

Evaluar el impacto de las tecnologías de la información y comunicación en la productividad de las pymes constructoras

Suárez Zamora, Víctor Manuel

2023

<https://hdl.handle.net/20.500.11777/5663>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto
Presidencial del 3 de abril de 1981



**EVALUAR EL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y
COMUNICACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LAS PYMES
CONSTRUCTORAS.**

**ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO
que para obtener el Grado de
DOCTOR EN ADMINISTRACIÓN**

presenta

VÍCTOR MANUEL SUÁREZ ZAMORA.

Febrero 2023

Índice

Resumen.....	ix
Abstract	ix
Introducción	1
Capítulo 1. Planteamiento del Problema.....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.1 Propósito de la investigación.....	6
1.1.2 Preguntas de investigación.	7
1.2 Objetivos de la Investigación	7
1.2.1 Objetivo general.	7
1.2.2 Objetivos específicos.....	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Alcances y Limitaciones	8
1.5 Viabilidad y Prospectiva	8
Capítulo 2. Marco Teórico	10
2.1 La PYME y la PYME Constructora.....	10
2.2 Productividad en la PYME Constructora.....	10
2.2.1 Factores que intervienen en la productividad de la constructora.....	11
2.3 Innovación en Tecnologías de Información y Comunicación.....	13
2.3.1 Innovación abierta.	13

2.3.2 Teorías y modelos aceptados.....	15
2.4 Modelo Teórico de Implementación en el Estudio.	18
Capítulo 3. Situación del Contexto de Investigación.....	20
3.1 Contexto General.....	20
3.2 TICS en la Construcción.....	21
3.3 Impacto en las PYMES que Usan TICS.....	22
3.4 Datos Importantes Sobre Producción de las Empresas Constructoras.....	23
3.5 La PYME Constructora en México y Puebla.....	23
3.6 Productividad en la PYME Constructora.....	24
3.7 Sistemas BIM en la Construcción.....	25
3.8 Sistemas Enterprise Resource Planning.....	25
Capítulo 4. Metodología.....	27
4.1 Paradigma y Tipo de Investigación.....	27
4.2 Método de Investigación Seleccionado.....	27
4.3 Delimitación Espacial y Temporal de la Investigación.....	28
4.4 Población de Estudio y Muestra.....	28
4.5 Procedimiento Específico Para Llevar a Cabo la Investigación.	30
4.6 Confiabilidad y Validez del Instrumento.....	34
4.7 Técnicas, Modelos, Métodos y/o Software Para Recolección y el Análisis de los Datos ..	36
4.8 Estrategias de Aplicación del Instrumento.....	36

4.9 Clasificación de Datos.....	37
4.10 Constructo de Investigación Ajustado al PDRI y UTAUT	37
Capítulo 5. Procesamiento y Análisis de Datos	40
5.1 Análisis de Datos Significativos	40
Capítulo 6. Resultados y Aportaciones.....	45
6.1 Resultados	45
6.2 Aportaciones.....	51
6.3 Limitaciones	52
6.4 Futura Investigación.....	53
Anexo 1	55
Figuras.....	55
Figura 1. Modelo UTAUT – PDRI.....	55
Figura 2. Modelo PDRI – TICS.....	56
Figura 2.1 Cadena de mando de la PYME y áreas de oportunidad de TICS.....	57
Figura 3. Estructura metodológica de investigación.	58
Figura 4. Determinación de muestra.....	59
Tablas	60
Tabla 1. Barreras para adopción de TICS en la PYME.....	60
Tabla 2. Operacionalización de variables.....	61
Tabla 3. Instrumento de evaluación inicial.....	62

Tabla 3.1 Instrumento de evaluación inicial continuación.	63
Tabla 4. Categorías y variables del índice PDRI.	64
Tabla 5. Concentrado de resultados recabados en Survey Monkey.	65
Tabla 6. Alfa de Crombach 2.	66
Tabla 7. Alfa de Crombach 1.	66
Tabla 8. Tabla de frecuencias categorías PDRI y TICS.	67
Tabla 9. Tabla de frecuencias PDRI y TICS-UTAUT.	68
Tabla 10. Empleo de TICS en la toma de decisiones.	68
Tabla 11. Empleo de TICS en el diseño o proyecto.	69
Tabla 12. Empleo de TICS en la ejecución.	69
Tabla 13. Contingencia genero - desempeño.	70
Tabla 14. Contingencia genero – esfuerzo de uso.	70
Tabla 15. Contingencia genero – influencia social.	71
Tabla 16. Contingencia genero – instalaciones.	71
Tabla 17. Contingencia edad - desempeño.	72
Tabla 18. Contingencia edad – esfuerzo de uso – toma de decisiones.	72
Tabla 19. Contingencia edad – esfuerzo de uso – bases de diseño.	73
Tabla 20. Contingencia edad – esfuerzo de uso – bases de ejecución.	73
Tabla 21. Contingencia puesto – desempeño – bases de ejecución.	74
Tabla 22. Contingencia puesto – desempeño – toma de decisiones.	74

