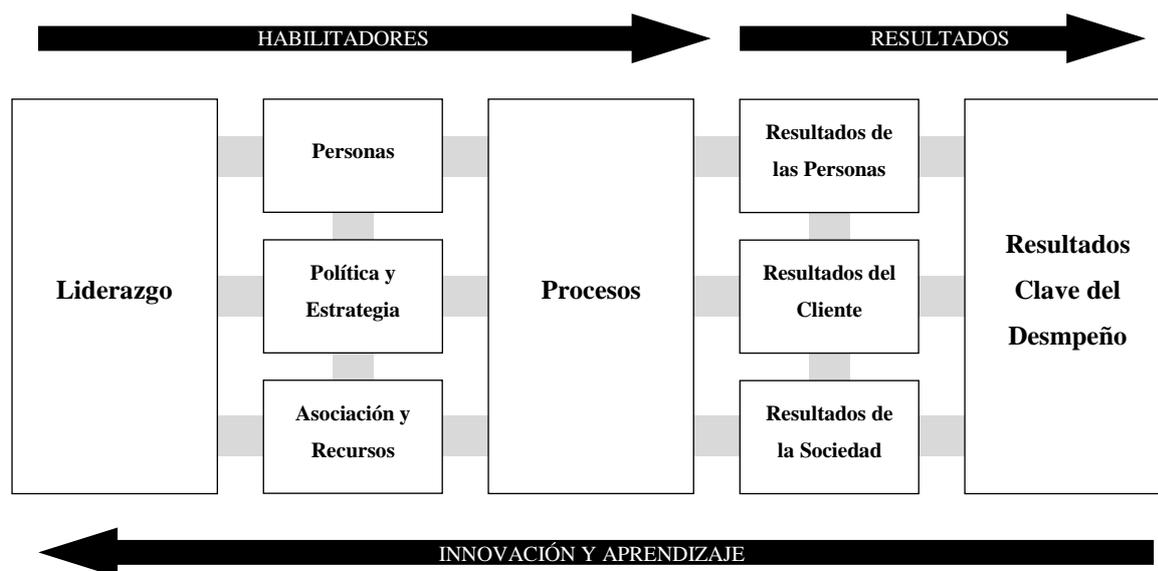


Figura 6. “EFQM Excellence Model” – 2002 © EFQM. Adaptado de Susilawati et al. (2013)

Si bien el EFQM y el MBNQA fueron desarrollados originalmente como modelos de excelencia de negocios, estos han sido utilizados como sistemas de medición del desempeño (Bassioni, Price, & Hassan, 2004); ambos contienen criterios que requieren medición de resultados y sus criterios pueden ser utilizados para identificar dimensiones de medición de desempeño la Figura 6 muestra los criterios del modelo de excelencia EFQM.

4.1.2.2. brechas en el conocimiento y la práctica.

Algunas deficiencias de los sistemas de medición del desempeño y modelos de excelencia presentados indican que pueden presentar una u otra de las siguientes limitaciones (Bassioni, Price, & Hassan, 2004): limitados o incomprensibles criterios o perspectivas de desempeño, no hay relación entre criterios o si existen estas no son simples y no pueden simular la complejidad actual, no hay desarrollo de medición o diseño de procesos, falta de guías de implementación y mantenimiento a largo plazo para adaptarse a los cambios del entorno y poca consideración de sistemas de desempeño existentes y su interacción con el modelo/sistema.

4.1.3. Indicadores clave del desempeño – ICD's [*Key Performance Indicators – KPI's*]

Según Cox et al. (2003), los Indicadores Clave del Desempeño – ICD's son recopilaciones de medidas de datos utilizadas para evaluar la ejecución de una operación de construcción. Son los métodos de gestión utilizados para evaluar el desempeño del empleado en una tarea determinada. Estas evaluaciones típicamente comparan el desempeño real y el estimado en términos de efectividad, eficiencia y calidad en cuanto a mano de obra y producto.

El “*Construction Best Practice Programme*” publicó en 1998 “*The Construction Industry Key Performance Indicators – KPI*”, unas medidas que llevarían al resurgimiento

de la construcción británica. Después de la experiencia obtenida de esos primeros 10 indicadores, en enero de 2000 se publicó “*The KPI Report of the Department of Environment, Transport and Regions (DETR)*” (Murray, 2003). En este informe se resumen las experiencias obtenidas y se publican una nueva serie de indicadores clave del desempeño. A la fecha muchos autores (Cox, Issa, & Ahrens, 2003; Chan & Chan, 2004; Haponava & Al-Jibouri, 2009; Almahmoud, Doloi, & Panuwatwanich, 2012) han utilizado esta herramienta para generar sistemas de medición del desempeño o marcos comparativos de evaluación de objetivos empresariales.

4.1.4. “*Benchmarking*”

Bhutta & Huq (1999) definen el “*benchmarking*” como el proceso de identificar los más altos estándares de excelencia para los productos, servicios, o procesos, y luego hacer las mejoras necesarias para alcanzar esos estándares, comúnmente llamados “mejores prácticas”. Camp (1989) lo define de manera más refinada como “la búsqueda de la industria por las mejores prácticas que la dirijan a un desempeño superior”. Luna Villareal (2017) resume de manera el concepto como un proceso de medición continua y de comparación de los procesos de una empresa contra los líderes del negocio en cualquier parte del mundo para obtener información que pueda ayudar a la empresa en la toma de decisiones para mejorar su desempeño.

Por lo tanto, el “*benchmarking*” es un proceso importante para las empresas en emular y aprender de las empresas líderes (Ramírez, Alarcón, & Knights, 2004), así como para comparar valores, y poder identificar fortalezas y debilidades organizacionales.

Según Garnett & Pickrell (2000) se han identificado tres tipos de “*benchmarking*”: producto, desempeño y proceso. Sin embargo, Bhutta y Huq (1999) clasifican los tipos de “*benchmarking*” en siete tipos según se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de “*benchmarking*”. Fuente (Bhutta & Huq, 1999)

Tipos	Definiciones
“<i>Benchmarking</i>” de desempeño	Es la comparación de medidas de desempeño con el propósito de determinar qué tan buena es nuestra compañía comparada con otras.
“<i>Benchmarking</i>” de procesos	Métodos y procesos son comparados en un esfuerzo para mejorar los procesos de la compañía propia.
“<i>Benchmarking</i>” estratégico	Se genera un estudio con el objetivo de hacer cambios estratégicos en la dirección de la compañía y compararse con la competencia en términos de estrategias.
“<i>Benchmarking</i>” interno	Se realizan comparaciones entre departamentos/divisiones de la misma compañía u organización.
“<i>Benchmarking</i>” competitivo	Es desarrollado contra “el mejor” de la competencia para comparar el desempeño y resultados.
“<i>Benchmarking</i>” funcional	Es un estudio comparativo de tecnología/procesos dentro de la empresa o área tecnológica. El propósito de este tipo de “ <i>benchmarking</i> ” es convertirse en el mejor en esa tecnología/proceso.
“<i>Benchmarking</i>” genérico	Comparación de procesos entre los mejores operadores de procesos independientemente de la industria.

La forma más efectiva para asegurar la mejora continua es el centrarse en los procesos básicos que se realizan en la empresa (Bhutta & Huq, 1999). El “*benchmarking*” da a la empresa un enfoque externo para observar qué es lo que los competidores están haciendo y mejorar. Con esto la evaluación comparativa, eleva el estándar de competencia en una industria. Bhutta & Huq (1999) también resaltan que el corazón del “*benchmarking*” es la identificación de las medidas de desempeño críticas y su comparación con medidas de desempeño similares, o de “las mejores organizaciones de su clase.

El “*benchmarking*” se puede realizar con diferentes metodologías y pasos en cada una de ellas. El proceso básico de evaluación consta de 5 componentes básicos, denominados la rueda de “*benchmarking*” (“*benchmarking wheel*”) que se muestra en la Figura 7.

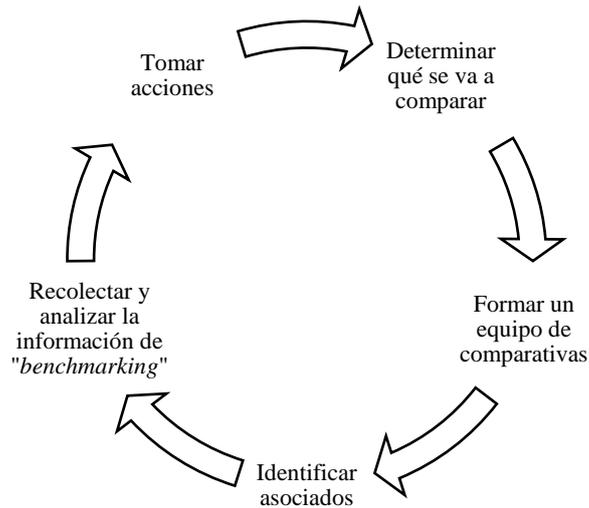


Figura 7. Rueda de "Benchmarking". Adaptado de Camp (1989)

Garnett y Pickrell (2000), mencionan un modelo genérico y flexible de 7 pasos generado a partir de la investigación desarrollada por Pickrell et al. (1997). En la Figura 8 se detallan dichos pasos a seguir para lograr un proceso de "benchmarking" aplicable a la industria de la construcción.



Figura 8. Modelo de lectura Pickrell et al. (1997)

Aun así, existen problemas en la implementación del “*benchmarking*”. Una encuesta aplicada a otras industrias muestra que la insuficiencia de recursos (tiempo, dinero, personal), la resistencia interna, experiencias negativas previas, dificultad en identificar y obtener asociados y la dificultad en obtener datos son los principales problemas a los que se enfrenta al aplicar el “*benchmarking*” (Garnett & Pickrell, 2000).

4.1.5. Trazabilidad

El término trazabilidad ha tenido aplicación en diferentes industrias, principalmente en el área de alimentos y en países particularmente con mayor desarrollo, incluso en los cuales se han publicado normativas específicas (García, Castañeras, & Davis, 2013).

Según la ISO 9000, la trazabilidad está definida como “la capacidad de rastrear la historia, aplicación o la ubicación de una entidad por medio de identificaciones registradas” (AENOR, 2015). La ISO 22005 es un estándar específico para la trazabilidad en los alimentos y la cadena de alimentación (AENOR, 2007). Para las definiciones ISO, se puede añadir a la trazabilidad “el origen de materiales y partes, la historia del procesamiento y la distribución y localización del producto después de la entrega” (Olsen & Borit, 2013).

Sin embargo, la definición ideal de trazabilidad fue propuesta por (Olsen & Borit, 2013), quien establece que la trazabilidad es “la capacidad de acceder a cualquier o toda información relacionada con aquello que está bajo consideración, a través de su ciclo de vida completo, mediante identificaciones registradas”.

Según (García, Castañeras, & Davis, 2013), se pueden considerar 3 tipos distintos de trazabilidad: trazabilidad ascendente (hacia atrás) que consiste en saber cuáles son los productos que son recibidos en la empresa, acotados con alguna información de trazabilidad (lote, fecha de caducidad/consumo preferente), y quienes son los proveedores de esos productos; trazabilidad interna o trazabilidad de procesos referida a la trazabilidad realizada

dentro de la propia empresa; trazabilidad descendente (hacia delante) que consiste en saber cuáles son los productos expedidos por la empresa, acotados con alguna información de trazabilidad (lote, fecha de caducidad/consumo preferente) y saber sus destinos y clientes.

En la Figura 9 se detallan aquellas características más importantes de cada una de estas maneras de ejecutar la trazabilidad.

Dentro de artículos científicos la definición de trazabilidad más referida en la de (Moe, 1998): “habilidad de rastrear un lote de producto y su historia a través de toda o en una parte de una cadena de producción desde su recolección, transportación, almacenamiento, procesamiento, distribución y venta”. También especifica que esta es la “trazabilidad de la cadena” y la define como “trazabilidad interna” siendo la misma cosa, pero “internamente en uno de los pasos de la cadena”, diferenciación muy útil que no se presenta en otras definiciones.

Trazabilidad hacia atrás	Trazabilidad de proceso (interna)	Trazabilidad hacia adelante
<ul style="list-style-type: none"> • ¿De quién se reciben los productos? • ¿Qué se ha recibido exactamente? • ¿Cuándo? • ¿Qué se hizo con los productos cuando se recibieron? 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando los productos se dividen, ¿cambian o mezclan? • ¿Qué es lo que se crea? • ¿A partir de qué se crea? • ¿Cómo se crea? • ¿Cuándo? • Identificación del producto final 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿A quién se entrega? • ¿Qué se ha vendido exactamente? • ¿Cuándo?

Figura 9. Características en diferentes tipos de trazabilidad. Fuente: (García, Castañeras, & Davis, 2013)

Hay que mencionar que todas las definiciones de trazabilidad que se encuentran están ligadas en su mayor parte a la producción de alimentos (Olsen & Borit, 2013).

La aplicación de la trazabilidad no está limitada, pues es de gran importancia darles seguimiento a los productos en cada etapa de su proceso (García, Castañeras, & Davis,

2013). Además, permite identificar un determinado producto desde su nacimiento hasta su destino.

La trazabilidad se aplicó como concepto en la construcción con éxito bajo el modelo de calidad 3Cv+2 en proyectos de vivienda, permitiendo observar la trazabilidad a lo largo de procesos de construcción – entrega interna – entrega al cliente – garantías – satisfacción del cliente mediante indicadores a través del tiempo (García, Castañeras, & Davis, 2013).

4.1.5.1. Trazabilidad y el sector de la construcción

La aplicabilidad de la trazabilidad en el sector de la construcción es algo más bien novedoso, y en el caso específico de la mejora continua es un mecanismo que nos ofrece una oportunidad fundamental de desarrollar esquemas o modelos de implementación en cualquier ámbito de la construcción, ya sea trazabilidad hacia atrás, interna y/o hacia adelante (García, Castañeras, & Davis, 2013). El alcance de la implementación de la trazabilidad en la calidad, insumos, productos parciales o finales, la relación con el cliente, etc., permite diseñar esquemas de trazabilidad que incluyen los tres tipos (antes, interna, y adelante).

De forma genérica se puede decir que el diseño de cualquier estudio de trazabilidad incluye esencialmente las siguientes etapas ilustradas en la Figura 10.

Las definiciones de los procesos de trazabilidad pueden ser tan amplios como se desee. Se podría dar de entrada un enfoque que sería de forma natural; el proyecto de construcción en un ciclo de vida y en casos específicos como el sector inmobiliario una mezcla del ciclo de vida técnico y el ciclo comercial desde el estudio de mercado hasta la posventa. De tal forma llegando a definir una ruta de la trazabilidad, que registre el avance que se tiene en la implementación de estrategias, evaluadas por indicadores parciales en cada etapa o fase del ciclo de vida del proyecto hasta su término y en esos puntos en específico verificar si

se han cumplido o no los objetivos planteados y en un caso de, a qué se debió su incumplimiento o cumplimiento parcial o total (Luna Villarreal, 2017).

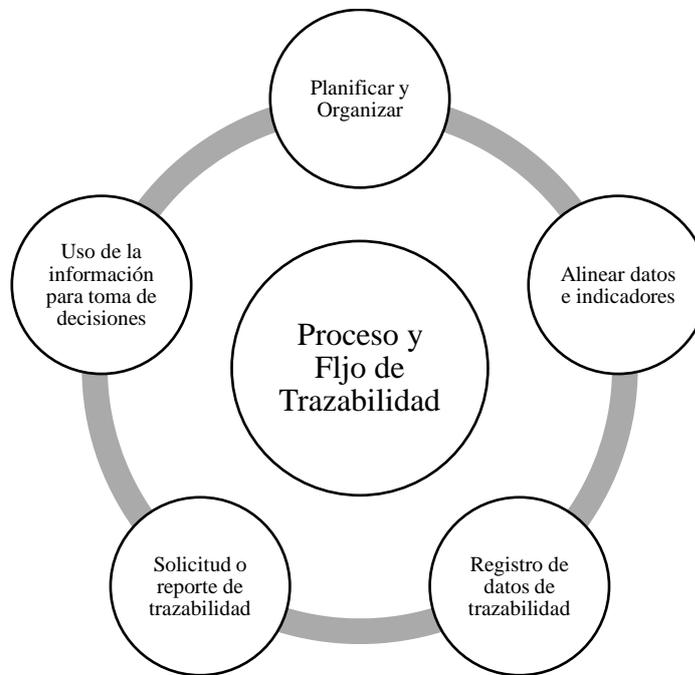


Figura 10. Diagrama de procesos de trazabilidad (García, Castañeras, & Davis, 2013)

El desempeño de la mayoría de los proyectos queda determinado por los indicadores de coste, tiempo y calidad denominados tradicionalmente “*iron triangle*” (Orihuela, Pacheco, & Orihuela, 2017). A través del tiempo se han generado una serie de indicadores que caracterizan la evaluación del desempeño en las diferentes etapas por las que un proyecto de construcción pasa. Aunque, muchas de esas evaluaciones o mediciones del desempeño son post-mortem y no se pueden mejorar o corregir las desviaciones. (García, Castañeras, & Davis, 2013).

De acuerdo con Luna Villarreal (2017) en la actualidad para las empresas del sector es sustancial contar con un mapa estratégico de indicadores que les permita definir su nivel actual de éxito y operativamente valorar la trazabilidad de sus resultados facilitando la toma

de decisiones evaluada por medio de una serie de indicadores de desempeño estratégicos ligados a gráficos de control que establezcan las directrices adecuadas para lograr una alta competitividad comparada con otros del sector.

4.2. Estado del conocimiento

4.2.1. Informes relevantes

Según Eagan (Rethinking Construction: The report of the Construction Task Force, 1998), en el sector de la construcción existen varias preocupaciones debido al bajo rendimiento, baja rentabilidad y poca inversión en capital, investigación, desarrollo y entrenamiento, generando insatisfacción de su desempeño.

El “*Task Force*” del Reino Unido identifica cinco directrices clave de cambio:

1. Liderazgo comprometido
2. Enfoque en el cliente
3. Procesos y equipos integrados
4. Un programa orientado a la calidad
5. Compromiso con las personas

Eagan (1998) también propone cambiar los modelos de licitación en el sector de la construcción por relaciones de largo plazo basadas en una clara medición del desempeño y sostenidas bajo mejoras en calidad y eficiencia. Como objetivo principal para alcanzar la mejora sostenida propone siete indicadores (ver en Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores Clave de Desempeño propuestos por Eagan (1998)

Indicador	Incremento anual
1. Coste de capital (todos los costes excluidos terrenos y financiamiento)	Reducir en 10%
2. Tiempo de Construcción (tiempo desde la aprobación del cliente a la terminación real)	Reducir en 10%
3. Previsibilidad (número de proyectos terminados en tiempo y dentro de presupuesto)	Incrementado en 20%

4. Defectos (reducción en el número de defectos en entrega)	Reducir en 20%
5. Accidentes (reducir en el número de accidentes reportables)	Reducir en 20%
6. Productividad (aumento en el valor agregado per cápita)	Incrementado en 10%
7. Facturación y beneficios (facturación y beneficios de compañías de construcción)	Incrementado en 10%

Para establecer un compromiso en la construcción pública para que todo el sector de la construcción en su conjunto logre una mejora y se vea beneficiado, el Gobierno de Reino Unido es invitado, a través del “*Department’s Best Practice Programme*”, por medio del reporte “*Rethinking Construction: The report of the Construction Task Force*” de Eagan. (Luna Villarreal, 2017)

Como respuesta al reto planteado por Eagan (1998), el “*Department of the Environment, Transport and te Regions – DETR*” del Reino Unido a través del “*KPI Working Group’s*” establece un sistema mediante el cual las empresas puedan medir su desempeño y compararse con el resto del sector (DETR, 2000).

En el reporte “*KPI Report for The Minister for Construction*” (2000) se identifican cuatro puntos importantes. Primero, el propósito de los Indicadores Clave de Desempeño ICD’s “*Key Performance Indicators – KPI’s*”, el cual es que los clientes del sector de la construcción desean proyectos entregados: en tiempo, dentro del presupuesto, libres de defectos, de manera eficiente, bien a la primera, seguros y por empresas rentables. Segundo, el sistema de ICD’s propuesto consiste en siete grupos principales: tiempo, coste, calidad, satisfacción del cliente, cambios del cliente, desempeño del negocio y seguridad y salud. Dentro de estos grupos se han desarrollado una serie de indicadores para ser aplicados tanto a nivel proyectual como empresarial (ver Tabla 3). Tercero, con la finalidad de establecer indicadores clave de desempeño durante toda la vida de un proyecto se establecen cinco etapas clave: compromiso en inversión, compromiso para la construcción, disponible para su uso, término del periodo de responsabilidad por defectos y término del tiempo de vida

del proyecto. Y cuarto, se establecen los niveles de los ICD's, que son: indicadores de alta dirección, indicadores operacionales e indicadores de diagnóstico.