Tabla 23. Contingencia puesto – desempeño – bases de diseño o proyecto.	75
Tabla 24. Contingencia puesto – instalaciones – enfoque de ejecución.....	75
Tabla 25. Comparativa media – peso PDRI.	76
Tabla 26. Resultado regresión lineal.	77
Tabla 27. Tabla de valores para ANOVA.	78
Tabla 28. ANOVA de un factor.....	79
Tabla 29. SIDAK 1.....	80
Tabla 30. SIDAK 2.....	81
Tabla 31. SIDAK 3.....	82
Tabla 32. SIDAK 4.....	83
Tabla 33. SIDAK 5.....	84
Gráficas	85
Gráfica 1. Dispersión regresión lineal 11 indicadores.....	85
Gráfica 2. Dispersión regresión lineal 7 muestras.....	86
Gráfica 3. Gráfico de caja ANOVA.	87
Anexo 2.....	88
Gráficas y Tablas de Estadística Descriptiva.	88
Gráfica y tabla 2.1. Resultados puesto que desempeña.....	88
Gráfica y tabla 2.2. Resultados grado de estudios.....	89
Gráfica y tabla 2.3. Resultados edad.	90

Gráfica y tabla 2.4. Resultados género.	91
Gráfica y tabla 2.5. Contribución TICS - uso.	92
Gráfica y tabla 2.6. Contribución TICS - fundamentación.	93
Gráfica y tabla 2.7. Contribución TICS – costo final.	94
Gráfica y tabla 2.8. Contribución TICS – suelo.	95
Gráfica y tabla 2.9. Contribución TICS – espacios (programa).	96
Gráfica y tabla 2.10. Contribución TICS – proyecto arquitectónico.	97
Gráfica y tabla 2.11. Contribución TICS – equipos.	98
Gráfica y tabla 2.12. Contribución TICS – materiales y maquinaria.	99
Gráfica y tabla 2.13. Contribución TICS – documentación y formatos.	100
Gráfica y tabla 2.14. Contribución TICS – documentación y formatos.	101
Gráfica y tabla 2.15. Contribución TICS – entrega.	102
Gráfica y tabla 2.16. TICS – desempeño – categorías PDRI.	103
Gráfica y tabla 2.17. TICS – esfuerzo de uso – categorías PDRI.	104
Gráfica y tabla 2.18. TICS – influencia social – categorías PDRI.	105
Gráfica y tabla 2.19. TICS – instalaciones – categorías PDRI.	106
Gráfica y tabla 2.20. Uso de TICS para toma de decisiones.	107
Gráfica y tabla 2.21. Uso de TICS para la definición del proyecto.	108
Gráfica y tabla 2.22. Uso de TICS para la ejecución del proyecto.	109
Imágenes.	110

Imagen 1. Instrumento de evaluación 1.....	110
Imagen 2. Instrumento de evaluación 2.....	110
Bibliografía.....	111

Resumen

La complejidad de la construcción está dada por la gran cantidad de factores materiales, humanos, tecnológicos, administrativos, ambientales, de gestión, etc., que en ella se combinan. Una de las herramientas más poderosas en la actualidad para el procesamiento de información y su administración en las empresas son las “Tecnologías de la Información y Comunicación” o TICS. Estos sistemas crean un ambiente común de información dentro del cual desarrollar, interpretar y gestionar procesos productivos eficientes. Las PYMES constructoras actualmente emplean a la mayor cantidad de empleados formales e informales en el ramo de la construcción por consecuencia el éxito y longevidad de estas corporaciones tienen un impacto socioeconómico de relevancia. Se contribuye con el empleo de dos modelos robustos para el uso y aceptación de la tecnología UTAUT y un indicador de referencia como el PDRI. El objetivo de este estudio será identificar cual es el impacto de las TICS en las PYMES constructoras de Puebla y evaluarlos para así contribuir a un crecimiento que se permee en la sociedad de una manera innovadora. El resultado indica vacíos en el uso y efectividad de las TICS bajo la categorización del PDRI lo que hace importante la vigencia del análisis.