Tabla 3. ICD's propuestos por Nick Raynsford (DETR, 2000)

Grupo	Indicadores	Nivel
Tiempo	1. Tiempo de Construcción	Alta Dirección
	2. Previsibilidad del tiempo – Diseño	Alta Dirección
	3. Previsibilidad del tiempo – Construcción	Alta Dirección
	4. Previsibilidad del tiempo – Diseño & Construcción	Operacional
	5. Previsibilidad del tiempo – Construcción (Órdenes de cambio por el cliente)	Diagnóstico
	6. Previsibilidad del tiempo – Construcción (Órdenes de cambio por el líder del proyecto)	Diagnóstico
	7. Tiempo de rectificación de defectos	Operacional
Coste	1. Coste de Construcción	Alta Dirección
	2. Previsibilidad de coste – Diseño	Alta Dirección
	3. Previsibilidad de coste – Construcción	Alta Dirección
	4. Previsibilidad de coste – Diseño y Construcción	Operacional
	5. Previsibilidad de coste – Construcción (Órdenes de cambio por el cliente)	Diagnóstico
	6. Previsibilidad de coste – Construcción (Órdenes de cambio por el líder del proyecto)	Diagnóstico
	7. Coste de rectificación de defectos	Operacional
	8. Coste en Uso	Operacional
Calidad	1. Defectos	Alta Dirección
	2. Problemas de calidad a la entrega del proyecto	Operacional
	3. Problemas de calidad al final del periodo de supervisión	Operacional
Satisfacción del Cliente	1. Satisfacción del cliente en el producto – criterio estándar	Alta Dirección
	2. Satisfacción del cliente en el servicio – criterio estándar	Alta Dirección
	3. Satisfacción del cliente – criterio específico del cliente	Operacional
Cambio de Órdenes	1. Órdenes de cambio – cliente	Diagnóstico
	2. Órdenes de cambio – gerente de proyecto	Diagnóstico

Rendimiento empresarial	1.	Rentabilidad (empresa)	Alta Dirección
	2.	Productividad (empresa)	Alta Dirección
	3.	Retorno del capital invertido (empresa)	Operacional
	4.	Retorno sobre el valor agregado (empresa)	Operacional
	5.	Cobertura de intereses (empresa)	Operacional
	6.	Retorno de la inversión (cliente)	Operacional
	7.	Predictibilidad de los beneficios (proyecto)	Operacional
	8.	Relación de valor agregado (empresa)	Diagnóstico
	9.	Repetir el negocio (empresa)	Diagnóstico
	10.	Dinero extraordinario (proyecto)	Diagnóstico
	11.	Tiempo para llegar al cierre de cuentas final (proyecto)	Diagnóstico
Salud y Seguridad	1.	Accidentes reportables (incl. fatalidades)	Alta Dirección
	2.	Accidentes reportables (sin fatalidades)	Operacional
	3.	Accidentes con tiempo perdido	Operacional
	4.	Fatalidades	Operacional

4.2.2. Características propias del sector de la construcción

La industria enfocada en el área de la construcción se ha acusado de ser de las peores, derrochadora, ineficiente e inefectiva (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004). A parte es inestable y no hace mucho no era tan refinada en la parte de liderar y administrar, ni fuerte en determinar los ejercicios que dirigían la industria (El-Mashaleh, Minchin Jr., & O'Brien, 2007) Es dinámica por originalidad y su dominio aún más la alta duda en el desarrollo de procesos, presupuesto y tecnología. Otras particularidades añadidas a dicha industria son: temporales, fragmentadas y de corto plazo (Chan & Chan, 2004).

La industria de la construcción está dirigida a proyectos y estos están estimados como únicos, aunque pueda dar procesos parecidos, pero el diseño y lugar serán distintos. La industria de la construcción está orientada a proyectos; cada proyecto es considerado como único, aunque pueda compartir etapas y procesos similares el sitio o el diseño son diferentes. Por tanto, el equipo de trabajo y el punto de vista para llevarlo a cabo también son diferentes (Wegelius-Lehtonen, 2001). Se distingue por poseer dificultades en su forma especialmente en las partes que a refrenado su ejecución (DETR, 2000).

La oferta está fuertemente establecida en la construcción típica en la que ganara la de menor coste tenga. (Wegelius-Lehtonen, 2001). Según Wong (2004) investigaciones preliminares elaboradas en dicho tema procuran eliminar las debilidades que hay en el proceso de elección de los contratistas (“costes bajos” – favoritismo en la selección y juicios subjetivos) y otras opciones en la práctica.

Comúnmente los clientes y profesionales de la construcción cubren los métodos de elección de dichos contratistas hablados anteriormente, y estos apoyan a dirigir los factores cuantitativos y de multicriterio (Wong, 2004).

Destacadas búsquedas que tienen relación con los procesos de clasificación y elección de contratistas. Significativas investigaciones relacionadas a métodos de evaluación y selección de contratistas se realizaron generando una variedad de prácticas en ese tema (Wong, 2004). Incluso algunas de ellas usan el enfoque multicriterio para la selección de contratistas enfocándose en el uso de métodos alternativos esencialmente con la intención de evaluar las fortalezas y debilidades de desempeño del contratista como medio de predicción de su probable desempeño (Luna Villarreal, 2017).

Neely (2005) dio siete razones por las que la medición del desempeño es ahora un orden del día en la administración todos ellos puntos relevantes para la industria de la construcción: cambios en la naturaleza del trabajo, creciente competencia, iniciativas de mejoras específicas, premios de calidad nacional e internacional, cambios en roles organizacionales, cambios en las demandas externas, y el poder de la tecnología de información.

4.2.2.1. Sistemas de contratación en proyectos del sector de la construcción

Existen actualmente cuatro tipos de sistema de contratación dentro del sector de la construcción. Estos son: Diseño-Licitación-Construcción (“*Design-Bid-Build, DBB*”),

Dirección Integrada De Proyecto (“*Construction Manager at Risk, CMR*”), Proyecto-Obra (“*Design-Build, DB*”) y Proyectos Integrados (“*Integrated Project Delivery, IPD*”); los cuales son descritos en los subapartados siguientes.

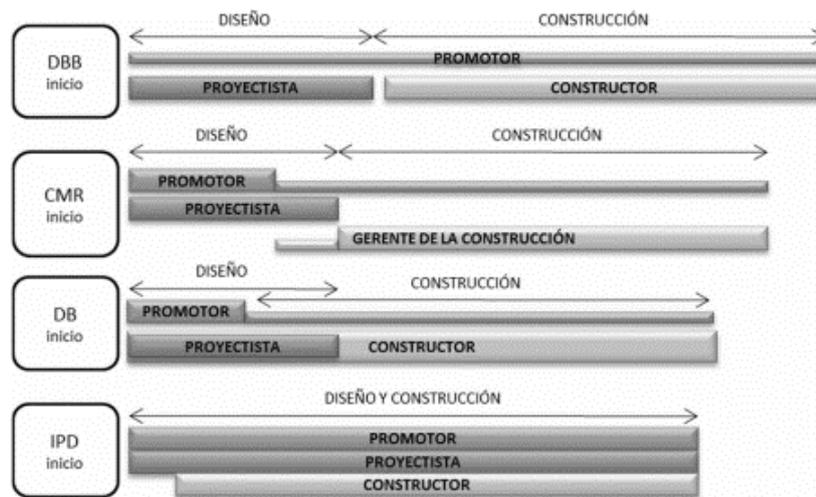


Figura 11. Línea de tiempo e involucrados en los diferentes sistemas de contratación. Fuente: (Sanz, 2017)

En la Figura 11 se aprecia una comparación los diferentes sistemas de contratación, sus implicados, momentos en los que intervienen en el proyecto y una línea de tiempo común para todos ellos.

4.2.2.1.1. diseño-licitación-construcción.

En este tipo de sistema el promotor contrata a un proyectista del que obtiene un proyecto técnico. Posteriormente, cuando el proyecto se ha completado en detalle contrata a un constructor (contratista principal) que ejecutará por completo la obra.

El promotor es responsable de cara al contratista principal de los detalles del diseño y de la calidad de los documentos que componen el proyecto facilitados al constructor; y el constructor es responsable de realizar y completar el trabajo requerido en los términos del

contrato a satisfacción del propietario. El constructor debe tener la capacidad financiera y técnica requerida para realizar el trabajo (Sanz, 2017).

4.2.2.1.2. dirección integrada de proyecto.

La Dirección Integrada de Proyecto es otro sistema de contratación en el que el promotor contrata a un proyectista los servicios de diseño y por otro lado contrata la construcción de la obra a un Gerente de Construcción (“*Construction Manager – CM*”) que actúa como contratista principal gestionando la obra a partir del proyecto, garantizando un coste y un plazo de ejecución (Sanz, 2017). Al igual que el sistema tradicional el diseño y la construcción tienen contratos por separado y el promotor es responsable frente al contratista de los detalles del diseño.

A diferencia del sistema tradicional (diseño-licitación-construcción) esta estrategia permite la incorporación del Gerente de Construcción en el proceso de diseño. La idea de Dirección Integrada de Proyecto surge para resolver el problema de la toma simultánea de decisiones de diseño y construcción cuando el plazo es un factor crítico. La Dirección Integrada de Proyecto se convierte en un miembro colaborativo del equipo del proyecto que facilita servicios tales como: presupuesto, estimación de costes, programación, propuestas técnicas y constructivas (ingeniería de valor) (Sanz, 2017). La ejecución del Dirección Integrada de Proyecto implica dos contratos: diseño (generalmente consultores) y construcción (a un Gerente de Construcción).

4.2.2.1.3. proyecto-obra.

De acuerdo con Chan & Yu (2005), un proyecto-obra puede ser realizado por una empresa de contratación de proyecto-obra (P/O), donde todos los servicios, incluyendo el diseño y la construcción, son proporcionados por la misma empresa; o que puede ser realizada por un constructor que entra en contrato con un diseñador para llevar a cabo las

obras de diseño; o un diseñador que entre en contrato con un constructor para llevar a cabo las obras de construcción.

En el artículo “*Educational Needs Assessment for Design/Build Project Delivery*” de Molenaar & Saller (2003) describen el ciclo de vida de este sistema de contratación y se puede apreciar en la Figura 12.

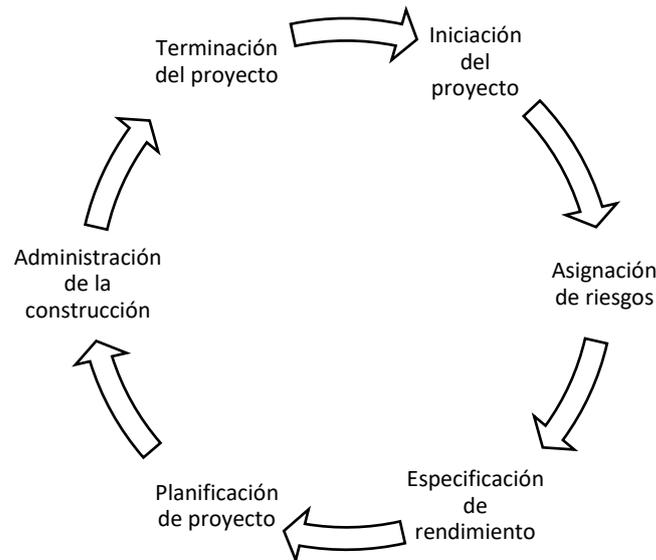


Figura 12. Ciclo de vida de proyectos tipo proyecto-obra. Fuente: (Molenaar & Saller, 2003)

Al igual que en la Dirección Integrada de Proyecto, el constructor tiene una incorporación temprana en el proceso de diseño. Con este tipo de sistema se reducen notablemente los plazos y los promotores prefieren una responsabilidad única en el diseño y la construcción (Sanz, 2017).

4.2.2.1.4. proyectos integrados.

En sistema de contratación de Proyectos Integrados es un sistema novedoso en el cual el promotor establece acuerdos contractuales con el equipo de diseño y el contratista principal para que, en colaboración, se comprometan a trabajar en equipo en todo el proceso

de diseño y construcción. En otras palabras, todos los involucrados se encuentran en todas las etapas del proyecto (Sanz, 2017).

Esta estrategia integra a las personas en el proceso y aprovecha el talento y las ideas de todos los participantes para optimizar los resultados y reducir las pérdidas. Los contratos que se establecen combinan riesgos y compensaciones para todos los participantes. Una característica esencial de este sistema es que los equipos han de ser multidisciplinarios. Esto se puede apreciar en la Figura 13, donde todos realizan una labor colaborativa.

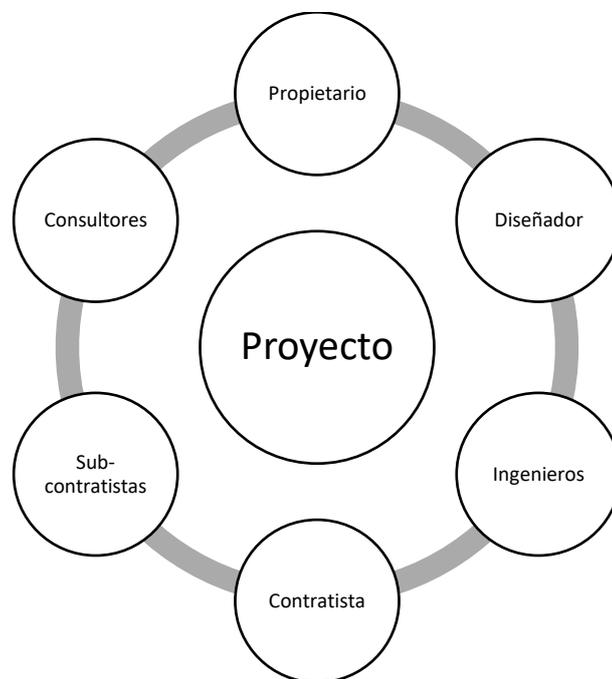


Figura 13. Esquema de Proyectos Integrados. Fuente: (Sanz, 2017)

4.2.3. La medición del desempeño en el sector de la construcción

De acuerdo con Nudurupati et al. (2010), tradicionalmente solo los modelos de contabilidad de costes describen los procesos de producción y fueron usados para controlar los negocios. La calidad, tiempo, coste y flexibilidad fueron posteriormente empleados como nuevas dimensiones del desempeño.

Muchos estudios sobre la medición del desempeño hacen énfasis en el papel clave que toman los sistemas de gestión de la información en las actividades de medición del desempeño para dar soporte a la captura, análisis e interpretación y proceso de reporte de la información (Luna Villarreal, 2017).

La industria de la construcción opera con complejas cadenas de suministros con diferentes clientes alcanzando sus propios objetivos. La mayor debilidad del sector construcción es la logística, los materiales y el flujo de información (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004; Chan & Chan, 2004).

De acuerdo con Kagioglou et al. (2001), muchas industrias principalmente la manufactura con la finalidad de mejorar su desempeño han incorporado nuevos métodos y técnicas para cambiar los paradigmas tradicionales. La creación de nuevas filosofías como ingeniería concurrente, construcción sin pérdidas o “*lean construction*” y algunas otras como JIT, TQM, etc..., fueron sugeridas para su implantación en la construcción desde la manufactura por algunos autores. La directriz principal de esas filosofías es la optimización del desempeño de la empresa tanto interna como externa dentro de su respectivo mercado. Lo que inevitablemente ha dirigido a “repensar” los sistemas de gestión y medición del desempeño (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

De acuerdo con Ramírez et al. (2004) la creciente competitividad de la industria de la construcción, resultado de la globalización y cambio de necesidades de los clientes, ha motivado a las empresas constructoras a evaluar e implementar nuevas herramientas y filosofías para lograr ventajas competitivas. Las empresas de la industria de la construcción necesitan inminentemente sistemas de medición de desempeño ya que muchas de ellas pueden tener que ejecutar varios proyectos al mismo tiempo que requieren de información relevante de desempeño (Wegelius-Lehtonen, 2001). De acuerdo con Yu et al. (2007) lo

complejo del entorno hace que la medición del desempeño resalte más según la frase “si no puedes medirlo, no puedes administrarlo”. Aunque los sistemas de medición del desempeño es un tema de unas dos décadas tanto en la academia como en los negocios, su uso como herramienta de mejora y control de la logística está muy limitado (Wegelius-Lehtonen, 2001).

La importancia de identificar el desempeño de una empresa es evidente a lo largo de los mercados en el mundo cuyos objetivos son atraer futura inversión, incrementar el valor de mercado y atraer empleados de alto potencial. Tradicionalmente la medición del desempeño en la construcción se ha abordado de dos maneras: (a) en relación con el producto como una instalación, (b) en relación con la creación del producto como un proceso (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

Según Cox et al., (2003) la industria de la construcción comúnmente rastrea los cambios en el progreso en términos de unidades de trabajo completadas alcanzadas durante un periodo de tiempo y los costes asociados en términos de horas de trabajo o unidades monetarias. La manera común de evaluar el éxito/fracaso de un proyecto de construcción es mediante el grado de desempeño en el que los objetivos del cliente en términos de tiempo coste y calidad son alcanzados; de hecho, son frecuentemente vistos como los tres indicadores de desempeño tradicionales usados en la industria de la construcción del Reino Unido.

Está claro que las medidas tradicionales de desempeño de proyectos de construcción no son suficientes para evaluar su verdadero desempeño. Kagioglou et al., (2001) argumenta que los métodos usados para medir el desempeño en proyectos de construcción fallan dentro de las tres principales categorías del BSC:

1. Perspectiva financiera. ¿De qué manera ven el proyecto los accionistas financieros?

2. Perspectiva procesos internos del negocio. ¿Cómo vamos realizándolo en nuestras actividades clave del proceso?
3. Perspectiva del cliente. ¿Cómo nuestros clientes potenciales y existentes nos ven?

Si la medición de desempeño fuese adoptada de manera inductiva por todas las compañías involucradas en el proyecto podrán incluirse entonces ambas medidas de desempeño a nivel empresa o proyecto (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

La evaluación del impacto de un determinado cambio en el proceso de construcción se refiere a un cambio en la productividad para la tarea en medición. Una definición clásica de productividad es “una comparación de la salida de un proceso de producción con su correspondiente entrada” (Cox, Issa, & Ahrens, 2003).

La medición de la productividad involucra la colección de información de varias actividades en específico trabajo en marcha y sus correspondientes horas de trabajo durante un periodo de tiempo determinado. Horas de trabajo, cantidades y productividad son evaluadas de nuevo contra lo planeado o los valores base usados en los estimados del proyecto (Luna Villarreal, 2017).

Los tres principales pasos en implementar ICD's son los siguientes: decidir que medir, tomar datos y calcular los ICD's.

Chan & Chan (2004) concluyen que los ICD's son principalmente desarrollados desde un punto de vista teórico. En su aplicación práctica se encuentran diversas dificultades: (1) porque la información que incluye cantidades económicas es sensiblemente confidencial y (2) por las mediciones de seguridad y salud en cuanto a las fórmulas propuestas en tasas anuales que por la rotación del personal es difícil de medir.

4.2.4. Indicadores de proyecto

Según Orihuela et al. (2017) los indicadores para medir el desarrollo empresarial, el desempeño del proyecto y los programas de “*benchmarking*”, también pueden ser clasificados en indicadores de resultados, de proceso y principales:

4.2.4.1. Indicadores de resultados

Los indicadores de resultados buscan evaluar el logro de los objetivos o el logro de los resultados esperados. El informe sobre ellos debe presentarse al propietario del proyecto y a la alta dirección (Alarcón, Grillo, Freire, & Diethelm, 2001). Pueden referirse tanto a los resultados internos de final de cada fase y los resultados finales, al finalizar el proyecto.

4.2.4.2. Indicadores de proceso

Los indicadores de proceso buscan medir el desarrollo de actividades relacionadas con los procesos necesarios para obtener el producto final. En otras palabras, buscan evaluar los pasos para alcanzar el objetivo, tales como diseño, construcción, planificación y adquisiciones (Alarcón, Grillo, Freire, & Diethelm, 2001).

4.2.4.3. Indicadores principales

Los indicadores principales están relacionados con acciones proactivas o preventivas; se pueden utilizar como predictores de los futuros niveles de rendimiento de cualquier aspecto de un proyecto (Toellner, 2001; Hinze, Thurman, & Wehle, 2013). En otras palabras, los indicadores principales miden las variables que se sabe que están relacionadas con ciertos indicadores de resultados y de proceso (Jablonowski, 2011). Sin embargo, a diferencia de estos indicadores, que son *post-mortem*, los indicadores principales pueden ser medidos oportunamente para tomar acciones correctivas.

4.2.5. “Benchmarking” en el sector de la construcción

El “*Benchmarking*” es una herramienta de optimización continua que permite a las compañías mejorar el desempeño mediante la identificación, adaptación e implementación de las mejores prácticas (Ramírez, Alarcón, & Knights, 2004). También sirven para motivar a los empleados y establecer objetivos realistas demostrando que pueden ser alcanzables por otras compañías (Luna Villarreal, 2017).

Alarcón et al. (2001), presenta que “la medición del desempeño y el “*benchmarking*” son la piedra angular de desafío de cualquier industria para ser de clase mundial. Un empuje de “*benchmarking*” trascendental aporta más hacia un cambio en la cultura, procesos y mejora del desempeño y productividad. El “*benchmarking*” admite que una empresa asemeje sus áreas de oportunidad de desempeño y desarrolle programas de mejora continua para todas las etapas de sus procesos”.

El “*benchmarking*” es clave para añadir valor al control de desempeño (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004) y un instrumento para identificar las compañías constructoras exitosas y la base de su éxito El objetivo del “*benchmarking*” es confrontar el desempeño de empresas relacionadas entre sí permitiéndoles reconocer sus debilidades y fortalezas comparadas con el resto de la industria (Luna Villarreal, 2017).

Actualmente las compañías constructoras usan una perspectiva más balanceada con el monitoreo de mediciones no financieras y un aumento en el uso de aspectos de medición del desempeño del cliente, impacto en la sociedad y accionistas internos. Por otra parte, la filología cita sistemas que ajustan el desempeño de los contratistas que incluyen aspectos no financieros; sin embargo, estos sistemas estaban preocupados con la licitación y selección de contratistas (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

4.2.6. Indicadores clave del desempeño en el sector de la construcción

Es más aguda la necesidad de implementar indicadores que permitan el impulso de la industria de la construcción, ya que incluye su implementación en varios proyectos y controlar mucha entrada de recursos. Muchas compañías constructoras dependen aun de sistemas de medición del desempeño enfocados en rentabilidad financiera (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

En la industria de la construcción se efectuaron varios estudios manejando los sistemas de medición de desempeño: El CII (1996) en Estados Unidos desarrolla métricas de desempeño desde entonces. En el Reino Unido el (DETR, 2000) a raíz de los reportes de Eagan (1998).

En su estudio Yu et al. (2007) argumentan que los estudios estuvieron enfocados a la medición del desempeño de proyectos, pero los más recientes estudios están enfocados a nivel empresa (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004; Bassioni, Price, & Hassan, 2004)

De acuerdo con Beatham et al. (2004) se presentan 5 problemas fundamentales al introducir la medición del desempeño en el sector de la construcción:

1. Se enfoca en “*Key Performance Outcomes – KPO’s*” mediciones posteriores al hecho, por tanto, es un indicador desfasado o “*lagging*” a un nivel alto de la dirección de la empresa donde hay poca oportunidad de realizar cambios lo que imposibilita su uso en la toma de decisiones administrativas. Hay una importante necesidad de entender la diferencia entre mediciones “*lagging*” y “*leading*”.
2. Los ICD’s no fueron alineados a la estrategia del negocio o a los objetivos de las compañías constructoras.

3. Fueron diseñados para comparar toda la industria, pero por diferentes problemas en los tipos de contratación y falta de datos esto no es posible.
4. Los ICD's no proveen un enfoque global de las compañías.
5. Los ICD's no son incorporados en un sistema de medición del desempeño que incluya revisión y acción. Se identifican dos ciclos: (1) Implementación de medidas y (2) Cambio de acción en función de los resultados.

De acuerdo con Beatham et al., (2004) las mediciones deben ser alineadas con la visión, misión y las estrategias en todos los niveles y en los diferentes aspectos. La medición del desempeño es utilizada en los negocios como herramienta de evaluación de desempeño de la administración, administrando los recursos humanos y formulando la estrategia corporativa. Para evaluar el nivel de desempeño y generar un “*benchmarking*” utilizando ICD's, el resultado de evaluación debe ser estimado periódicamente (Yu, Kim, Jung, & Chin, 2007). En el cálculo del resultado de desempeño el peso de cada resultado necesita tener consideradas las diferentes prioridades de cada indicador. En el desarrollo del sistema es importante mantener segura la información levantada para tener una efectiva evaluación. (Luna Villarreal, 2017)

Los modelos de “*Benchmarking*” en construcción de Fisher et al. (1995), Hudson (1997) y CII (2000) y CBPP (1998) fueron sujetos de revisión y crítica. El modelo de Fisher (1995) fue el primer modelo aplicado a la industria de la construcción. El “*Houston Business Roundtable – HBR*” conformó un grupo de promotores y contratistas para solicitar ideas y compilar la información inicial para usarla en la industria de la construcción. Fisher afirmó que el HBR fue motivado por el hecho de que “actualmente no hay estándares de comparación para la industria de la construcción ni hay organizaciones no lucrativas establecidas con el propósito de recolectar información” (Luna Villarreal, 2017).

Hudson (1997) desarrollo su estudio sobre “*benchmarking*” bajo la guía del comité del “*Benchmarking and Metrics (BM&M) del CIP*”. En el 2000 el comité del BM&M publicó un reporte que mostraba las normas para algunas métricas desarrolladas por Hudson. La base de datos de su reporte consistía en 901 proyectos de 37 promotores y 30 contratistas. El reporte caracterizaba los proyectos basados en el tipo de construcción, tamaño del proyecto, naturaleza del proyecto y localización (Luna Villarreal, 2017).

El modelo de “*benchmarking*” del CBPP es mejor conocido como el modelo de KPI. Este es desarrollado e implementado en el Reino Unido, tanto a nivel proyecto como empresa.

Los modelos de referencia propuestos anteriormente para la industria de la construcción, todos tienen importantes deficiencias, si el objetivo es un análisis de toda la compañía. El-Mashaleh (2007) criticó estos modelos de evaluación comparativa y argumentó que, si el objetivo era medir el rendimiento en toda la empresa, todos quedan cortos en cuatro aspectos:

1. Los modelos existentes son específicos del proyecto. No proporcionan una visión del desempeño general de la empresa.
2. Los modelos actuales no apoyan al entendimiento de las disyuntivas entre las diferentes variables que afectan el desempeño.
3. Los modelos no dan una idea de las relaciones entre como los recursos son gastados y el resultado de éxito relativo.
4. Como consecuencia de ser específicos de proyecto, los modelos de “*benchmarking*” existentes no permiten la medición del impacto de ciertos factores tecnológicos y administrativos en el desempeño general de la empresa.

Varias medidas deben ser utilizadas en conjunto para medir el desempeño empresarial. Evaluaciones generales del desempeño de una empresa toman particular importancia cuando pueden ayudar a prevenir a los administradores de mejorar una métrica a expensas de lastimar la eficiencia general de la empresa (El-Mashaleh, Minchin Jr., & O'Brien, 2007).

4.2.7. El ciclo de vida del proyecto y el diseño del sistema de medición

En la actualidad en cuanto se refiere a la construcción de un proyecto se vuelve en un trabajo muy tedioso y complicado (Chan & Chan, 2004). Todos los encargados en administrar necesitan tener la información más actualizada y no se deben guiar principalmente por los datos financieros para lograr obtener las mejores decisiones y acciones para tal proyecto (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

Es de suma importancia destacar que las mejoras en el coste del desempeño de dicho negocio no deben de repercutir o dañar la calidad y seguridad de esta. Todos y cada uno de los proyectos tiende a verse como una cadena de proceso de entrega donde todas las partes del proceso están implicadas. (Wegelius-Lehtonen, 2001). Por ende, se necesitan tomar medidas para mejorar las cadenas o procesos logísticos en la rama de la industria de construcción.

Los puntos clave del desempeño aceptados y más comunes, son los que se pueden medir físicamente en dinero, unidades u horas. (Cox, Issa, & Ahrens, 2003).

Un proyecto en el área de construcción para lograr el éxito dependerá de varios factores como ser: La complejidad, acuerdos contractuales, relaciones entre los participantes, la competencia de los administradores de proyectos y las habilidades de los miembros clave del proyecto. El éxito de un proyecto a la hora de la entrega del mismo requiere de la mayor dedicación del equipo de trabajo del proyecto quienes llevan a cabo muchas actividades del

mismo pero el principal y el de más importancia del equipo de trabajo es el administrador de proyectos ya que es el responsable de dirigir y coordinar el proceso de construcción en su totalidad y por ende es la persona de mayor importancia en dicho equipo de trabajo (Luna Villarreal, 2017).

La esencia del éxito de un proyecto se realiza mediante unos criterios y estándares, que con ellos las personas que dirigen el proyecto pueden llevar a cabo el trabajo con los mejores resultados. No obstante, esta definición es indeterminada entre las profesiones del área de construcción (Chan & Chan, 2004).

4.2.8. Tipos de mediciones del desempeño y sistemas bases de medición de desempeño

Las medidas de desempeño son clasificadas de varias maneras según la literatura. Hay mediciones agrupadas dentro de suaves y duras, financieras y no financieras, así como de proceso y salida. Otra clasificación está basada en el nivel organizacional donde la medición de datos es llevada o usada; por ejemplo: alta gerencia, gerencia media u operación (Luna Villarreal, 2017). Las medidas de desempeño son utilizadas para medir y mejorar la eficiencia, la calidad de los procesos del negocio e identificar oportunidades para mejoras progresivas en el desempeño de procesos (Wegelius-Lehtonen, 2001).

Según Wegelius-Lehtonen (2001), una dimensión encontrada en la literatura es la frecuencia de las mediciones. Hay mediciones globales por naturaleza cubriendo un amplio alcance de actividades. Las medidas globales proveen a la alta gerencia un sentido de si los objetivos estratégicos se están alcanzando. Su monitoreo es mensual o quincenal. Es una forma de mantener a la gerencia en contacto con el mundo exterior. Los otros tipos de medidas son más específicas para el flujo de trabajo interno. Estas representan mediciones del día a día de la eficiencia y efectividad de la operación.

Un método de administración utilizado para evaluar el desempeño de los empleados en una actividad particular es por medio de ICD's. Estas evaluaciones típicamente comparan el desempeño actual y estimado en términos de efectividad, eficiencia y calidad tanto de mano de obra como de producto (Cox, Issa, & Ahrens, 2003).

Las medidas financieras que son muy usuales; tienden a medir el pasado y por tanto a medir lo fácilmente medible. Su principal problema radica en que la información financiera está retrasada en el sentido que describe los resultados de las decisiones y acciones administrativas después de que ocurrieron por al menos un periodo de reporte (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

En su estudio, Beatham et al. (2004) exponen que la medición del desempeño es criticada porque frecuentemente se enfoca en criterios muy estrechos o fácilmente cuantificables como coste y productividad mientras descuida otros criterios importantes para un éxito competitivo. Las razones identificadas del por qué según Neely (2005) esos tipos de medidas son criticadas se deben a que: (1) Fomentan el cortoplacismo. (2) Carecen de enfoque estratégico y no proporcionan datos sobre la calidad, capacidad de respuesta y flexibilidad. (3) Fomentan la optimización local. (4) No fomentan la mejora continua.

Adicionalmente a las razones expuestas, en su estudio Beatham et al. (2004) cita algunos ejemplos donde las mediciones de desempeño tradicionales son desarrolladas de sistemas de costeo y contabilidad, criticadas por fomentar el cortoplacismo, perdiendo enfoque estratégico, fomentando la optimización local, fomentando la minimización de variabilidad en lugar de mejora continua, no estar enfocado externamente y por destruir la competitividad en la industria de la manufactura en los Estados Unidos.

La razón principal por la que fallan esas medidas financieras es porque son indicadores rezagados "*lagging metrics*" en las que los resultados se reportan y las decisiones son

hechas con información del pasado y por lo tanto su bajo uso en mejorar el desempeño actual (Luna Villarreal, 2017).

Las empresas que se basan en medidas financieras solo pueden identificar su desempeño pasado y no que contribuyó a alcanzar ese desempeño (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001). La investigación empezó a mostrar interés en la medición del desempeño desde finales de 1980 cuando la globalización incrementó la competencia y llevó a las compañías a considerar medidas no tradicionales.

Al entender cómo una empresa logra un desempeño particular y mediante el diseño de medidas proactivas o principales “*leading metrics*” (opuestas a las “*lagging metrics*”) es que se puede medir cómo una empresa podría iniciar la mejora e incrementar su valor de mercado (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

El cuadro de mando integral “*Balanced Scorecard – BSC*” es un sistema de gestión del desempeño que involucra indicadores de tipo “*lagging*” y “*leading*”. Está organizado en 4 perspectivas: perspectiva del cliente, procesos internos del negocio, crecimiento y aprendizaje y financiera. Los indicadores financieros son del tipo “*lagging*” y los demás en las otras perspectivas como “*leading*”.

Algunos autores identifican algunos puntos fuertes del BSC. (1) Protege contra la suboptimización lo cual obliga al personal directivo de alto nivel a considerar todas las cuestiones operativas importantes. (2) Comunica los objetivos y la visión de la empresa. (3) Si se implementa adecuadamente, enfoca los esfuerzos de la empresa en un número relativamente pequeño de medidas con relativo bajo coste (Luna Villarreal, 2017).

Beatham et al. (2004), argumenta que el BSC es un sistema en el cual la comprensión de las relaciones entre objetivos, actividades, resultados y la integración del proceso de administración, puede apoyar a la articulación precisa de los objetivos de una empresa, la

formulación de estrategias, la generación de planes y presupuestos, y el establecimiento de un sistema de información para el monitoreo y administración del desempeño.

Adicionalmente el BSC ayuda a direccionar una serie de indicadores en cascada que permite a las unidades y la empresa coordinar sus objetivos, comportamiento y con la estrategia general de la empresa. El BSC utiliza ICD's específicos para evaluar el desempeño de la empresa. (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004).

La alta administración debe tener claramente identificados los objetivos y como estos serán alcanzados, así como sus restricciones en el negocio para alcanzarlos. Para administrar la estrategia, una empresa se debe medir su desempeño a través de indicadores y después analizar sus operaciones en una forma iterativa. (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004).

Bititci et al., (1997) explican la diferencia entre gestión y medición del desempeño; el primero “es visto como un sistema de control de circuito cerrado en el cual se implementan políticas y estrategias, se obtiene retroalimentación de varios niveles con la finalidad de administrar el desempeño del sistema”. Un sistema de medición del desempeño “es el sistema de información en el cual está el corazón de los procesos de gestión del desempeño y su importancia es crítica para el efectivo y eficiente funcionamiento del sistema de gestión del desempeño”. Sin embargo, Luna Villarreal (2017) aclara que el proceso de medición de desempeño es el proceso de establecer el nivel de éxito de las empresas o individuos cuando logran sus objetivos y estrategias.

Una empresa no puede pretender tener un efectivo sistema de gestión del desempeño si las métricas utilizadas no están relacionadas con los objetivos estratégicos de la empresa. Las empresas administradas mediante mediciones de desempeño logran mejor desempeño

comparado con otras compañías que no lo utilizan como herramienta clave de la administración (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

Las mediciones financieras se han agregado históricamente con facilidad sobre los niveles organizacionales y a través de las funciones; sin embargo, con la introducción de medidas no financieras diferentes unidades de medición existen y su incorporación no es una tarea sencilla (Bassioni, Price, & Hassan, 2004).

Autores sugiere que el diseño de una medida de desempeño es un proceso con entradas y salidas. Para apoyar este proceso, se ha propuesto el uso de la hoja de registro. Los elementos que la integran se basan en un número sustancial de investigaciones y casos de estudio. La hoja de registro de medición de desempeño ofrece un sistema sólido para diseñar medidas de desempeño, pero no necesariamente para poderlas evaluar en términos del grado de relación con la estrategia o con otras medidas (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001).

De acuerdo con Cox et al. (2003), los indicadores de desempeño pueden ser definidos ya sea por resultados cuantitativos de un proceso de construcción o por medidas cualitativas como el comportamiento de los trabajadores en la obra. Un análisis preciso del desempeño de la construcción puede ser alcanzado solo después de que son determinados y monitoreados los indicadores clave.

Las unidades cuantitativas de desempeño han de ser sencillas, fáciles de recopilar y aplicar. En muchos casos las mismas unidades usadas en los sistemas de estimación y costeo pueden ser usadas en los sistemas de medición de productividad, término a tiempo, administración de recursos, control de calidad/retrabajos, porciento completado, horas-hombre ganadas, contabilidad de tiempo perdido, lista de trabajo incompleto, etc... (Cox, Issa, & Ahrens, 2003).

Los datos cualitativos consisten en descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones y comportamiento observado, citas directas de personas acerca de sus experiencias, actitudes, creencias y pensamientos, extractos de pasajes de documentos, correspondencia, registros y casos históricos (Luna Villarreal, 2017). Los indicadores cualitativos son definidos como aquellos que tienen el potencial para medir las creencias de los trabajadores en el sitio del trabajo: seguridad, facturación, ausentismo. Los gestores que no consideran el impacto de estos indicadores fallan en el reconocimiento de esta área importante de desempeño. Los indicadores de desempeño cualitativos no son comúnmente aceptados como herramientas confiables en la evaluación de la productividad y desempeño debido a la perceptible dificultad y/o inhabilidad para medirlos. A diferencia de los cuantitativos, los indicadores cualitativos no aparecen en los sistemas de estimación y costeo utilizados por la mayoría de las empresas constructoras (Cox, Issa, & Ahrens, 2003).

Por lo general utilizando indicadores de desempeño no es posible determinar la brecha existente entre el desempeño de la empresa líder y la sujeta a comparación (Ramírez, Alarcón, & Knights, 2004). Las empresas constructoras necesitan herramientas de “*benchmarking*” que les provean la perspectiva de sus prácticas actuales y las deficiencias contra sus líderes de la industria. Los modelos existentes de “*benchmarking*” tienen limitaciones en su habilidad para guiar a la industria hacia un desempeño más eficaz y eficiente. En el largo plazo el éxito tanto de empresas individualmente como de todo el sector depende de la mejora en el desempeño mediante la adquisición y aplicación continúa de nuevos y eficientes conocimientos (El-Mashaleh, Minchin Jr., & O'Brien, 2007).

Camp (1989) define “*benchmarking*” como “el proceso de medición de productos, servicios y prácticas contra los más difíciles competidores o aquellas empresas reconocidas como las líderes de la industria”. El (CII, 2000) lo define como “el proceso sistemático de medir su propio desempeño contra los resultados de líderes reconocidos con el propósito

de determinar las mejores prácticas que lo encaminen a un desempeño superior cuando las adapte e implemente”.

Por otra parte, el “*benchmarking*” ayuda a la identificación de los líderes del sector, quienes muestran un desempeño superior como resultado de utilizar las mejores prácticas. Mediante el descubrimiento de ejemplos de desempeño superior, las empresas pueden ajustar sus políticas y prácticas para mejorar su propio desempeño y parecerse a las líderes del sector (El-Mashaleh, Minchin Jr., & O'Brien, 2007).

Camp (1989) y otros autores posteriores señalaron que identificar qué es lo que será comparado, o las métricas a comparar es frecuentemente uno de los pasos más difíciles del proceso de “*benchmarking*”. También, Camp (1989) afirma que las métricas de “*benchmarking*” son determinadas por la misión básica de las unidades de negocio de la empresa.

Para identificar aquellas prácticas de administración que apuntalan las diferencias en el desempeño es necesario complementar un sistema de “*benchmarking*” cuantitativo con uno un cualitativo basado en un cuestionario estructurado del sector. Un “*benchmarking*” cualitativo provee información en diferentes dimensiones de la administración para ayudar a identificar las mejores prácticas y explicar las diferencias de desempeño observadas (Ramírez, Alarcón, & Knights, 2004).