Abstract

The complexity of construction is given by the large number of materials, human, technological, administrative, environmental, management, etc; factors that are combined in it. One of the most powerful tools at present for information processing and its administration in companies is the "Information and Communication Technologies" or ICTs. These systems create a common information environment within which to develop, interpret and manage efficient production processes. Construction SMEs currently employ the largest number of formal and informal employees in the construction field, consequently the success and longevity of these corporations have a significant socioeconomic impact. It contributes with the use of two robust models for the use and acceptance of UTAUT technology and a reference indicator such as the PDRI. The objective of this study will be to identify the impact of ICTs on the construction SMEs of Puebla and evaluate them in order to contribute to a growth that permeates society in an innovative way. The result indicates gaps in the use and effectiveness of ICTs under the PDRI categorization, which makes the analysis valid.

Palabras clave: Productividad, Tecnología de Información y comunicación, Pequeña y mediana empresa constructora, Teoría Unificada, Índice de definición del proyecto.

Introducción

Hoy en la Ciudad de Puebla la pequeña y mediana empresa constructora ha encontrado un marco favorable de crecimiento, esto debido al surgimiento en los años recientes de nuevos desarrollos inmobiliarios. En base a la observación realizada en el último par de años en el ramo de la construcción se percibe una evidente falta de modernización en el procesamiento de datos, controles básicos de inventarios, de personal y en general de los procesos productivos. Las consecuencias repercuten en la productividad, rentabilidad y tiempo de vida de la constructora micro, pequeña y mediana.

La necesidad de analizar y proponer métodos de procesos altamente eficientes e innovadores es una prioridad para las PYMES edificadoras. Este documento está destinado a evaluar y analizar el impacto que tiene el uso de TICS en las constructoras. Así, será posible plantear estrategias precisas para contribuir a su desarrollo y crecimiento.

El empleo de las herramientas tecnológicas dentro de la empresa se analiza bajo el modelo UTAUT de uso y aceptación de la tecnología. Esto tiene la finalidad de profundizar en las dimensiones planteadas para hallar correlaciones entre el perfil del usuario y la percepción de la utilidad o eficiencia de ocupar una TIC.

Evaluar la productividad requiere uso de indicadores o de índices. Los indicadores en la construcción difícilmente tienen una característica integral y holística. Se plantea el uso del índice de pre -construcción PDRI como marco para categorizar y dimensionar los rubros de mayor importancia en el proceso productivo. La validez y vigencia del PDRI en el ámbito de la construcción internacional son de gran ayuda para la obtención de resultados.

Las categorías planteadas son: bases de decisión, bases de diseño y bases de ejecución. En ellas existe la práctica con diversas herramientas tecnológicas o un conjunto de estas. La contribución principal radica en identificar áreas de oportunidad para hacer más eficientes las operaciones productivas con TICS al alcance de la PYME. De esta forma superar las distintas barreras existentes en el empleo de la tecnología.

La información existente conduce a la obtención de una muestra no aleatoria por conveniencia. Se encaja la investigación en dos sub sectores de la industria de la construcción: la edificación comercial y el de vivienda. El comportamiento de la PYME es complejo y por sus características se limitan los resultados a este caso de estudio, aunque la repetibilidad y reproductibilidad se

comprueban por la metodología aplicada. Los resultados son presentados por medio de un análisis estadístico descriptivo amplio. La aplicación de ANOVA de un factor sobre los resultados es concluyente. La diferencia entre las medias de las dimensiones y categorías señalan las áreas de oportunidad para futura investigación.

El cruce del modelo UTAUT-PDRI es una aportación que arroja un espectro amplio sobre las implicaciones que tiene la voluntad de uso en las tecnologías y su repercusión en la productividad según la categorización empleada. Se identifican las paqueterías de uso más frecuentes para las principales variables del índice PDRI. Este hallazgo da información específica sobre cuáles son las herramientas que modelarían un mejor proceso productivo en las PYMES.

Capítulo 1. Planteamiento del Problema

1.1 Planteamiento del Problema

El enfoque productivo y económico de las micro, pequeñas y medianas empresas (PYMES) en México tiene un sentido tradicionalista por lo que la inversión en tecnologías de la información no representa una ganancia clara para los líderes empresariales (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013). Aunado a esto, el entorno socio económico y los bajos incentivos hacia la investigación y tecnologías provocan una falta de interés a la innovación (Moctezuma et al., 2017). Además, si dicha innovación no brinda un beneficio tangible a los empresarios mucho menos lo será para los empleados administrativos o personal operativo.