Hasta el 2004 solo había dos sistemas de “*benchmarking*” que consideraban aspectos cualitativos de las empresas el “*Movement for Innovation M4I*” en el 2002 y el “*Benchmarking and Metrics Program del CII*” (CII, 2000). Chan & Chan (2004) por su parte identifican que los ICD’s pueden agruparse en dos tipos de mediciones las objetivas o cuantitativas y las subjetivas o cualitativas (ver Tabla 4).

Tabla 4. Mediciones objetivas y subjetivas. Fuente: (Chan & Chan, 2004)

Mediciones objetivas	Mediciones subjetivas
Tiempo de construcción	Calidad
Velocidad de construcción	Funcionalidad
Variación del tiempo	Satisfacción del cliente final
Coste unitario	Satisfacción del equipo de diseño
Variación del Porcentaje neto sobre el coste final	Satisfacción del equipo de construcción
Valor presente neto	
Tasa de accidentes	
Puntaje de la evaluación de impacto ambiental	

De acuerdo con Bassioni et al. (2004), existen modelos que miden la estructura jerárquicamente, evaluando su efecto uno en otro y cuantificando los efectos relativos utilizando los estándares de proceso de análisis jerárquico, “*Analytic Hierarchy Process – AHP*”).

Por su parte Bassioni et al. (2004) identifican la diferencia existente entre un sistema de medición del desempeño y un marco de medición del desempeño. El primero corresponde a un sistema implementado por la empresa y el segundo a un sistema general teórico desarrollado en investigación que puede actuar como base de sistema de medición de desempeño de la empresa. Muchos sistemas teóricos de medición del desempeño e iniciativas o métodos de mejora existen BSC, EFQM, JIT, “*Benchmarking*”, “*Activity Based Management*”, etc. Cada uno es diferente, pero coexisten simultáneamente. Todos son válidos y miden diferentes aspectos de desempeño.

Según Beatham et al. (2004), muchos autores están de acuerdo en que los gestores deben medir por dos razones, porque desean conocer dónde están y que pueden hacer para mejorar o porque quieren influenciar en el comportamiento de sus subordinados. Los procesos para diseñar medidas/indicadores de desempeño a juicio de Bassioni et al. (2004) se han descrito en muchas publicaciones. Sin embargo, el problema de objetivo y establecimiento de

estándares de mediciones sigue siendo un problema para las empresas. Neely et al. (2001), explican que el desempeño es multifacético y que cada sistema o método se dirige a una única perspectiva de desempeño. Algunos huecos existentes en el conocimiento sugieren potenciales áreas de investigación.

De acuerdo con Beatham et al. (2004), controlar a través de la medición y la retroalimentación conduce a las acciones; sin embargo, una visión amplia existente es que los sistemas de control estratégico podrán coordinar los esfuerzos de los empleados, motivar a los gestores y alterar la dirección dependiendo de las circunstancias. Otro punto de vista plasmado en el estudio de Beatham et al. (2004), es que los controles estratégicos pueden ser utilizados como medio para: clarificar que es buen desempeño, hacer explícitas las concesiones mutuas entre ganancia e inversión, introducir objetivos individuales estrechos y asegurarse que la administración corporativa conoce cuando intervenir porque el desempeño del negocio está deteriorándose.

De acuerdo con Beatham et al. (2004), la medición del desempeño debe ser parte de un sistema que evalúa el desempeño, decida sobre las acciones y cambie la forma en que opera el negocio; está ampliamente reconocido como un mecanismo mediante el cual el desempeño del negocio puede ser mejorado mediante el desarrollo e implementación de una serie de mediciones balanceadas.

Un aspecto clave de los sistemas de medición del desempeño es el uso de los resultados para apoyar el proceso de toma de decisiones (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004). Yu et al. (2007) argumentan que para precisar las características de los datos obtenidos y administrar el desempeño efectivamente, así como establecer una estrategia de mejora de desempeño es importante encontrar las relaciones causa-efecto y cualquier

correlación entre los indicadores. Sin embargo, para dibujar las relaciones cuantitativas entre los indicadores de desempeño se requieren generalmente muchos años de estudio.

Las teorías en medición de desempeño, mejora continua de procesos y la importancia cultural del contexto de la empresa son aceptadas como el catalizador que dirigió a las empresas japonesas a dominar los sectores automotriz y eléctrico (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004).

Beatham et al. (2004) en su estudio argumenta que los ICD's son originalmente promovidos por el "Construction Best Practice Programme – CBPP" sin embargo muchas otras agencias, instancias o grupos han desarrollado ICD's. A continuación, se presenta un resumen de estos realizado por Luna Villarreal (2017):

- El CBPP (1998) originalmente contaba con 10 indicadores;
- El DETR (2000) incluía 38 indicadores;
- The ACE consultants KPI's (2001) extensión de los CBPP KPI's incluye: satisfacción del cliente – desempeño general, relación calidad-precio, calidad, tiempo de entrega, prácticas de seguridad y salud, entrenamiento, productividad y rentabilidad;
- Respect for People KPI's (2002) generó indicadores de desempeño del personal considerados indicadores anticipados "leading" cubriendo las áreas: satisfacción de los empleados, rotación de personal, ausentismo por enfermedad, seguridad, inversión en personal, horas laborables, pagos, entrenamiento diverso y tiempo de viaje;
- "Construction Industry Research an Information Association – CIRIA" (2000) diseñó un conjunto de ICD's y los sometió a prueba siguiendo los criterios del BSC, dichos criterios están clasificados en ocho grupos: entendimiento de las necesidades del

cliente, proceso de diseño, integración del diseño con la cadena de suministros, administración interno del tiempo y coste, riesgo, re uso de experiencias de diseño, innovación y satisfacción cliente-usuario; cada uno de estos criterios está dividido de entre cinco y ocho sub ICD's.

- El “*MCG Benchmarking Club*” formado en 1999 tuvo 13 indicadores que fueron: periodo de movilización, inicio predictivo en el sitio, extensión del índice de tiempo, reporte de índice final, certificado defectos realizados, predictibilidad del coste de construcción, ordenes de cambio valor/ semanas, ordenes de cambio valor/coste del contrato, sin dificultades prácticas para su término, sin defectos sobre el periodo de responsabilidad, relación de frecuencia de accidentes;
- “*Desing Quality Indicator*”, se centra en evaluar y administrar el valor del producto en tres áreas principales calidad construida, funcionalidad e impacto;
- “*Satisfaction of service KPI's*”, desarrollados por un nuevo grupo consultor dirigidos a el enfoque en el cliente y apoyados por empresas públicas y privadas para su desarrollo. Los criterios son: administración de costes y reportes, administración del programa y reporte de planeación, flexibilidad, comunicación, trabajo en equipo, innovación, gestión del medio ambiente, gestión de la seguridad y otros servicios de cuidado.

Durante la medición del desempeño se pueden distinguir tres tipos de medidas (Beatham, Anumba, Thorpe, & Hedges, 2004):

1. Los ICD's que son medidas que indican el desempeño asociado a un proceso. La relación causa efecto entre el resultado medido y las causas son difíciles de establecer. Para todas las mediciones el “*benchmarking*” es importante. Si no hay medidas comparativas las decisiones basadas solo en ICD's son decisiones basadas en la intuición.

2. Los “*Key Performance Outputs - KPO's*” son resultados de un proceso o acción completada, tampoco ofrecen la oportunidad de hacer cambios, la mayoría de los indicadores “*headline*” del CBPP son KPO's actualmente. Los KPO's de las empresas incluyen mediciones de utilidad, precio por acción, segmento del mercado, y otros más. Además, pueden medir resultados de subprocesos.
3. Las mediciones de percepción, que pueden ser utilizadas en cualquier etapa. Estas requieren retroalimentación directa del desempeño pasado; pueden ser adelantados “*leading*” o retrasados “*lagging*”. La industria de la construcción no distingue estos tres tipos de mediciones.

Yu et al. (2007) concluye de su estudio que es muy importante seleccionar las medidas de desempeño adecuadas (que sean representativas de las estrategias, objetivos y metas de las empresas constructoras) cuando se establecen las mediciones del sistema en los niveles de la empresa. Además, sugiere que los ICD's deben satisfacer las condiciones de validez, mensurabilidad y comparabilidad para viablemente evaluar el desempeño; debe contarse con una rúbrica de puntuación para calcular los resultados. Debe principalmente representar escalas comunes, límites estrictos, rango de distribución, y una clasificación relativa, necesita diseñarse en consideración con las características de la información; la viabilidad del sistema debe ser verificada para el uso de los sistemas de medición del desempeño, para la gestión del desempeño y eficaz para dibujar el mapa de la estrategia basado en relaciones ocasionales y la necesidad de una retroalimentación técnica y sistemática para un sistema de medición del desempeño sostenible a través de un monitoreo y análisis periódico.

Nudurupati et al. (2010), concluyen que si un sistema de medición del desempeño es apropiadamente diseñado, implementado y usado con un sistema de gestión de la información los resultados pueden ser más dinámicos y un estilo de gestión proactiva los conducirá a mejoras en el desempeño del negocio. Es un hecho que los negocios desarrollan

mejor si estos son administrados a través de mediciones de desempeño formalizadas, balanceadas e integradas.

4.2.9. Principales aportaciones a la medición de desempeño en el sector de la construcción

A continuación, se presentan las aportaciones realizadas a la medición del desempeño incluyendo ICD's, y "benchmarking".

Wegelius-Lehtonen (2001), plantea un sistema de medición en el que introduce dos dimensiones para clasificar las medidas de desempeño; (1) base en el uso de la medida (2) en el enfoque de la medida. En base al uso de la medida muestra el área de aplicación donde las medidas son principalmente usadas estas se dividen en mediciones de mejora y de monitoreo. Por el enfoque de la medida muestra el nivel organizacional donde las medidas son utilizadas.

Las medidas de mejora son esenciales cuando se inicia un proyecto nuevo de desarrollo y cooperación para conocer las prácticas actuales y desarrollar operaciones futuras eficientes; su propósito es encontrar el nivel de desempeño logístico presente y potenciales mejoras sin embargo su aplicación es poco frecuente. Su utilización puede tener fines comparativos "benchmarking", si se comparan diferentes prácticas puede encontrarse la mejor y ahorrar costes. Este tipo de medidas son típicamente ignoradas en la literatura porque se trabaja con sistemas de medición del desempeño de empresas (Luna Villarreal, 2017). Las medidas de monitoreo son necesarias para dar seguimiento y control a las empresas día a día en acciones continuas. Estas son comúnmente tratadas en la literatura. El enfoque de la medida se basa en diferentes medidas necesarias en diferentes niveles de la empresa. Debe tenerse información disponible para propósitos de administración estratégica a nivel empresa.

Las medidas de desempeño propuestas por Wegelius-Lehtonen (2001) en su modelo y probadas para la medición de la logística en la construcción se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Indicadores propuestos por (Wegelius-Lehtonen, 2001)

Nombre	Enfoque
Eficiencia en el tiempo del proyecto (FIM/día)	Empresa / Proyecto
Valor agregado (%)	Empresa / Proyecto
Porcentaje de subcontratación (%)	Empresa / Proyecto
Numero de facturas por día (piezas)	Empresa / Proyecto
Cantidad de facturas pequeñas (< 1000 FIM) (%)	Empresa / Proyecto
Costes de disposición	Empresa / Proyecto
Porcentaje de respuestas de las ofertas (%)	Específico
Cantidad de cambios en los subcontratos (FIM)	Específico

Kagioglou et al. (2001) proponen una matriz donde se plantean las perspectivas incluidas en el BSC más las perspectivas proyecto y proveedores. Mediante 2 casos se validó la propuesta sin embargo faltó incluir más aplicaciones para monitorear los resultados finales del sistema. La matriz integra dentro de las perspectivas aplicadas a los dos casos 17 indicadores de desempeño (5 para el primero y 12 para el segundo). Cada caso genera sus propios indicadores acordes a la estrategia planteada. Los resultados valúan en sentido horizontal y vertical la importancia métrica del indicador de acuerdo con perspectiva e indicador en las perspectivas Tabla 6.

Tabla 6. Marco de desempeño genérico de acuerdo con la visión estratégica Kagioglou et al. (2001)

Visión, estrategia, perspectiva						
Métrica de desempeño	Financiera	Cliente	Infraestructura/ procesos	Personal	Proveedores	Evaluación
						Σ
						Σ
Total	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

Cox et al. (2003) propone un modelo de indicadores cualitativos y cuantitativos sujeto a validación mediante encuestas que permite determinar y analizar cuál es la percepción

que los ejecutivos y gestores de la construcción tienen de una serie de ICD's. Cinco áreas de la industria de la construcción fueron seleccionadas para enviar la encuesta: comercial, construcción pesada, industrial, mecánica y eléctrica. Como resultado de la encuesta en su investigación seis indicadores son percibidos como altamente significativos: Control de calidad, Término a tiempo, Coste, Seguridad \$/unidad y unidades/MHR. Estos resultados sugieren que esta serie de indicadores deben utilizarse como base de un sistema de reporte del desempeño.

Cheung, et al. (2004), por su parte proponen un modelo en cierta forma automático pues hace uso de internet y bases de datos para optimizar el proceso de monitoreo y así proveer rapidez y conveniente ingreso y diseminación de datos la Figura 14 muestra el esquema original de su trabajo. El número de parámetros a utilizar depende del grado de sofisticación del proyecto y el grado de seguimiento que se busca. Los datos del proyecto en relación con cada parámetro son almacenados en la base de datos para su uso posterior, reporte y análisis. El sistema "*Project Performance Measurement System – PPMS*" requiere de mediciones de desempeño base para su evaluación. Después de proponer a 5 gestores de proyectos especialistas los parámetros del PPE: Comunicación, tiempo, coste, calidad, seguridad, resolución de problemas y quejas, medio ambiente, relaciones contractuales; además de los ICD's: tiempo, coste calidad, satisfacción del cliente, ordenes de cambio, desempeño del negocio, seguridad y salud.

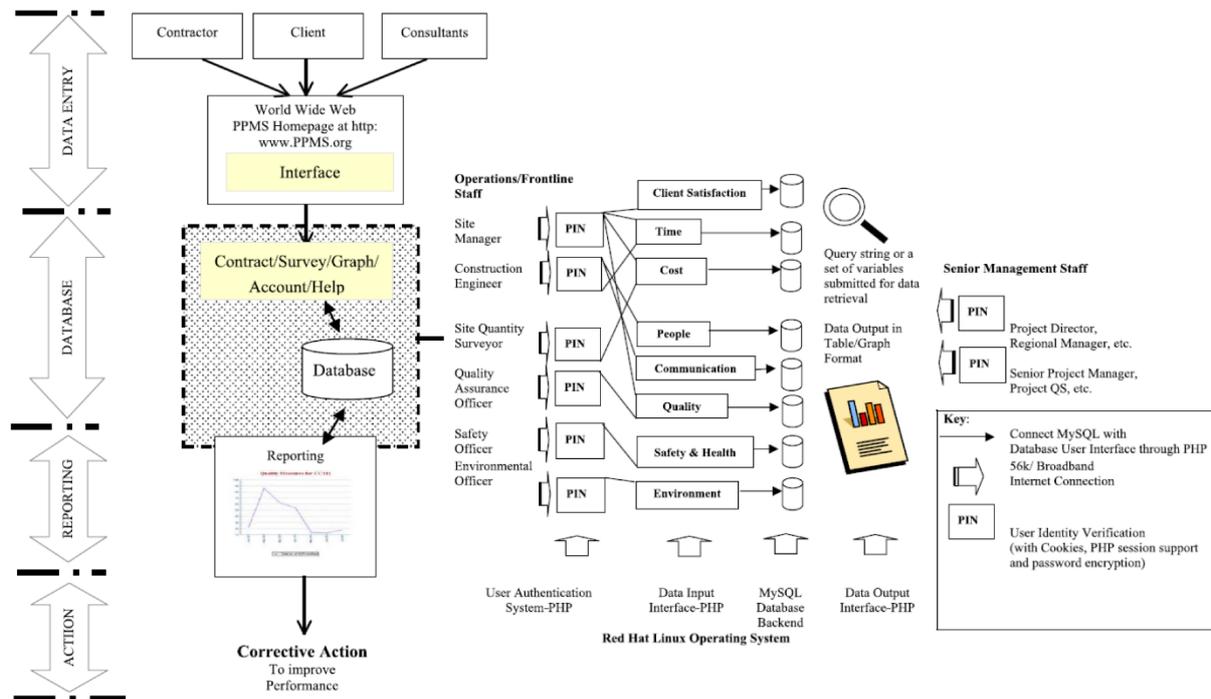


Figura 14. Desarrollo del sistema PPMS y su plataforma computacional. Fuente: (Cheung, Suen, & Cheung, 2004)

Los parámetros base propuestos para este sistema son ocho en total: Personal, coste, tiempo, calidad, seguridad y salud, medio ambiente, satisfacción del cliente y comunicaciones. Mediante la aplicación del sistema en un caso de estudio Cheung et al. (2004) concluyen que el sistema reduce la brecha existente entre la obtención de los datos y su uso para llevar a cabo la medición del desempeño y que de ser necesario debe existir un “*benchmarking*” si el sistema logra ser adoptado en la industria.

Una alternativa al modelo predictivo de desempeño del contratista presenta Wong (2004) en su estudio el cual investiga la relación entre las preferencias de evaluación de las ofertas de los clientes y el desempeño del contratista. El modelo se deriva de un análisis de regresión logística de 68 casos de estudio en proyectos de ingeniería civil del Reino Unido. Con este modelo se puede predecir la posible falla del contratista en el proyecto o al cual está expuesto el cliente por asignar un contrato a un contratista bajo en sus calificaciones. Los criterios seleccionados en el modelo propuesto por Wong (2004) para evaluar las propuestas están agrupados en ocho categorías: calidad y experiencia del personal, recursos

planta y equipo, administración de sitios del contratista/capacidad de ejecución, seguridad y salud, registros de desempeño pasado en proyectos similares, reputación del contratista/imagen, propuestas del contratista, otros criterios de evaluación. Un total de 31 criterios en las ocho categorías son contemplados.

El estudio conducido por Ramírez et al (2004). tuvo su base en la información de trece empresas asociadas al Sistema de “*Benchmarking*” Nacional Chileno que participaron en la primera aplicación del sistema cualitativo. Utilizando un análisis de correlación de Pearson’s se encontró que el desempeño en seguridad está fuertemente relacionado a compañías que tienen un control y planeación superiores además de administración de la calidad, control de costes, y políticas de administración de subcontratistas. Mediante un análisis factorial con el método de componentes principales se encontraron diferencias significativas en el enfoque y la prioridad de las estrategias de gestión de la oficina central comparadas con las prioridades de las obras. Los indicadores clave de desempeño utilizados e indicadores de desempeño evaluados en el modelo propuesto por Ramírez et al. (2004) son: coste (desviación de coste por proyecto), fecha de vencimiento (desviación en la fecha de vencimiento), alcance del proyecto (cambio en la cantidad contratada), seguridad (tasa de accidentes), mano de obra (eficiencia en la mano de obra), construcción (productividad-desempeño), subcontratos (tasa de subcontratos), calidad (coste de las quejas de los clientes), contratación (ordenes urgentes), planeación (efectividad en la planeación), etc.

Sadeh et al. (2000) considera según la Tabla 7 dimensiones de éxito y mediciones de éxito.

Según Chan & Chan (2004), durante la última década los investigadores han propuesto diferentes criterios para medir el éxito de un proyecto. La Figura 15 representa un sistema consolidado para medir el éxito de proyectos de construcción. A partir de indicadores

cuantitativos y cualitativos en tres casos de estudio Chan & Chan (2004) validan su modelo de indicadores propuesto. En sus resultados argumentan que cada proyecto tiene resultados únicos de acuerdo con su alcance, complejidad y métodos de contratación. A juicio de Chan & Chan (2004), los tres indicadores relevantes de éxito de un proyecto son tiempo, coste y calidad y otras generaron una mayor atención fueron seguridad, funcionalidad y satisfacción.

Tabla 7. Dimensiones y mediciones de éxito Sadeh et al. (2000)

Dimensiones de éxito	Mediciones de éxito
Satisfacer los objetivos de diseño	Especificaciones funcionales
	Especificaciones técnicas
	Objetivos del programa
	Objetivos del presupuesto
Beneficios al usuario final	Satisfacer los objetivos de adquisición
	Responder a las necesidades operativas
	Servicios del producto
	Entregado al usuario final a tiempo
	El Producto tiene un tiempo sustancial para su uso
	Mejora significativa de nivel operativo del usuario
Beneficios de la empresa desarrolladora	Usuario satisfecho con el producto
	Tienen relativamente alta rentabilidad
	Abierto en un nuevo mercado
	Creado en una nueva línea de productos
	Desarrollado en una nueva capacidad tecnológica
Beneficios a la defensa e infraestructura nacional	Aumento positivo de la reputación
	Contribuye a temas críticos
	Mantiene un flujo de generaciones actualizado
	Disminuye la dependencia en fuentes externas
Éxito general	Contribuye a otros proyectos
	Una combinada medición para éxito del proyecto



Figura 15. Sistema para medir el éxito de proyectos de construcción. Fuente: (Chan & Chan, 2004)

Beatham et al. (2004) en su estudio discute los aspectos clave de la medición de desempeño y sugiere los criterios del “*EFQM Excellence Model*” como una vía de diferenciación entre los tres tipos de mediciones: ICD’s, “*Key Performance Outcomes – KPO’s*” y “*Perception Measures*” medidas de percepción. Comenta 5 principales críticas del uso de los ICD’s en la construcción previo a resaltar sus recomendaciones para investigaciones futuras. Los hallazgos de su publicación informan del desarrollo de una estructura clara y bien definida para el uso de la medición del desempeño dentro de la industria, la identificación de debilidades en la práctica actual y remarca las áreas de trabajo posterior para asegurarse que el uso de medidas de desempeño es sostenido y agrega valor a la industria.

Yu et al. (2007) presentan la integración de un sistema teórico de desempeño basado en las perspectivas del BSC y una evaluación y gestión del desempeño. Inicialmente plantea una revisión de la misión y objetivos alineados a una serie de indicadores por nivel. Se alinean los indicadores primero en función del BSC y después en función de los criterios de desempeño y de una serie de ICD's representativos lo cual conduce a indicadores en tres niveles respectivamente; cada uno de los niveles con pesos relativos. Finalmente desarrolla una serie de herramientas de evaluación para el desempeño en métodos y unidades que se toman de la base de datos del negocio para medir el desempeño e integrar la base de datos del sistema de medición del desempeño. El modelo fue integrado en 3 fases: la primera incluye la búsqueda en la literatura de los indicadores compuesta por una lista de 45 ICD's. La fase dos mediante un cuestionario a 60 empresas constructoras de diferentes tamaños de los cuales solo se recibieron 23 se determinaron 26 ICD's utilizables en el sistema. La fase 3 mediante entrevista y encuesta con 5 expertos lograron validarse 16 ICD's. El modelo fue validado mediante un caso de estudio con datos obtenidos de 36 cuestionarios de 500 que fueron enviados a las empresas constructoras más importantes de Corea.

Nudurupati et al. (2010) hacen un estudio del impacto de la introducción e implementación de medición de desempeño a la operación de un negocio en la construcción. Mediante investigación aplicada en base a cuatro perspectivas financiera, cliente, operacional y aprendizaje y crecimiento desarrolla un mapa de estrategia de la empresa e identifica las áreas de mejora. Con la aplicación de encuestas a los clientes de una empresa determina las áreas de oportunidad. Como resultado obtiene un total de 20 indicadores incluyendo su propósito a medir para lo que se desarrolla un mapa de procesos en donde se identifican las áreas a mejorar. Nudurupati et al. (2010) concluye que a diferencia de la manufactura la industria de la construcción tiene diferentes proyectos con algunas actividades diferentes dependientes de la complejidad del trabajo debido a esto

aplicar la técnica de “*Value Stream Mapping*” no es posible en la construcción para identificar las actividades que no agregan valor.

Yeung et al. (2007) en su estudio argumenta que a pesar de existir por varios años estudios relacionados a la cooperación en los proyectos de construcción no existen estudios sistemáticos y comprensibles motivo por el cual condujeron un estudio mediante panel de expertos para evaluar la cooperación existente en los proyectos de construcción en Hong Kong. Basados en una serie de 7 ICD’s y 39 indicadores cuantitativos generaron un modelo que permite obtener un Índice de cooperación llamado PPI (“*Partnering Performace Index*”) mismo que permite hacer comparativas (“*benchmarking*”) entre proyectos de la industria. Como resultado obtiene una serie de indicadores cuantitativos contenidos en cada uno de los 7 ICD’s que permiten medir el desempeño de cooperación de proyectos de la industria de la construcción de Hong Kong. Años después Yeung et al. (2008) profundizan en su estudio y someten nuevamente mediante un estudio de panel de expertos una serie de ICD’s resultado del estudio Yeung et al. (2008). Mediante este último estudio Yeung et al. (2008) establecen rangos e indicadores cuantitativos para con evidencia viable comparar varios proyectos mediante el PPI (“*Partnering Performace Index*”).

La medición del desempeño comenzó a propagarse a todos los sectores de la construcción y a todos los países interesados en mejorar las características y perspectivas de la industria. Luu et al. (2008) basan su modelo en los pasos citados en el estudio de Lankford en el 2000 para generar su sistema teórico de “*benchmarking*” ajustado a la construcción vietnamita. El proceso que siguen para sustentar su modelo implica la identificación adecuada de los ICD’s. Estos permitirán obtener los datos necesarios para poder establecer el sistema una vez sean analizados a fin de obtener conclusiones y resultados. Mediante un panel de expertos compuesto de 9 constructores y 5 académicos se obtuvieron 30 ICD’s. Con estos ICD’s se enviaron a 92 profesionales de la construcción

con más de 5 años de experiencia cuestionarios para que en escala Likert de 1 a 5 colocaran la importancia de los ICD's. Un total de 9 indicadores fueron considerados para el estudio. Posteriormente fueron aplicados los ICD's a 15 proyectos en 3 casos de estudio de empresas constructoras de Vietnam para validar su utilización en el sistema de "benchmarking". Posterior a su estudio de "benchmarking" Luu et al. (2008) propone un sistema de evaluación del desempeño de la industria de la construcción de países en desarrollo particularmente en Vietnam. Mediante la aplicación del BSC y un análisis de FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas) aplicada a un caso de estudio en una compañía constructora puedo medirse y evaluarse la continuidad de las mejoras en el sector. Luu et al. (2008) determinaron los indicadores correspondientes al caso y los validaron mediante panel de expertos interno de la empresa seleccionada. Alineados a la estrategia y apoyados en el BSC un total de 30 ICD's se determinaron y fueron sujetos a medición. Después de las mediciones y análisis de competencia con el modelo fueron determinadas las posibles mejoras que debería hacer la empresa en estudio para mejorar sus áreas débiles. El sistema consta de cuatro etapas (Luu, Kim, Cao, & Park, 2008): (1) Identificar la formulación de la estrategia corporativa para convertirla en estrategias de las perspectivas del BSC; (2) Identificar los ICD's mediante entrevista con personal en donde se aplica el método; (3) Validar los ICD's y les asigna un peso específico; (4) alineados los ICD's a las perspectivas del BSC recolecta datos y calcula el desempeño. De acuerdo con Luu (2008), la medición del desempeño es el corazón de la mejora incesante y como regla general el "benchmarking" es el siguiente paso para mejorar la eficiencia y efectividad de los procesos y productos. La administración del desempeño tiene como objetivo ofrecer a los administradores y miembros del equipo de todos los niveles la habilidad de desarrollar la dirección, tracción y velocidad de su empresa.

Según Rankin et al. (2008), la industria de la construcción es compleja y medir su desempeño utilizando solamente medidas de productividad puede no ser la metodología más apropiada. El consejo de innovación y construcción canadiense asociación sin fines de lucro en 2005 inicio un estudio para establecer el desempeño y competitividad de la industria de la construcción canadiense. Su objetivo principal fue establecer los parámetros para tener el estado inicial de la construcción y determinar la serie de mediciones iniciales sobre las que se desarrollaría un sistema de medición y comparación de la industria de la construcción. De acuerdo con Rankin (2008), se identifican los siguientes pasos para establecer un proceso de “*benchmarking*”: (1) Identificar que medir; (2) Seleccionar métricas adecuadas; (3) Recolectar y analizar datos; (4) Identificar oportunidades de mejora y (5) Adoptar e implementar mejores prácticas. Conforme se va avanzando en estos pasos del 1 al 5 la madurez del proceso aumenta.

El DETR (2000) ha identificado una línea del tiempo sobre el ciclo de cualquier proyecto y las medidas de desempeño. La misma se puede apreciar en la Figura 16.

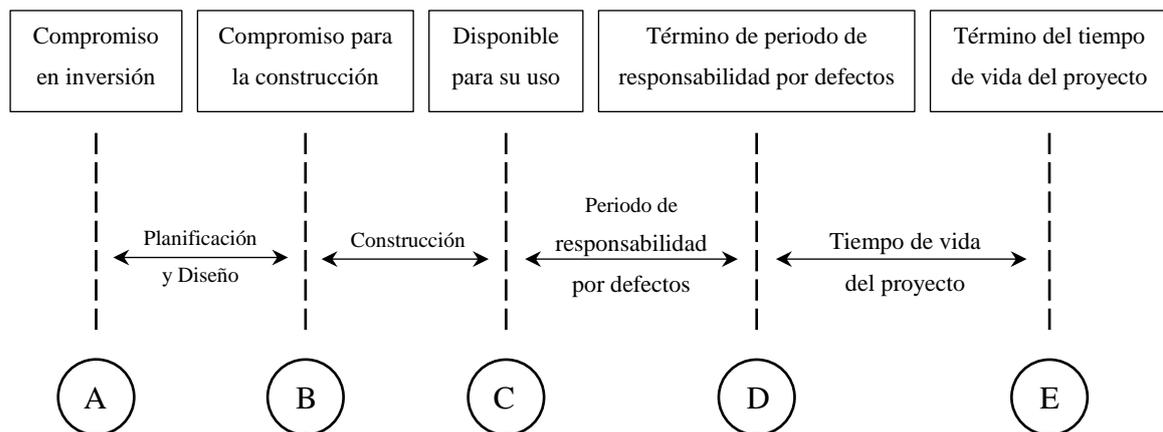


Figura 16. Línea del tiempo para medición del desempeño. Adaptado de DETR (KPI Report for The Minister for Construction, 2000)

Tabla 8. Interpretación de las Etapas Claves de Proyecto. Adaptado de DETR (KPI Report for The Minister for Construction, 2000)

Sistema de Contratación	Hitos Típicos en Puntos/Etapas Claves				
	A	B	C	D	E
Diseño-Licitación-Construcción [“ <i>Design-Bid-Build – DBB</i> ”]	Designación de diseñador principal	Designación del contratista principal	Traspaso de instalaciones construidas para su uso; pago de todos los dineros de no retención	Periodo de fin de responsabilidad de los defectos (a menudo 12 meses); pago de cualquier retención de dinero	Fin de la vida útil
Proyecto-Obra [“ <i>Design-Build – DB</i> ”]	Designación (si los consultores antes del contrato principal	Designación del contratista principal y Construcción	Traspaso de instalaciones construidas para su uso; pago de todos los dineros de no retención	Periodo de fin de responsabilidad de los defectos (a menudo 12 meses); pago de cualquier retención de dinero	Fin de la vida útil
Dirección Integrada de Proyecto [“ <i>Construction Manager at Risk – CMR</i> ”]	Designación de diseñador principal	Designación de director proyecto	Traspaso de instalaciones construidas para su uso; pago de todos los dineros de no retención	Periodo de fin de responsabilidad de los defectos (a menudo 12 meses); pago de cualquier retención de dinero	Fin de la vida útil
Iniciativa de Financiación Privada [“ <i>Private Finance Initiative – PFI</i> ”]	Designación de entidad de propósito especial	Designación de contratista principal (si es diferente) o sanción para proceder con la fase de construcción	Entrega de instalaciones construidas para su uso	Periodo de fin de responsabilidad de los defectos si es relevante	Fin de la vida útil de la concesión; pago continuo al contratista

El estudio de Rankin et al. (2008) toma base en el sector público en donde fueron considerados 37 proyectos para la prueba piloto, se consideraron 7 indicadores clave de desempeño y 25 mediciones de desempeño para su cálculo incluyendo su fórmula. Los

resultados obtenidos fueron graficados en un diagrama de radar a fin de determinar el comportamiento de dichos indicadores en los proyectos en los que fueron obtenidos.

La tecnología está constantemente cambiando la manera en la que vivimos. Las tecnologías de información impactan en cada nivel de la industria de la construcción y la sociedad. La industria de la construcción es por naturaleza basada en información. Por tanto, la aplicación de potenciales herramientas de tecnología de información para mejorar las prácticas de administración, comunicación y sobre toda la productividad (Dawood N. , Sikka, Marasini, & Dean, 2006; Dawood & Sikka, 2009). Mediante entrevistas semi-estructuradas y aplicando la técnica Delphi generó información que lo llevó a determinar los indicadores clave de desempeño del desarrollo de modelos 4D en la industria de la construcción (ver Tabla 9). Concluye su estudio con la cuantificación de las mediciones de desempeño de la eficiencia de la planeación y de la comunicación además de nueve indicadores clave de desempeño. Los tres indicadores de desempeño consistentemente percibidos como los más significativos al nivel de procesos son tiempo, seguridad y satisfacción del cliente.

Tabla 9. Indicadores del modelo 4D en la industria de la construcción Dawood & Sikka (2009)

ICD's	Medida del desempeño	Etapas del proyecto
Tiempo	Desempeño de la planificación	Proyecto y construcción
	Número de accidentes por 1000 horas hombre trabajadas	
Seguridad	Tiempo perdido en accidentes por 1000 horas hombre trabajadas	Construcción
	Número de órdenes de cambio del cliente	
Satisfacción del cliente	Cuestionario de satisfacción	Construcción y explotación
	Número de reclamaciones (tiempo/coste)	
Eficiencia al retrabajo	Número de errores de diseño	Proyecto y construcción
	Número de correcciones en el diseño	
	Número de choques secuenciales en la planificación	
Eficiencia en la comunicación	Número de solicitudes de información generadas	Proyecto y construcción
	Numero de reuniones por semana	
	Tiempo invertido en reuniones por semana	

Eficiencia en la planificación	Porcentaje de actividades iniciadas y completadas a tiempo (tasa de éxito %)	Construcción
Coste	Desempeño del coste	Proyecto y construcción
Productividad	Toneladas de concreto usadas al día por día/m ³	Construcción
	Piezas de acero utilizadas por día o semana	
	Número de pilotes hincados/día	
	Número de cabezales de pilotes fijados por día	

De acuerdo con Skibniewski & Ghosh (2009), la industria de la construcción es fuente de constante crítica por su bajo desempeño además de que carece de medidas de desempeño, monitoreo de la productividad del proyecto, de la eficiencia de los costos, seguridad y sustentabilidad Kagioglou et al. (2001). El negocio de la construcción está basado en proyectos en donde hay muchas partes involucradas incluyendo propietarios, contratistas generales, ingenieros, arquitectos, subcontratistas y proveedores cada uno con diferentes procesos de negocio y con diferentes objetivos corporativos a lograr. La gran cantidad de información segregada y su sensibilidad en el tiempo dentro de la industria de la construcción convierte a los proyectos más difíciles de administrar. Skibniewski & Ghosh (2009) argumentan en su estudio que cuando las empresas desarrollan un sistema de seguimiento de indicadores clave de desempeño internos deben también involucrar los datos generados de los múltiples sistemas que pudieran no estar integrados y por lo tanto la necesidad de asegurar que la administración tiene una idea completa del total de ciclo de vida de los datos y la relevancia de la información y datos presentados. Los ICD's son las medidas de desempeño críticas de las organizaciones de negocio y de éxito continuo. Para integrar un marco de desempeño unificado Skibniewski & Ghosh (2009) fusionan tres elementos: la implementación de “*Enterprise Resource Planning – ERP*”, para mediciones de desempeño corporativas el uso de métricas de gestión del conocimiento utilizando indicadores clave de desempeño y la aplicación de ERP.

Skibniewski & Ghosh (2009) identifican los ICD's necesarios en las compañías de ingeniería de la construcción mediante un "ERP". Dentro de su estudio las aportaciones realizadas en el tema de indicadores clave de desempeño destacan su taxonomía propuesta misma que identifica a los ICD's dentro de tres niveles y categorías según se muestra en la Figura 17. Según sus criterios todos los ICD's deberían impactar en las decisiones de negocio en alguna escala del tiempo dependiendo de la ventana de tiempo disponible, aunque las empresas usen indicadores que son más estratégicos por naturaleza. El conocimiento y el tiempo son dos aspectos importantes de la información, con respecto a su procedencia, análisis, y toma de decisiones y con base a esa información; esto hace el proceso de decisión difícil y diferente de las decisiones tomadas bajo ninguna limitación de tiempo. Las empresas también utilizan indicadores que son más de carácter estratégico, por ejemplo, "días de ventas pendientes", "dólares perdidos por el uso de las condiciones de pago no optimizadas ", o " la posición de inventario" que se recogen como parte del proceso estándar de negocios como indicadores estratégicos del negocio.

Las empresas que buscan analizarse deben centrarse en el área que crea la mayor ventaja competitiva. Por lo tanto, las empresas deben identificar las áreas de procesos de negocio que son más críticas para el éxito financiero de la empresa. Con base en la sensibilidad de la información mencionada las empresas deberían centrar los recursos para maximizar los beneficios del sistema existente (Skibniewski & Ghosh, 2009).



Figura 17. Taxonomía de ICD's propuesta por Skibniewski & Ghosh (2009)

Los ICD's se calculan y distribuyen y las decisiones deben tomarse tan pronto como se produjo un incidente. Una vez compilados los ICD's deben estar disponibles para los tomadores de decisiones en cuanto haya ocurrido un incidente. Por lo tanto, Skibniewski & Ghosh (2009) definen que los ICD's sensibles al tiempo son los indicadores clave de rendimiento donde se toman las decisiones de negocio dentro de un relativamente corto intervalo de tiempo desde el punto de tiempo cuando el subyacente incidente ocurrió. Algunos ejemplos de este tipo de indicadores clave de rendimiento son: la seguridad, el horario o ICD's relacionados al presupuesto. El tiempo de reaccionar a la seguridad relacionada con los ICD's se mide en horas, pero para el horario o los ICD's relacionados con el presupuesto se mide en días o semanas. Dependiendo de la rapidez con que alguien tiene que reaccionar a una situación la información debe estar disponible a diferente tiempo a los que toman las decisiones. De acuerdo con la teoría de sistemas suaves en tiempo real, en el estudio de Skibniewski & Ghosh (2009) proponen que estos ICD's también pueden subdividirse en dos tipos: indicadores clave de rendimiento relacionados con el tiempo suave y duro. Los ICD's sensibles al conocimiento también incluyen indicadores financieros como la rentabilidad. Al igual que los proyectos los ICD's también tienen un ciclo de vida mismo que se ha identificado por Skibniewski & Ghosh (2009) el cual se muestra en la Figura 18. Mediante la metodología de casos de estudio y con la aplicación inicial de un cuestionario enfocado en aspectos cuantitativos del proceso de negocio se revisó como los ERP proporcionaban información para determinar ICD's que permitieran medir el desempeño de una empresa constructora. Los participantes en este estudio fueron empresas de la industria de la construcción que contaban con sistemas de ERP implementados.



Figura 18. Ciclo de vida conceptual de los ICD's propuesto por Skibniewski & Ghosh (2009)

Skibniewski & Ghosh (2009) concluyen en su estudio que los ICD's proveen una captura instantánea de una situación específica del negocio y que son generados a nivel de operaciones y ascendidos ascendentemente a la alta administración con el propósito de toma de decisiones. Un adecuado sistema de indicadores permite a los negocios identificar la falta de información e identificar los requerimientos adicionales para implementar los ICD's y la información necesaria para alimentarlos. Skibniewski & Ghosh (2009) identifican en su estudio nueve ICD's: costo de construcción, tiempo de construcción, predictibilidad del tiempo y costo, defectos, satisfacción del cliente (producto), seguridad y rentabilidad y productividad. Además, argumentan que una importante pregunta que queda sin resolver es como analizar e identificar el desempeño de un problema mientras se observan los ICD's. La práctica tradicional de la administración se basa en estrategia donde las decisiones del negocio son hechas con un objetivo para alcanzar una meta estratégica.