Concebir a la innovación como un potenciador de mejora para las relaciones laborales, productivas y tecnológicas de las compañías se ve como un medio para mejorar a la sociedad (Moctezuma et al., 2017). En contraste, la innovación empresarial y tecnológica en el ramo de la construcción de nuestro país presenta un avance incipiente (Cotidiano, 2013). Se hace conveniente desarrollar investigación para favorecer mejoras en las prácticas administrativas que provoquen crecimiento y mayor derrama económica.

El número de empleados formales en la construcción según la Encuesta Nacional de Empresas Constructoras del INEGI para julio del 2017 fue de 586,000 personas. La cantidad de personal no formal que labora en la construcción también es muy elevado, pero no se cuenta con cifras oficiales (Cota-Yañez & Navarro-Alvarado, 2015). Por consiguiente, es útil y conveniente el desarrollo de nuevas tendencias e instrumentos tecnológicos empresariales que aborden la complejidad productiva del sector de la construcción.

Dicho fenómeno involucra a una gran cantidad de personas y empresas para la realización de los proyectos. Esto hace a la organización y administración complicada, además de altamente competitiva en precios y en productividad. La industria de la construcción cuenta con características especiales que la diferencian de otras. Una de ellas es el alto número de agentes que forman parte de los procesos constructivos y la gran cantidad de información generada para la terminación de un proyecto. La singularidad de los proyectos hace difícil la administración y la toma de decisiones. Los supervisores y gestores de la construcción involucrados deben disponer

de herramientas tecnológicas que ayuden a la realización de estas tareas y las TICS en este sentido son un instrumento inmejorable (Martínez Rojas et al., 2013).

De acuerdo con Suárez Salazar (2005) las bases de la administración en la construcción son el tiempo y el costo. Son estos conceptos tan simples donde radican los problemas más importantes en la ejecución. También es donde se concentran los esfuerzos de gerentes y propietarios por hacer a sus empresas productivas (Cotidiano, 2013).

El riesgo y la complejidad del entorno de la obra hace necesaria la utilización de tecnologías para una toma de decisiones mucho más certera. Desafortunadamente este análisis de llegarse a realizar se hace por medio de lecturas empíricas y con herramientas de programación obsoletas (Ferrada & Serpell, 2009). Por consecuencia los errores técnicos en la construcción son muchas veces resultado de un deficiente sistema de información y comunicación que deviene en retrabajos y mala programación.

Actualmente el déficit al que se enfrentan las compañías constructoras por su baja productividad parece ser un factor que afecta su tiempo de vida y no permite la profesionalización de sus empleados. El cúmulo de experiencia y conocimiento se pierde en la empresa y son trasladados solamente por sus poseedores a sus nuevos sitios de empleo (Ferrada & Serpell, 2009). Según el Centro de Estudios Económicos de la Industria de la Construcción de acuerdo con el Sistema de Cuentas Nacionales las empresas micro y pequeñas tienen un tiempo de vida cercano a los cinco años (CEESCO, CMIC, Centro de Investigaciones Económicas, 2016).

La poca longevidad de las empresas de este ramo repercute en factores como la baja capacitación y la alta rotación de personal, fenómeno que perjudica al entorno social y económico de la zona. Hablando también sobre el personal se menciona que la forma típica de organización en las constructoras es en múltiples niveles de jerarquía lo que genera poca fluidez en la información y los datos (Mačkov' & Mandič'ak, 2008). Si tomamos en cuenta que la elaboración del trabajo final recae en los técnicos dedicados a labores muchas veces artesanales como albañiles, herreros, pintores, paileros, colocadores, carpinteros, etc., inmediatamente se puede entender que el flujo y calidad de los datos precisos se quedan perdidos en algún nivel de la burocracia del organigrama.

Una organización ignorante de información, objetivos, planes, visión, responsabilidades y obligaciones podría estar destinada a una baja productividad y crecimiento.

El uso de la tecnología en las empresas constructoras está en relación directa con los materiales, herramienta, maquinaria, instalaciones y equipo que son usados en la elaboración de los productos finales u objetos edificados (Peter Mesároš et al., 2015). En cuanto al nivel organizacional y de comunicación hacia el interior de la empresa constructora no se visualiza claramente el uso de sistemas holísticos que organicen y faciliten la información, planeación y toma de decisiones (Martínez Rojas et al., 2013).

Con la introducción de las nuevas tecnologías aparecen nuevos patrones de competitividad que imponen procesos de reestructuración de los sistemas productivos. La ventaja comparativa radica en saber asociar las nuevas tecnologías con nuevas formas de organizar el trabajo o producción flexible. Por lo tanto, se plantea la necesidad de flexibilizar las formas y los métodos de organizarse. Esto es, propiciar la innovación en un entorno que exige una gran velocidad de respuesta; así como una mayor capacidad de renovar rápidamente productos, procesos, habilidades y competencias. Esto implica aprender de manera expedita (Rincón & Romero, 2011).