Por su parte Roberts & Latorre (2009) y Latorre et al. (2010) a partir de los problemas expuestos por Eagan (1998) en el Reino Unido en dos publicaciones ligadas argumentan la necesidad de implementar una serie de mediciones de desempeño en los proyectos de forma esencial y con obtención de información oportuna que permitan retroalimentación al equipo de proyecto de forma rápida y comparar su estado de desempeño con la industria. Mediante una revisión al “*benchmarking*” como parte integral de la mejora continua basada en desempeño y el uso de curvas de conversión (que, aunque no parecen ser la mejor manera de comparar (Roberts & Latorre, 2009) proponen una serie de ICD’s que pueden ser medidos durante el tiempo de ejecución del proyecto y monitoreados en el sitio. Los ICD’s seleccionados son: costo, tiempo, seguridad, rentabilidad, productividad, defectos, predictibilidad del costo y predictibilidad del tiempo. Por otro lado, proponen cuatro indicadores complementarios para ser monitoreados por la empresa: satisfacción del cliente (producto), satisfacción del cliente (servicio), inversión en personal, entorno y medio ambiente. Mediante casos de estudio con información histórica Roberts & Latorre (2009) concluyen como resultado de su estudio que existe un fenómeno de bajo desempeño causado por la erosión de los objetivos. La investigación complementaria realizada por Latorre et al. (2010) propone un ranking jerárquico de los ICD’s con su respectivo nivel de aplicación empresa o proyecto.

La industria de la construcción debe compararse a fin de generar un marco comparativo en el que se pueda analizar su estado actual a nivel país tanto financieramente como en el movimiento de capitales internos. De acuerdo con Balatbat et al. (2010), las compañías constructoras se encuentran altamente endeudadas y con postura financiera riesgosa debido a los ciclos de operación altamente fluctuantes y a la recesión económica que se presenta en algunos años. Establecer métricas que puedan comparar el estado de la industria en general a partir de indicadores financieros permite que otras compañías constructoras

puedan percibir su estado de acuerdo con el comportamiento de otras (Balatbat, Lin, & Carmichael, 2010)

En su estudio Balatbat et al. (2010) se aplican ratios financieras a un conjunto de 30 empresas de listados públicos dentro de las más importantes en el sector de la construcción en Australia. Los ratios financieros seleccionados para evaluar el desempeño de dichas empresas fueron: ratios de gestión de activos (cinco medidas), ratios de deuda y seguridad (ocho medidas) y ratios de flujo de efectivo (seis medidas).

En el entorno del proyecto el buen desempeño de los procesos es un indicativo del eventual éxito de este y del cumplimiento de los objetivos (Haponava & Al-Jibouri, 2009). La compleja naturaleza de los proyectos en muchos casos atribuye a ellos la crítica de su bajo desempeño y falta de cumplimiento de objetivos; sin embargo, los proyectos son dinámicos, iterativos e involucran cambios constantes dentro de su desarrollo y ejecución es por ello que ante este entorno controlar su desempeño sea esencial (Haponava & Al-Jibouri, 2009). Para un control efectivo los objetivos del proyecto deben ser claramente definidos. Tradicionalmente el control está centrado en el logro de objetivos basados en el producto con pocos objetivos basados en procesos (Kagioglou, Cooper, & Aouad, 2001). Por tanto, es importante no solamente controlar la calidad del producto sino también controlar varios de los procesos involucrados en la construcción del proyecto para satisfactoriamente lograr los objetivos finales del mismo (Haponava & Al-Jibouri, 2009).

El modelo propuesto por Haponava & Al-Jibouri (2009), se basa en ICD's dentro de la fase de construcción propone dividir la fase de construcción en dos fases: fase de preparación y fase de ejecución. La fase de preparación incluye el proceso de información reflejado en los planes del proyecto que son coordinados entre las áreas de diseño y construcción. Durante la fase de ejecución los planes finales del proyecto se siguen para

llevar a cabo la edificación. Los subprocesos entre las fases que son necesarios son identificados utilizando un “*Work Breakdown Structure – WOS*”. El modelo incluye cuatro ICD’s (Administración interna y externa de los socios, administración de la información, administración de tiempo y costo, administración de la calidad) representando los subprocesos dentro de la fase de construcción y su vínculo con los objetivos finales del proyecto. Mediante una investigación mixta cualitativa y cuantitativa, el modelo es validado mediante entrevistas con administradores de proyectos en tres etapas para: identificar que procesos serán medidos en su desempeño por los ICD’s, validar la lista preseleccionada de objetivos finales del proyecto y validar la influencia que existe entre la medición del desempeño y los objetivos deseados del proyecto.

El entorno competitivo de la industria de la construcción la ha vuelto altamente agresivo y las compañías están conscientes de los retos impuestos e intentaron implementar métodos sistemáticos de evaluación de desempeño para lograr ventajas competitivas (Horta, Camanho, & Da Costa, 2010). El “*benchmarking*” introducido por Camp (1989) quien lo define como “el proceso continuo de medir productos, servicios y prácticas contra los competidores más duros o aquellas compañías reconocidas como líderes en la industria” se convierte en una práctica común en el sector (Horta, Camanho, & Da Costa, 2010). En varios países se han desarrollado sistemas de “*benchmarking*” en particular para la Industria de la construcción; sistemas que usualmente están disponibles en plataformas WEB y que típicamente analizan el desempeño de la empresa basado en ICD’s que representan ratios de aspectos clave de la actividad de la empresa. A pesar de la aceptación generalizada en el uso de series de ICD’s para evaluar el desempeño de la empresa existen algunas limitaciones teóricas y empíricas asociadas con su uso. Cada indicador individual examina solo una parte de la actividad de la compañía por lo tanto una completa evaluación del desempeño debe basarse en el análisis de varios indicadores. En general el problema

multidimensional se soluciona a través de la construcción de un indicador global obtenido de la normalización y promedio de calificaciones asignadas a cada criterio diferente de la empresa (Horta, Camanho, & Da Costa, 2010). Otra limitación que tienen una serie de ICD's es que no pueden usarse de forma directa para establecer objetivos de mejora, esto porque cada indicador sencillo tiene que compararse con otro valor marcado sin considerar los aspectos restantes de la actividad de la compañía que no son contados en ese indicador. Aunque cualquier valor bajo de un indicador identifica un aspecto de la compañía que implica una actividad a mejorar, los niveles no pueden ser estimados con confianza ya que lograr el objetivo en un indicador puede tener implicaciones en otras dimensiones de la actividad de la compañía.

Horta et. al. (2010) desarrollan una metodología para evaluar el desempeño general de la compañía y que pueda complementar la información provista por los sistemas tradicionales de evaluación de la industria de la construcción. La metodología propuesta combina ICD's con un método de frontera "*Data Envelopment Analysis – DEA*" introducido por Charnes et al. en 1978. Es posible utilizar esta metodología en todas las organizaciones involucradas en rutinas de "*benchmarking*" basadas en plataformas web. Una de las ventajas de la técnica DEA es que permite agregar múltiples dimensiones a la actividad de la empresa evaluada por varios ICD's en una sola medición de desempeño. La metodología fue probada con la técnica DEA tomando como base la información contenida en la plataforma de "*benchmarking*" portuguesa "icBench". El modelo toma en cuenta los siguientes indicadores destacando los financieros: productividad, rentabilidad, facturación, tasa de accidentes, crecimiento en ventas. En la parte operacional incluye los indicadores: satisfacción del contratista con la cooperación del cliente, satisfacción del contratista con la disponibilidad de pagos, satisfacción del contratista con el trabajo colaborativo, predictibilidad del costo

Ali et al. (2013) determinan la serie de ICD's que evalúan el desempeño de empresas constructoras del Reino de Arabia Saudita. Mediante una revisión de la literatura obtiene y clasifica 47 indicadores clave de desempeño tanto a nivel proyecto como a nivel compañía. Dichos indicadores fueron enviados mediante encuesta a contratistas de la construcción de Arabia Saudita para que los clasificaran por importancia del indicador. Mediante análisis estadístico y un factor de importancia relativa lograron su clasificación final. Los resultados de su estudio concluyen que las perspectivas que resultaron más importantes son la financiera. Clientes y negocio interno siendo la rentabilidad la más importante de la perspectiva financiera.

Halman y Voordijk (2012) desarrollan un sistema de medición del desempeño de la cadena de suministros de empresas constructoras de vivienda basado no solamente en la literatura existente relacionada a las cadenas de suministro de la vivienda en general, si no también considera las características específicas del proceso de entrega de los materiales de construcción de los proveedores de empresas de construcción de vivienda. La metodología empleada para desarrollar su modelo se basa en tres etapas: (1) Diseño del sistema; consistente en identificar los ICD's más importantes dentro de la literatura y el BSC como sistema de desempeño. (2) Evaluación del sistema; consistente en exponerlo a retroalimentación de expertos en Compras de empresas constructoras de vivienda. (3) Prueba; consistente en la aplicación en una empresa de 60 años de trayectoria y 250 empleados a fin de calificar los ICD's y exponer los resultados al equipo administrativo de la empresa. Seleccionaron un total de 45 ICD's y se solicitó la evaluación de cada uno de ellos en escala Likert 1-4 para determinar su claridad, mensurabilidad e importancia. Una de sus limitantes es que solo se realizó para empresas holandesas.

Los estudios más recientes en torno al tema de "*Benchmarking*" y medición del desempeño corresponden a Yeung et al. (2013) quien plantea un modelo para desarrollar el

“*benchmarking*” en la construcción de proyectos en Hong Kong. En su estudio Yeung et al. (2013) realizan una revisión a la literatura y plantea mediante encuestas la clasificación de los indicadores más relevantes obtenidos en su revisión de la literatura. Utilizando la técnica “*Reliability Interval Method – RIM*”. 10 indicadores son identificados en orden descendente para evaluar los proyectos de construcción en Hong Kong:

1. Desempeño de la seguridad
2. Desempeño del costo
3. Desempeño del tiempo
4. Desempeño de la calidad
5. Satisfacción del cliente
6. Efectividad de la comunicación
7. Satisfacción del usuario final
8. Efectividad de la planeación
9. Funcionalidad
10. Desempeño del entorno y medio ambiente

Como resultado final de las aportaciones generadas por los autores antes mencionados se obtienen las tres tablas de más adelante se incluyen los indicadores clave de desempeño y sus mediciones de desempeño categorizados según la clasificación propuesta por el “*The KPI Working Group*” (2000).

Tabla 10. Indicadores de desempeño utilizados por los autores en el tema de investigación. Fuente: (Luna Villarreal, 2017)

Artículos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Egan Report, 1998	*																																								
KPI Report DETR, 2000	*	*																																							
Wegelius-Lehtonen, 2001			*																																						
Kugroglou et al., 2001				*																																					
Phai et al., 2002					*																																				
Cox et al., 2003						*																																			
Cheng et al., 2004							*																																		
Wong, 2004								*																																	
Ramirez et al., 2004									*																																
Chan, A & Chan, A., 2004										*																															
Bassioni et al., 2004											*																														
Cheah, Y., 2004												*																													
Construction Excellence 2005-2009													*																												
Bassioni et al., 2005														*																											
Bealham et al., 2005															*																										
Yulhan et al., 2007																*																									
Nidurupati, S. et al., 2007																	*																								
El-Mahabeh et al., 2007																		*																							
Yenig, Y. et al., 2007																			*																						
Luu, Trung-Van, 2007																				*																					
Rankin et al., 2008																					*																				
Luu, Trung-Van, 2008																						*																			
Buecher, D., 2009																							*																		
Dawood, N., 2009																								*																	
Chan, K., 2009																									*																
SK Iniewski M., 2009																										*															
Roberts, M. & Latore, V., 2009																											*														
Toor Shumate-ur-Rehman, 2010																												*													
Balabat, M., 2010																													*												
Hapornova, T., 2010																														*											
Balabat, M., 2010																														*											
Latore, V. & Roberts, M., 2010																														*											
Horta, L. et al., 2010																															*										
Radujkovic et al., 2011																															*										
CH, 2011 Benchmarking and Metrics																															*										
AH H.A.E. et al., 2012																															*										
Hahnman & Voorstijk, 2012																															*										
Nisar, H. et al., 2012																																*									
Young et al., 2013																																*									
Ren et al., 2013																																*									

Tabla 12. Indicadores de desempeño utilizados por los autores en el tema de investigación. Fuente: (Luna Villarreal, 2017)

Indicadores de Desempeño	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
Artículos	Egan Report, 1998	KPI Report DETR, 2000	Wegelius-Lehtonen, 2001	Kagglou et al., 2001	Pilat et al., 2002	Cox et al., 2003	Cheng et al., 2004	Wong, 2004	Ramirez et al., 2004	Chun, A. & Chan, A., 2004	Bassioni et al., 2004	Chen, Y., 2004	Construction Excellence 2005-2009	Bassioni et al., 2005	Bealham et al., 2005	Yulhan et al., 2007	Nidunpatt, S. et al., 2007	El-Mashaleh et al., 2007	Yeung, Y. et al., 2007	Lun, Truong-Van, 2007	Ranbin et al., 2008	Lun, Truong-Van, 2008	Butcher, D., 2009	Dawood, N., 2009	Chan, K., 2009	Skimiewski, M., 2009	Roberts, M. & Latore, V., 2009	Toor, Shammas-ur-Rehman, 2010	Baluhut, M., 2010	Hapronova, T., 2010	Baluhut, M., 2010	Latore, V. & Roberts, M., 2010	Horta, L. et al., 2010	Radjkovic et al., 2011	CHI, 2011 Benchmarking and Metrics	Ali H.A.E. et al., 2012	Haiman & Voorstijk, 2012	Nasir, H. et al., 2012	Yeung et al., 2013	Ren et al., 2013					
Indicadores																																													
Tasa de accidentes (PL)								*																																					
Tasa de riesgo (PL)								*																																					
Mano de obra (PL)								*																																					
Productividad de la mano de obra (PL)								*																		*																			
Eficiencia de la mano de obra (PL)								*																																					
Construcción (PL)																																													
Desempeño de la productividad (PL)								*																*	*										*										
Subcontratos (PL)								*																																					
Tasa de subcontratos (PL)								*																																					
Calidad (PL)								*																																					
Quejas de los clientes del coste (PL)								*																																					
Contratación (PL)								*																																					
Órdenes urgentes (PL)								*																																					
Planeación (PL)								*																																					
Efectividad de la planeación (PL)								*																																					
Factores impulsores de desempeño (PL)																																													
Liderazgo (PL)															*																														
Enfoque de los accionistas (PL)															*																														
Gestión estratégica (PL)															*																														
Función y gestión de programas (PL)															*																														
Información y análisis (PL)															*																														
Cultura de trabajo (PL)															*																														
Factores resultantes de desempeño (PL)																																													
Personal, socios y proveedores (PL)															*																														
Resultados del proyecto (PL)															*																														
Cliente y sociedad (PL)															*																														
Resultados organizacionales del negocio (PL)															*																														
Desempeño del contratista																																													
Gestión de los sitios del contratista/ capacidad de ejecución																																													
Tipo de control y procesos de monitoreo								*																																					
Control de costes y sistemas de reporte de progreso de la construcción								*																																					
Habilidad para hacer frente a un problema no anticipado								*																																					
Provisión de formación/ personal capacitado para el proyecto en particular								*																																					
Conocimientos en tecnología de información								*																																					
Reputación del contratista/ imagen																																													
Reputación del contratista/ imagen								*																																					
Origen de la empresa								*																																					
Número de años en el negocio								*																																					
Cotiza en el mercado de valores								*																																					
Propuesta del contratista																																													
Programas y procedimientos de construcción								*																																					
Métodos de construcción/ declaraciones								*																																					
Organización del sitio, reglas de trabajo/ procedimientos y políticas								*																																					
Gestión del sitio propuesta y procedimientos de mejora de la productividad								*																																					
Precio de la oferta propuesta								*																																					
Otros criterios relevantes																																													
Familiaridad del contratista con las condiciones climáticas								*																																					
Familiaridad del contratista con la mano de obra local								*																																					
Familiaridad del contratista con proveedores locales								*																																					
Familiaridad del contratista con el área geográfica								*																																					
Familiaridad del contratista con la autoridad local								*																																					
Ubicación de la oficina a sitio de trabajo								*																																					
Experiencia con determinado tipo de instalación								*																																					
Satisfacción del contratista con la cooperación del cliente																																													
Satisfacción del contratista con la disponibilidad de pagos																																													
Satisfacción del contratista con el trabajo cooperativo																																													

**CAPÍTULO V.
PROPUESTA DEL PLAN DE GESTIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS
LLAVE EN MANO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

5.1. Propuesta de indicadores

En la siguiente tabla se resumen los ICD's propuestos para el plan de gestión del desempeño de proyectos llave en mano.

Tabla 13. ICD's propuestos para el plan de gestión del desempeño de proyectos llave en mano. Fuente propia

Criterio	Indicador de Resultados¹	Indicador de Proceso y Principales²
Tiempo	Periodo de proyecto	– Definición del alcance del proyecto – Aprobación de inversionistas – Aprobación de entidad revisora – Consulta interna – Desarrollo de diseño y planos – Variación de tiempo
Coste	Variación de coste	– Sistemas estructurales y constructivos – Tipos de instalaciones MEP – Calidad de las terminaciones
Calidad	Defectos	– Procesos de diseño y construcción – Predictibilidad de coste – construcción – Predictibilidad de coste – construcción (cambios realizados por el Gerente de Proyecto)
Medio ambiente	Impacto medio ambiental	– Transporte sostenible – Eficiencia energética – Eficiencia del agua – Contaminación ambiental
Social	Ambiente laboral / relaciones laborales	– Espacios para una vida social y productiva

¹ Ver apartado 4.2.4.1

² Ver apartados 4.2.4.2 y 4.2.4.3

5.1.1. Tiempo

Los indicadores de proceso considerados son el tiempo necesario para obtener un buen acuerdo general acerca del alcance, el tiempo de respuesta del o de los inversionistas, el tiempo de respuesta de aprobaciones de la entidad revisora, los periodos para consultas entre los especialistas del equipo de diseño, el tiempo real para desarrollar los planos y especificaciones de todas las especialidades de diseño, y la variación del tiempo entre el tiempo de construcción y el tiempo de revisión de contrato.

Los indicadores principales más importantes para acelerar la definición del alcance del proyecto son la comprensión del o de los inversionistas, la experiencia del diseñador, y el sistema de gestión de la información empleado por los encargados del alcance del proyecto. Para obtener la aprobación del o de los inversionistas lo más rápido posible debe considerarse la claridad de la propuesta y su fundación técnica. De igual manera, el cumplimiento de las reglas y conocer el papeleo necesario y las formalidades ayudan a disminuir los tiempos de aprobación por parte de las entidades revisoras. Para reducir el periodo de consulta interna se debe considerar la disponibilidad, flexibilidad, rapidez y puntualidad de los diseñadores y la eficacia de los medios de comunicación. La experiencia de los diseñadores, la claridad de los estándares y de los protocolos de intervenciones oportunas han de ser considerados para eficientizar el tiempo de diseño y desarrollo de planos y especificaciones.

5.1.1. Coste

Los indicadores de proceso considerados los sistemas estructurales y constructivos, la predictibilidad de coste en la fase de construcción y la predictibilidad de coste en la construcción por cambios realizados por el Gerente de Proyecto. Todas las decisiones tomadas en la fase de diseño impactarán en el coste final de la construcción; sin embargo, la variación de coste será otro parámetro por evaluar.

Estos indicadores son alcanzables de manera proactiva y predictiva mediante la habilidad y la experiencia de los diseñadores de monitorear los costes durante el proceso de diseño, elegir materiales nuevos o innovadores, evaluar diferentes alternativas, ofrecer un buen nivel de constructibilidad, obtener un buen nivel de compatibilización y plano de detalles.

5.1.2. Calidad

La calidad es subjetiva y significa diferentes cosas para diferentes personas. En la actualidad no existe un método objetivo reconocido de medición de la calidad en el sector de la construcción.

El enfoque de los indicadores de proceso es mejorar la visibilidad de los problemas de calidad en proyectos de construcción mediante la medición de los problemas de calidad. Es por lo que estas medidas deben recopilar todos los problemas de calidad desde el inicio del proyecto.

Los indicadores de proceso considerados son el cumplimiento de los procesos establecidos por la empresa durante la fase de diseño del proyecto, al igual que durante la fase de construcción; el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar en la construcción y el seguimiento del plan de control de calidad de dicho proyecto, el cual varía dependiendo del tipo de proyecto.

Estos indicadores son alcanzables de manera proactiva y predictiva mediante la realización de planes de control de calidad más prácticos y fáciles de aplicar en obra, cumplir con la planificación inicial de materiales, procesos constructivos y características estructurales. Además, debe existir un riguroso proceso de control de calidad al momento de realización del proyecto a nivel de planificación, diseño y redacción.

5.1.3. Medio ambiente

Los indicadores de proceso considerados la eficiencia energética, eficiencia del agua, promoción de transporte sostenible y contaminación ambiental; consideraciones como esta reducen el impacto medio ambiental.

Estos indicadores son alcanzables de manera proactiva y predictiva mediante dispositivos de bajo consumo y de ahorro de agua, conocimiento de dispositivos de monitoreo de consumo de agua y energía, el compromiso medio ambiental de los diseñadores del proyecto, del conocimiento del o de los inversionistas sobre los beneficios del transporte verde y conocimiento sobre reducción de islas de calor, contaminación lumínica y la gestión del agua de lluvia (Orihuela, Pacheco, & Orihuela, 2017).

5.1.4. Social

Los indicadores de proceso considerados son la evaluación del ambiente laboral y las relaciones en el ambiente de trabajo y la disponibilidad de espacios para una vida social y productiva.

Estos indicadores son alcanzables de manera proactiva y predictiva mediante la responsabilidad profesional, ética y moral cumpliendo con los estándares y normas de diseño y también una buena disposición que incluya espacios que permiten a las personas socializar, relajarse, practicar deportes y espacios productivos flexibles (Orihuela, Pacheco, & Orihuela, 2017).

5.2. Propuesta del plan de gestión del desempeño

El plan de gestión del desempeño de proyectos llave en mano del sector de la construcción que se propone inicia desde el momento en que se inicia el compromiso de inversión [Punto A] hasta la disponibilidad del proyecto para su uso [Punto C]. Ver Figura 19.

En el capítulo ANEXOS se encuentran las fichas con las que se llevará el control de los datos necesarios para la determinación de los ICD's. Dichas fichas están distribuidas por fase de proyecto: planificación y diseño, construcción y entrega. Esto porque los proyectos llave en mano son gestionados desde la planificación y el diseño, posteriormente de la contratación. Si bien la responsabilidad de la empresa frente a vicios en la construcción que pueda presentar un proyecto es de 10 años en la mayoría de los países, este plan sólo tiene alcance hasta la entrega del proyecto.

A continuación, se detalla cómo será evaluado cada indicador y el uso de fórmulas, en caso ser necesario.

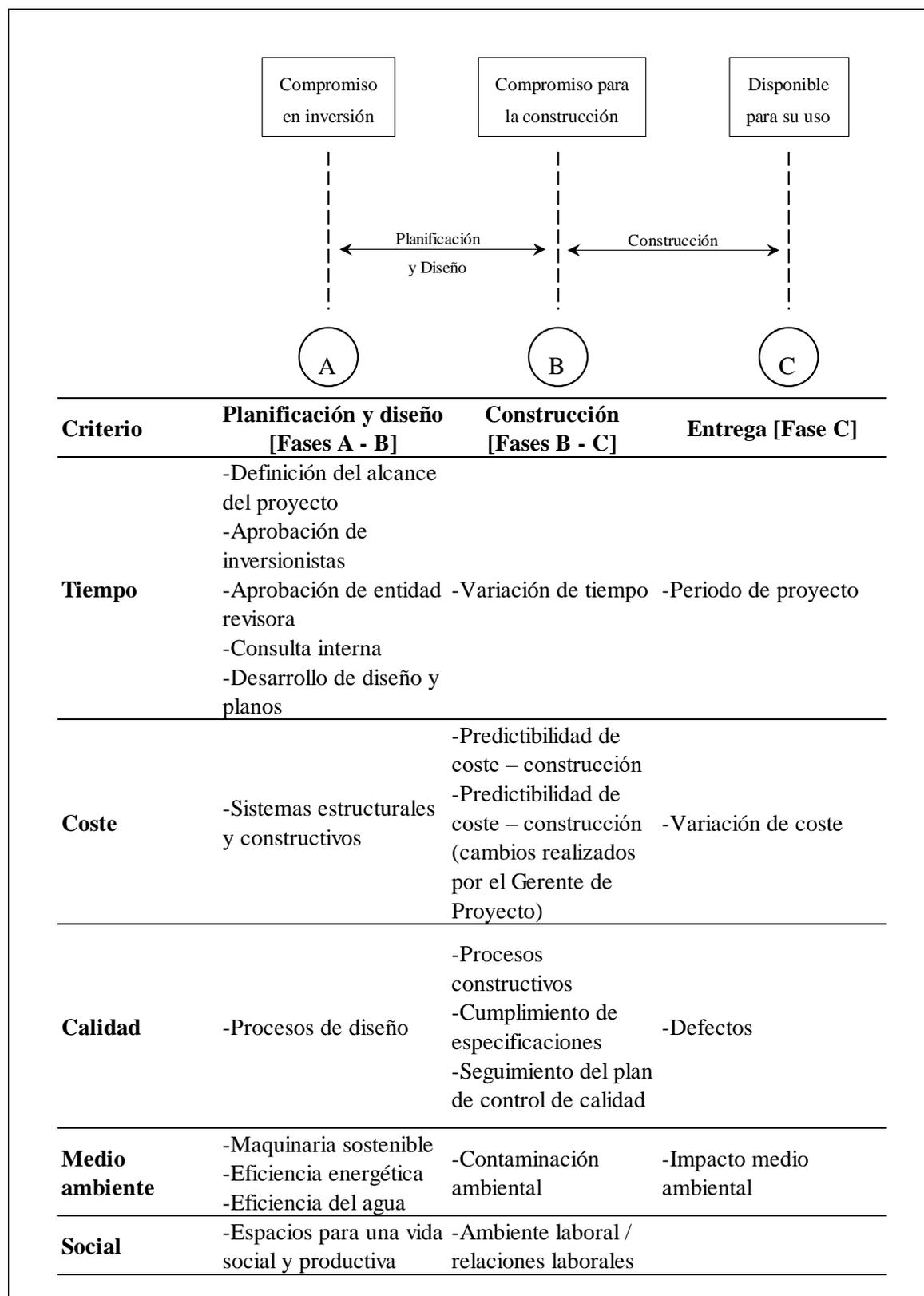


Figura 19. Modelo propuesto de ICD's para el Plan de Gestión del Desempeño en Proyectos Llave en Mano del Sector de la Construcción. Fuente propia

5.2.1. Fase de planificación y diseño

5.2.1.1. Tiempo

1. Definición del alcance del proyecto:

Este indicador será valorado por los días/semanas que se tome definir el alcance del proyecto y será medido por cuántos días/semanas esté por encima o por debajo del plazo asignado para dicha tarea por la planificación.

2. Aprobación de inversionistas:

Este indicador será valorado por los días/semanas que se tome la aprobación de los inversionistas del proyecto y será medido por cuántos días/semanas esté por encima o por debajo del plazo asignado por la planificación.

3. Aprobación de entidad revisora:

Este indicador será valorado por los días/semanas que se tome la aprobación por parte de la entidad revisora del proyecto y será medido por cuántos días/semanas esté por encima o por debajo del plazo establecido como máximo en dicha entidad.

En caso de tratarse de proyectos similares a otros realizados por la misma empresa, se tomará como punto de comparación la media ponderada (con el monto presupuestado de dichos proyectos) de tiempo que les haya tomado en la aprobación por parte de la entidad revisora.

4. Consulta interna:

El periodo de consultas internas interdepartamentales vendrá dado por la planificación general del proyecto y será valorado por los días/semanas que se tomen las consultas internas del proyecto y será medido por cuántos días/semanas esté por encima o por debajo del plazo establecido por la planificación del proyecto.

5. Desarrollo de diseño y planos:

Este indicador será valorado por los días/semanas que se tome desarrollar los cálculos de diseño, la delineación de los planos y la redacción del proyecto y será medido por cuántos días/semanas esté por encima o por debajo del plazo asignado para dichas tareas por la planificación.

5.2.1.2. Coste

El siguiente indicador se encuentra en la fase de planificación y diseño porque su información empieza a recolectarse en esta etapa del proyecto, sin embargo, no es hasta la fase de construcción donde mediante la compra de materiales y la propia construcción del proyecto detallan los costes de producción.

1. Sistemas estructurales y constructivos:

Este indicador será medido como la suma total del coste unitario por metro cuadrado de construcción de los sistemas estructurales y constructivos finales y evaluado con respecto al contratado como una ratio porcentual de este.

$$\text{Sistemas estructurales y constructivos} = \frac{\text{coste unitario inicial}}{\text{coste unitario final}} \times 100$$

Donde:

$$\text{coste unitario inicial} = \frac{\text{suma total de el coste de los sistemas estr. y constr. contratado}}{\text{área de construcción}}$$

$$\text{coste unitario final} = \frac{\text{suma total de el coste de los sistemas estr. y constr.}}{\text{área de construcción}}$$

5.2.1.3. Calidad

1. Procesos de diseño:

Este indicador será valorado de acuerdo con la siguiente escala:

Muy Satisfactorio – MS	Cumple con el 100% de los procesos de diseño establecidos por la empresa para sus proyectos.
Satisfactorio – S	Cumple con al menos un 75% de los procesos de diseño establecidos por la empresa para sus proyectos.
No Satisfactorio – NS	Cumple con menos de un 75% de los procesos de diseño establecidos por la empresa para sus proyectos.

5.2.1.4. Medio ambiente

1. Maquinaria sostenible:

Este indicador será evaluado como la variación en porcentaje entre las emisiones de CO₂ de la maquinaria y un parámetro que ha de establecer la normativa local.

$$\text{Maquinaria sostenible} = \frac{\text{emisiones de CO}_2 \text{ de las maquinarias} - \text{parámetro de normativa}}{\text{parámetro de normativa}} \times 100$$

Donde las emisiones de CO₂ de las maquinarias es una media de todas las emisiones de todas las máquinas. De igual manera, el parámetro de la normativa se tomará como una media de cada parámetro correspondiente a cada emisión de cada maquinaria.

2. Eficiencia energética:

La eficiencia energética en todo el proyecto será medida como un porcentaje de la energía consumida y la energía que se espera consumir en todo el proyecto.

$$\text{Eficiencia energética} = \frac{\text{energía actual consumida}}{\text{energía que se esperaba consumir}} \times 100$$

3. Eficiencia del agua:

La eficiencia del agua de todo el proyecto será medida como un porcentaje del agua consumida y el agua que se espera consumir en todo el proyecto. El agua del hormigón no será contabilizada, siempre y cuando este sea suplido por hormigoneras.

$$\text{Eficiencia del agua} = \frac{\text{agua actual consumida}}{\text{agua que se esperaba consumir}} \times 100$$

5.2.1.5. Social

1. Espacios para una vida social y productiva:

Este indicador será valorado de acuerdo con la siguiente escala:

Muy Satisfactorio – MS	El diseño contiene espacios aptos para el recreo, la socialización, relajación, practicar deportes y espacios productivos flexibles.
Satisfactorio – S	El diseño contiene por lo menos un 50% de los espacios aptos para el recreo, la socialización, relajación, practicar deportes y espacios productivos flexibles.
No Satisfactorio – NS	El diseño no contiene espacios aptos para el recreo, la socialización, relajación, practicar deportes y espacios productivos flexibles.

5.2.2. Fase de construcción

5.2.2.1. Tiempo

1. Variación de tiempo:

La variación de tiempo es medida por el incremento porcentual en el proyecto estimado en días/semanas, sin contar las extensiones de tiempo otorgadas por el cliente (OTC).

$$\text{Variación de tiempo} = \frac{\text{tiempo de construcción} - \text{periodo de contrato revisado}}{\text{periodo de contrato revisado}} \times 100$$

Donde:

$$\text{periodo de contrato revisado} = \text{periodo original de contrato} + \text{OCT}$$

5.2.2.2. Coste

1. Predictibilidad de coste – construcción:

Este indicador representa el cambio entre el coste real de construcción en la fase de entrega y el coste de construcción estimado en la fase de construcción, expresado como un porcentaje del coste de construcción estimado en la fase de construcción.

$$\text{Predictibilidad de coste (construcción)} = \frac{\text{coste final de construcción} - \text{coste contratado}}{\text{coste contratado}} \times 100$$

2. Predictibilidad de coste – construcción (cambios realizados por el Gerente de Proyecto):

Este indicador representa el cambio, atribuible a las órdenes de cambio aprobadas por el cliente que se originan en el Gestor del Proyecto, entre el coste real de construcción en la fase de entrega y el coste de construcción estimado en la fase de construcción, expresado como un porcentaje del coste de construcción estimado en la fase de construcción.

Predictibilidad de coste (construcción / cambios PM)

$$= \frac{\text{coste adicional por cambios realizados por PM}}{\text{coste contratado}} \times 100$$

5.2.2.3. Calidad

1. *Procesos constructivos:*

Este indicador será valorado de acuerdo con la siguiente escala:

Muy Satisfactorio – MS	Cumple con el 100% de los procesos de calidad de la empresa y del proyecto al momento de su construcción.
Satisfactorio – S	Cumple con al menos un 70% de los procesos de calidad de la empresa y del proyecto al momento de su construcción.
No Satisfactorio – NS	Cumple con menos de un 70% de los procesos de calidad de la empresa y del proyecto al momento de su construcción.

2. *Cumplimiento de especificaciones:*

Este indicador será valorado de acuerdo con la siguiente escala:

Muy Satisfactorio – MS	Cumple al 100% con las especificaciones técnicas de los materiales especificados en el proyecto.
Satisfactorio – S	Cumple al menos con el 80% de las especificaciones técnicas de los materiales especificados en el proyecto.
No Satisfactorio – NS	Cumple con menos del 80% de las especificaciones técnicas de los materiales especificados en el proyecto.

3. Seguimiento del plan de control de calidad:

Muy Satisfactorio – MS	Cumple al 100% con los procesos y controles de calidad de la empresa durante la construcción de sus proyectos.
Satisfactorio – S	Cumple al menos con el 70% de los procesos y controles de calidad de la empresa durante la construcción de sus proyectos.
No Satisfactorio – NS	Cumple con menos del 70% de los procesos y controles de calidad de la empresa durante la construcción de sus proyectos.

5.2.2.4. Medio ambiente

1. Contaminación ambiental:

Este indicador se evaluará como una media ponderada de tres factores: gestión de residuos de la construcción, generación de polvo y generación de ruido.

Para determinar los valores de cada factor se presenta la siguiente tabla:

	Puntuación			
	1	5	7	10
Gestión de residuos de la construcción	No existe clasificación de residuos por tipo de material, ni gestión alguna de dichos residuos	No existe clasificación de los residuos de acuerdo con el tipo de material, sin embargo, existe un plan de gestión de residuos de obra y no es aplicado a cabalidad	Existe clasificación de los residuos de acuerdo con el tipo de material, sin embargo, existe un plan de gestión de residuos de obra y no es aplicado a cabalidad	Todos los residuos son clasificados por tipo de material y recogidos por agentes especiales capacitados para su manejo
Generación de polvo	Las medidas de control de polvo no son aplicadas e ineficientes	Las medidas de control de polvo son aplicadas, pero no son suficientes	Las medidas de control de polvo son aplicadas y son suficientes, mas no eficientes	Las medidas de control de polvo son aplicadas y eficientes
Generación de ruido (Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra, 2012)	135 dB ≤ x	80 dB ≤ x < 135 dB	50 dB ≤ x < 80 dB	x < 50 dB

Luego se ha de aplicar la siguiente fórmula:

Contaminación ambiental

$$= \frac{65 \times \text{gestión de residuos} + 20 \times \text{generación de polvo} + 15 \times \text{generación de ruido}}{100}$$

5.2.2.5. Social

1. Ambiente laboral / relaciones laborales:

Este indicador vendrá dado por el número de disputas y/o incidentes reportados en y durante la obra.

5.2.3. Fase de entrega

5.2.3.1. Tiempo

1. Periodo de proyecto:

Tiempo absoluto que es calculado como el número de días/semanas desde el inicio del proyecto hasta la fecha de finalización práctica del proyecto.

$$\text{Periodo de proyecto} = \text{fin práctico del proyecto} - \text{inicio del proyecto}$$

5.2.3.2. Coste

1. Variación de coste:

La variación de coste es medida por la relación de las variaciones netas a la suma final contratada expresada en términos porcentuales. Este indicador es un parámetro de los sobre costes. En la literatura anglosajona es conocido como “*Net Variation Over Final Cost – NETVAR*”

$$\text{NETVAR} = \frac{\text{valor neto de variaciones}}{\text{suma final contratada}} \times 100$$

Donde:

valor neto de variaciones = suma final contratada – Base

Base = suma original contratada + últimos aumento – subsidio de contingencia

5.2.3.3. Calidad

1. Defectos:

Para el Indicador de Resultados “defectos” se utilizará el siguiente sistema de medida que se encuentra en el “*Construction Clients Forum – CCF*”:

10 = Aparentemente libre de defectos

8 = Pocos defectos que no significan impacto en el cliente

5 o 6 = Algunos defectos con impactos en el cliente

3 = Mayores defectos con gran impacto en el cliente

1 = Totalmente defectuoso

5.2.3.4. Medio ambiente

1. Impacto medio ambiental:

Este indicador se valorará como “Satisfactorio – S” o “No Satisfactorio – NS”, dependiendo de su conformidad con alguno de los sistemas de certificación existentes como el “LEED”, “BREEAM” o “GREEN STAR”.

5.2.3.5. Social

No se ha considerado indicador social en esta fase.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado de los conocimientos adquiridos de los modelos existentes en la literatura, los conceptos de desempeño, “*benchmarking*” e indicadores de desempeño, se generó un modelo conceptual a partir de Indicadores Clave del Desempeño – ICD’s, el modelo resultante es una representación de un mapa de conceptos y sus relaciones en cada etapa clave de proyectos llave en mano.

Una vez analizada la literatura y tomando como patrón la tablas en las páginas 114, 115, 116 de Luna Villarreal (2017) y más artículos científicos recientes, se seleccionaron 23 indicadores clave de desempeño. Estos indicadores fueron seleccionados y adaptados a proyectos llave en mano, debido a las características que presenta este tipo de sistema de contratación. Estos ICD’s fueron clasificados en los criterios de tiempo, coste, calidad, medio ambiente y social. Además, se clasificaron por fases o etapas del ciclo de vida de un proyecto llave en mano. Estas tres fases diferentes del proyecto son la planificación y diseño, la construcción y la entrega (ver Figura 19). De los ICD’s seleccionados, se encuentran como principales en cada categoría el periodo de duración del proyecto, la variación del coste, los defectos en obra, el impacto medio ambiental y el ambiente laboral / relaciones laborales.

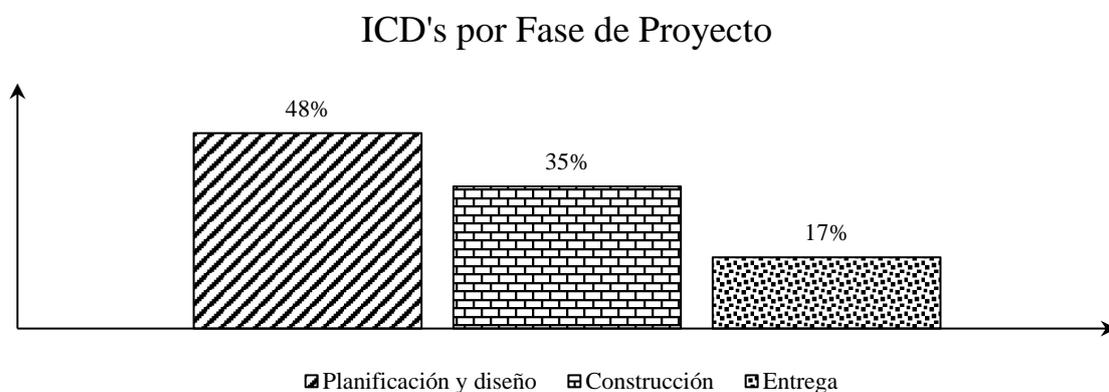


Figura 20. ICD's por fase de proyecto. Fuente: propia

En la Figura 20 se aprecia como los ICD's del modelo de plan propuesto requieren de mayor atención en la primera fase de un proyecto llave en mano. El 48% de los indicadores se encuentran concentrados en la fase de planificación y diseño; disminuyendo progresivamente hasta el final del proyecto. Con esto se deduce que la clave del éxito de un proyecto llave en mano se encuentra en la planificación y el diseño, más que en su construcción y su entrega. Un modelo como el propuesto es ideal en empresas y proyectos donde exista una buena gestión de la información.

Como líneas futuras que se derivan de esta tesina se encuentran el aplicar el modelo teórico a la realidad, ya sea mediante consulta a expertos y tratando los resultados con algún modelo para su posterior calibración o midiendo el desempeño de un proyecto llave en mano en particular; la calibración puede ser bien en los factores que intervienen en él, así como las tablas que le sustentan. También, la gestión de la calidad de la información que alimenta este modelo. Otras líneas de investigación que se derivan son la gestión del desempeño en proyectos llave en mano, después de la entrega del proyecto para su uso; desempeño de la obra y gestión post – construcción / uso y fin de vida de la obra; de igual modo considerar como un sexto criterio la seguridad y la salud en el ambiente laboral a la hora de la medición del desempeño en proyectos llave en mano.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR. (2007). *UNE-EN ISO 22005: Trazabilidad en la cadena de alimentos para alimentación humana y animal*. Madrid, España: AENOR.
- AENOR. (2015). *UNE-EN ISO 9000: Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*. Madrid, España: AENOR.
- Ahmad, S. B., Svaalestuen, F., Andersen, B., & Torp, O. (2015). A review of performance measurement for successful concurrent construction. *29th World Congress International Project Management Association (IPMA)* (págs. 447-454). Westin Playa Bonita, Panamá: Procedia - Social and Behavioral Sciences. doi:10.1016/j.sbspro.2016.06.210
- Alarcón, L. F., Grillo, A., Freire, J., & Diethelm, S. (2001). Learning from collaborative benchmarking in the construction industry. *9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Singapur.
- Ali, H. A., Al-Sulaihi, I. A., & Al-Gahtani, K. S. (2013). Indicators for measuring performance of building construction companies in Kingdom of Saudi Arabia. (Elsevier, Ed.) *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, 25, 125-143. doi:10.1016/j.jksues.2012.03.002
- Almahmoud, E. S., Doloi, H. K., & Panuwatwanich, K. (2012). Linking project health to project performance indicators: Multiple case studies of construction projects in Saudi Arabia. *International Journal of Project Management*, 30, 296-307. doi:10.1016/j.ijproman.2011.07.001
- Azzone, G., Masella, C., & Bertelè, U. (Diciembre de 1991). Design of Performance Measures for Time-based Companies. *International Journal of Operations & Production Management*, 11(3), 77-85. doi:10.1108/01443579110143412
- Balatbat, M. C., Lin, C.-Y., & Carmichael, D. G. (2010). Australian Construction Growth Ratios: Industry and Company Analyses. *International Journal of Construction Management*, 10(4), 23-43. doi:10.1080/15623599.2010.10773153
- Bassioni, H. A., Price, A. D., & Hassan, T. M. (Abril de 2004). Performance Measurement in Construction. *Journal of Management in Engineering*, 20(2). doi:10.1061/(ASCE)0742-597X(2004)20:2(42)
- Beatham, S., Anumba, C., Thorpe, T., & Hedges, I. (2004). KPIs: a critical appraisal of their use in construction. *Benchmarking: An International Journal*, 11(1), 93-117. doi:10.1108/14635770410520320
- Bhutta, K. S., & Huq, F. (1999). Benchmarking – best practices: an integrated approach. *Benchmarking: An International Journal*, 6(3), 254-268. doi:10.1108/14635779910289261
- Bititci, U. S., Carrie, A. S., & McDevitt, L. (1997). Integrated performance measurement systems: a development guide. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(5), 522-534. doi:10.1108/01443579710167230

- Bititci, U. S., Garengo, P., Dörfler, V., & Nudurupati, S. (2011). Performance Measurement: Challenges for Tomorrow. *International Journal of Management Reviews*. doi:10.1111/j.1468-2370.2011.00318.x
- Bourne, M., Neely, A., Mills, J., & Platts, K. (2003). Implementing performance measurement systems: a literature review. *International Journal of Business Performance Management*, 5(1), 1-24. Recuperado el 25 de Mayo de 2018, de <https://pdfs.semanticscholar.org/2cda/9e24709c1a75a6cb7d187030a5b1b82ccd40.pdf>
- Brignall, T. J., Fitzgerald, L., Johnston, R., & Silvestro, R. (Noviembre de 1991). Performance Measurement in Service Businesses. *Management Accounting*, 69(10), 34-36. Recuperado el 25 de Mayo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/283694495_Performance_Measurement_in_Service_Businesses
- Camp, R. C. (Febrero de 1989). Benchmarking: The Search for Industry Best Practices That Lead to Superior Performance. *Quality Progress*, 22(2).
- Chan, A. P., & Chan, A. P. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, 11(2), 203-221. doi:10.1108/14635770410532624
- Chan, E. H., & Yu, A. T. (Noviembre de 2005). Contract strategy for design management in the design and build system. *International Journal of Project Management*, 23(8), 630-639. doi:10.1016/j.ijproman.2005.05.004
- Cheung, S. O., Suen, H. C., & Cheung, K. K. (2004). PPMS: a Web-based construction Project Performance Monitoring System. *Automation in Construction*, 13, 361-376. doi:10.1016/j.autcon.2003.12.001
- CII. (2000). *Construction Industry Institute CII Benchmarking and Metrics Data Rep. 2000*. Texas, Estados Unidos: CII.
- CIMA. (2006). *Performance Measurement*. The Chartered Institute of Management Accountants. Londres, Reino Unido: The Chartered Institute of Management Accountants. Recuperado el 25 de Mayo de 2018, de http://www.cimaglobal.com/Documents/ImportedDocuments/9_Performance_Measurement.pdf
- Cox, R. F., Issa, R. R., & Ahrens, D. (2003). Management's Perception of Key Performance Indicators for Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(2), 142-151. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:2(142)
- Cross, K. F., & Lynch, R. L. (1988). The "SMART" way to define and sustain success. *National Productivity Review*, 8(1), 23-33. doi:10.1002/npr.4040080105
- Dawood, N., & Sikka, S. (2009). Development of 4D based performance indicators in construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 16(5), 438-458. doi:10.1108/09699980910988357
- Dawood, N., Sikka, S., Marasini, R., & Dean, J. (2006). Development of Key Performance Indicators to establish the benefits of 4D planning. *22nd Annual ARCOM Conference* (págs. 709-718). Birmingham, Inglaterra: Association of Researchers

- in Construction Management. Obtenido de http://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2006-0709-0718_Dawood_et_al.pdf
- DETR. (2000). *KPI Report for The Minister for Construction*. Bressenden Place. Londres, Reino Unido: Crown. Recuperado el 26 de Julio de 2018, de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/16323/file16441.pdf
- Dixon, J. R., Nanni, A. J., & Vollmann, T. E. (1990). *The new performance challenge: measuring operations for world-class competition*. Homewood, Illinois, Estados Unidos: Business One Irwin.
- Eagan, J. (1998). *Rethinking Construction: The report of the Construction Task Force*. Department of Trade and Industry. Reino Unido: Crown.
- El-Mashaleh, M. S., Minchin Jr., R. E., & O'Brien, W. J. (2007). Management of construction firm performance using benchmarking. *Journal of Management in Engineering*, 23(1), 10-17. doi:10.1061/(ASCE)0742-597X(2007)23:1(10)
- García, S., Castañeras, E., & Davis, M. (2013). Trazabilidad de la calidad en vivienda. V *ELAGEC*. Cancún, Mexico.
- Garnett, N., & Pickrell, S. (2000). Benchmarking for construction: theory and practice. *Construction Management and Economics*, 18(1), 55-63. doi:10.1080/014461900370951
- Ghalayini, A. M., Noble, J. S., & Crowe, T. J. (Febrero de 1997). An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness. *International Journal of Production Economics*, 48(3), 207-225. doi:10.1016/S0925-5273(96)00093-X
- Halman, J., & Voordijk, H. (2012). Balanced Framework for Measuring Performance of Supply Chains in House Building. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138, 1444-1450. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000553
- Haponava, T., & Al-Jibouri, S. (2009). Identifying key performance indicators for use in control of preproject stage process in construction. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 58(2), 160-173. doi:10.1108/17410400910928743
- Hinze, J., Thurman, S., & Wehle, A. (Enero de 2013). Leading indicators of construction safety performance. *Safety Science*, 51(1), 23-28. doi:10.1016/j.ssci.2012.05.016
- Horta, I. M., Camanho, A. S., & Da Costa, J. M. (Mayo de 2010). Performance Assessment of Construction Companies Integrating Key Performance Indicators and Data Envelopment Analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(5). doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000145
- Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2012). *Ruido y vibraciones en la maquinaria de obra*. Madrid, España: Avance Servicio Integral Gráfico, S.L. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM010757.pdf>
- Jablonowski, C. J. (2011). Identification of HSE Leading Indicators Using Regression Analysis. *Society of Petroleum Engineers*, 21-23. doi:10.2118/142014-MS

- Kagioglou, M., Cooper, R., & Aouad, G. (2001). Performance management in construction: a conceptual framework. *Construction Management and Economics*, 19(1), 85-95. doi:10.1080/01446190010003425
- Kaplan, R. S., & Norton, D. (Febrero de 1992). The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance. *Harvard Business Review*, 70(1), 71-79.
- Keegan, D., Eiler, R., & Jones, C. (1989). Are Your Performance Measures Obsolete? *Management Accounting*, 70(12), 45-50.
- Latorre, V., Roberts, M., & Riley, M. J. (2010). Development of a Systems Dynamics Framework for KPIs to Assist Project Managers' Decision Making Processes. *Revista de la Construcción*, 9(1), 39-49. doi:10.4067/S0718-915X2010000100005
- Luna Villarreal, K. (2017). *Indicadores de desempeño en empresas promotoras constructoras de vivienda: El caso de México*. Universidad Politécnica de Valencia, Programa de Ingeniería Civil y Urbanismo. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. doi:10.4995/Thesis/10251/90447
- Luu, T.-V., Kim, S.-Y., Cao, H.-L., & Park, Y.-M. (2008). Performance measurement of construction firms in developing countries. *Construction Management and Economics*, 26(4), 373-386. doi:10.1080/01446190801918706
- Maskell, B. (1989). Performance measurement of world class manufacturing. *Management Accounting*, 67(5), 32-33.
- Mendoza, C., & Robert, Z. (Abril de 2001). Measuring up. *Financial Management (CIMA)*, 26-29.
- Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science & Technology*, 9, 211-214.
- Molenaar, K. R., & Saller, B. J. (Abril de 2003). Educational Needs Assessment for Design/Build Project Delivery. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 129(2), 106-114. doi:10.1061/(ASCE)1052-3928(2003)129:2(106)
- Murray, M. (2003). Rethinking Construction: The Egan Report (1998). En M. Murray, & D. Langford, *Construction Reports 1944-98* (págs. 178-194). Oxford: Blackwell Science. doi:10.1002/9780470758526.ch13
- Neely, A. (2005). The evolution of performance measurement research: Developments in the last decade and a research agenda for the next. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(12), 1264-1277. doi:10.1108/01443570510633648
- Neely, A., Adams, C., & Crowe, P. (2001). The performance prism in practice. *Measuring Business Excellence*, 5(2), 6-13. doi:10.1108/13683040110385142
- Ngacho, C., & Das, D. (2014). A performance evaluation framework of development projects: An empirical study of Constituency Development Fund (CDF) construction projects in Kenya. *International Journal of Project Management*, 32, 492-507. doi:10.1016/j.ijproman.2013.07.005

- Nudurupati, S. S., Bititci, U. S., Kumar, V., & Chan, F. T. (2010). State of the art literature review on performance measurement. *Computers & Industrial Engineering*. doi:10.1016/j.cie.2010.11.010
- Olsen, P., & Borit, M. (2013). How to define traceability. *Trends in Food Science and Technology*, 29, 142-150. doi:10.1016/j.tifs.2012.10.003
- Orihuela, P., Pacheco, S., & Orihuela, J. (2017). Proposal of performance indicators for the design of housing projects. En P. Engineering (Ed.), *Creative Construction Conference* (págs. 498-505). Primosten, Croacia: Elsevier Ltd. doi:10.1016/j.proeng.2017.07.230
- Pickrell, S., Garnett, N., & Baldwin, J. (1997). *Measuring Up: A Practical Guide to Benchmarking in Construction*. Construction Research Communications.
- Ramírez, R. R., Alarcón, L. F., & Knights, P. (Julio de 2004). Benchmarking System for Evaluating Management Practices in the Construction Industry. *Journal of Management in Engineering*, 110-117. doi:10.1061/(ASCE)0742-597X(2004)20:3(110)
- Rankin, J., Fayek, A. R., Meade, G., Haas, C., & Manseau, A. (2008). Initial metrics and pilot program results for measuring the performance of the Canadian construction industry. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 35(9), 894-907. doi:10.1139/L08-018
- Roberts, M., & Latorre, V. (2009). KPIs in the UK's Construction Industry: Using System Dynamics to Understand Underachievement. *Revista de la Construcción*, 8(1), 69-82.
- Sadeh, A., Dvir, D., & Shenhar, A. (Septiembre de 2000). The Role of Contract Type in the Success of R&D Defense Projects Under Increasing Uncertainty. *Project Management Journal*, 31(3), 14-22. doi:10.1177/875697280003100303
- Sanz, A. (2017). Estrategias de Contratación. *Apuntes de clases de Dirección Facultativa de Obras*. Valencia, Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Skibniewski, M. J., & Ghosh, S. (Octubre de 2009). Determination of Key Performance Indicators with Enterprise Resource Planning Systems in Engineering Construction Firms. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(10). doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2009)135:10(965)
- Susilawati, A., Tan, J., Bell, D., & Sarwar, M. (Junio de 2013). Develop a Framework of Performance Measurement and Improvement System for Lean Manufacturing Activity. *International Journal of Lean Thinking*, 4(1), 51-64. Obtenido de [http://thinkinglean.com/img/files/PAPER_6\(1\).pdf](http://thinkinglean.com/img/files/PAPER_6(1).pdf)
- Toellner, J. (2001). Improving safety and health performance: Identifying and measuring leading indicators. *Professional Safety*, 46(9), 42-47.
- Universitat Politècnica de València. (2012). *UPV*. Recuperado el 2 de Agosto de 2018, de Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil: Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil
- Universitat Politècnica de València. (2017). *UPV*. Recuperado el 2 de Agosto de 2018, de Plan Estratégico: <http://www.upv.es/organizacion/la-institucion/misionvisionvalores-plan-upv-es.html>

- Wegelius-Lehtonen, T. (2001). Performance measurement in construction logistics. *International Journal of Production Economics*, 69, 107-116. doi:10.1016/S0925-5273(00)00034-7
- Wong, C. H. (Septiembre de 2004). Contractor performance prediction model for the United Kingdom construction contractor: Study of logistic regression approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 130(5), 691-698. doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2004)130:5(691)
- Yeung, J. F., Chan, A. P., & Chan, D. W. (2008). Establishing quantitative indicators for measuring the partnering performance of construction projects in Hong Kong. *Construction Management and Economics*, 26(3), 277-301. doi:10.1080/01446190701793688
- Yeung, J. F., Chan, A. P., Chan, D. W., & Li, L. K. (2007). Development of a partnering performance index (PPI) for construction projects in Hong Kong: a Delphi study. *Construction Management and Economics*, 25(12), 1219-1237. doi:10.1080/01446190701598673
- Yeung, J., Chan, A., Chan, D. D., Chiang, Y., & Yang, H. (2013). Developing a Benchmarking Model for Construction Projects in Hong Kong. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139, 705-716. doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000622
- Ying, F., & Tookey, J. (2017). Key performance indicator for managing construction logistic performance. En K. Walsh, R. Sacks, & I. Brilakis (Ed.), *Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC) II*, págs. 869-876. Heraklion, Grecia: LC3. doi:10.24928/2017/0013
- Ying, F., Tookey, J., & Seadon, J. (2018). Measuring the invisible: A key performance indicator for managing construction logistics performance. *Benchmarking: An International Journal*, 25(6), 1921-1934. doi:10.1108/BIJ-11-2016-0176
- Yu, I., Kim, K., Jung, Y., & Chin, S. (Julio de 2007). Comparable Performance Measurement System for Construction Companies. *Journal of Management in Engineering*(23), 131-139. doi:10.1061/(ASCE)0742-597X(2007)23:3(131)

**CAPÍTULO VIII.
ANEXOS**

8.1. Ficha fase de planificación y diseño

Proyecto			
Nombre: _____	Fecha: _____		
Valor: _____	Ubicación: _____		
Sector (ej. Ing. Civil, Comercial): _____	Fase de proyecto: FASE DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO		
Clase (ej. campo, oficina): _____	Número de ref.: _____		
Tipo (ej. obra nueva, remodelación): _____	Contrato no.: _____		
Cliente			
Nombre: _____	Tipo (ej. Público, privado): _____		
Tiempo			
Definición del alcance del proyecto (d o sem) _____			
Aprobación de inversionistas (d o sem) _____			
Aprobación de entidad revisora (d o sem) _____			
Consulta interna (d o sem) _____			
Desarrollo de diseño y planos (d o sem) _____			
Calidad			
	NS	S	MS
Procesos de diseño			
Social			
	NS	S	MS
Espacios para una vida social y productiva			
_____ "RESPONSABLE DE CONTROL DEL DESEMPEÑO"			
Coste			
Sistemas estructurales y constructivos	$=h/i*100$		
a área de construcción			
h <i>coste unitario inicial</i>	$=d/a$		
b coste en estructura contratado			
c coste en construcción contratado			
d suma de costes contratado	$=b+c$		
i <i>coste unitario final</i>	$=g/a$		
e coste en estructura			
f coste en construcción			
g suma de costes	$=e+f$		
Medio Ambiente			
Maquinaria sostenible	$=(j-k)/k*100$		
j emisiones de CO ₂ de las maquinarias			
k parámetro de normativa			
Eficiencia energética	$=l/m*100$		
l energía actual consumida			
m energía que se esperaba consumir			
Eficiencia del agua	$=n/o$		
n agua actual consumida			
o agua que se esperaba consumir			

8.2. Ficha fase de construcción

Proyecto			
Nombre: _____	Fecha: _____		
Valor: _____	Ubicación: _____		
Sector (ej. Ing. Civil): _____	Fase de proyecto: <u>FASE DE CONSTRUCCIÓN</u>		
Clase (ej. campo, oficina): _____	Número de ref.: _____		
Tipo (ej. obra nueva, _____)	Contrato no.: _____		
Cliente			
Nombre: _____		Tipo (ej. Público, privado): _____	
Tiempo		Coste	
Variación de tiempo $=(a-b)/b*100$		Predictibilidad de coste – construcción $=(e-f)/f*100$	
a tiempo de construcción _____		e coste final de construcción _____	
b periodo de contrato revisado $=c+d$		f coste coste contratado _____	
c periodo original de contrato _____			
d extensiones de tiempo otorgadas por el cliente _____		Predictibilidad de coste – construcción (cambios realizados por el Gerente de Proyecto) $=g/f*100$	
		g coste adicional por cambios realizados por el PM _____	
Calidad			
	NS	S	MS
Procesos constructivos			
Cumplimiento de especificaciones			
Seguimiento del plan de control de calidad			
Social			
Ambiente laboral/ relaciones laborales			
número de disputas y/o incidentes reportados _____			
"RESPONSABLE DE CONTROL DEL DESEMPEÑO"			
Medio Ambiente		$=(65*h+20*i+15*j)/100$	
Contaminación ambiental		1	5
		7	10
h	Gestión de residuos de la construcción		
i	Generación de polvo		
j	Generación de ruido		