Se puede inferir que el uso de la tecnología en la toma de decisiones, así como el empleo de los sistemas tecnológicos de información está relacionado directamente con las formas de producción empleados en la edificación. Es un problema complejo que no puede ser solucionado con herramientas operacionales de un espectro reducido (Avila, 2014).

En cuanto a la utilización de recursos tecnológicos en las PYMES en México existe un uso limitado y se emplean bajos recursos del PIB nacional para esto. Según el Foro Económico Mundial (DNP Departamento Nacional de Planeación, 2015) nuestro país ocupa el lugar número 78 en el índice de disponibilidad de red por debajo de países como Brasil. Esto deviene en otros rezagos como baja regulación, elevados costos de acceso a TICS, deficiente preparación individual y poca investigación.

En cuanto al estado del arte en la utilización de TICS en las PYMES constructoras se ha observado que la investigación e implementación de nuevos sistemas, así como el uso de técnicas de gestión del conocimiento son escasas. De acuerdo con Ríos (2009), en García y Tapia (2013),

la discusión ya no se centra en si las TICS brindan ventajas competitivas sostenibles sino en cómo las PYMES puede implementarlas en sus procesos competitivos.

El panorama del uso de las TICS no se percibe sencillo del todo. Existen barreras que impiden su adopción inmediata como un instrumento de apoyo y control administrativo o productivo (Ver tabla 1), de las cuales destacan las siguientes:

- Costos de las TICS y tiempos de implementación elevados que derivan en proyectos poco rentables.
- Resultados obtenidos inferiores a los esperados y poco predecibles.
- Rápido nivel de obsolescencia de las TICS que deriva en la necesidad de inversiones continuas que pierden su valor rápidamente.
- El proceso de integración con otras soluciones costoso, lento y complicado.
- Adopción de tecnología por moda más que por necesidad del recurso.

Además, haciendo una acotación a México las limitantes se ahondan por factores económicos, motivacionales, desconocimiento de las oportunidades, bajos apoyos gubernamentales y un bajo nivel de integración de las cadenas productivas (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013).

Así está dado el entorno en el que se encuentran en general las constructoras en México. Un alto nivel de competitividad en precios, barreras de entrada y economías de escala; por los cuales se requiere desarrollar habilidades tecnológicas para formar empresas innovadoras, eficientes y con un tiempo de vida mayor para beneficio de la sociedad.

1.1.1 Propósito de la investigación.

La investigación tiene como propósito generar conocimiento que apoye al crecimiento de las medianas y sobre todo de las pequeñas empresas constructoras. También se busca brindar nuevas y más eficientes formas de producción en las empresas constructoras con el fin de traer beneficios económicos y modernizar el sector.

Con el uso continuo de las tecnologías de información y comunicación se podrían producir construcciones con mayor calidad y eficiencia.

Otra pretensión es evaluar y medir el impacto que tienen las TICS en la productividad de la PYME por medio de un índice que sirva como marco de referencia valido para la investigación.

1.1.2 Preguntas de investigación.

1. ¿Cuál es el impacto del uso de TICS en las PYMES constructoras en el ámbito de la productividad?
2. ¿Cuál es el nivel de uso y aceptación de las TICS en las PYMES constructoras?
3. ¿Cuáles son los indicadores que nos permiten la evaluación de la productividad en las PYMES constructoras que usan TICS?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo general.

Evaluar el impacto que tiene el empleo de TICS en las PYMES constructoras de Puebla para mejorar su productividad.

1.2.2 Objetivos específicos.

- Identificar el uso de TICS en las PYMES constructoras de Puebla.
- Analizar el uso y aceptación de TICS en la PYMES constructoras de Puebla y su repercusión en la productividad.
- Evaluar indicadores de productividad posteriores a la implementación de TICS en las PYMES constructoras.

1.3 Justificación

Esta investigación es conveniente debido a que generará una contribución tangible al crecimiento y permanencia de empresas pequeñas y de reciente creación en el ramo de la construcción. Para mejorar el desempeño productivo de las PYMES constructoras el empleo de TICS podría brindar nuevas y más eficientes formas de trabajo (Moctezuma et al., 2017).

De acuerdo con el INEGI el valor de la producción generado por empresas constructoras presenta una reducción real del (-)0.6% teniendo la mayor baja en los últimos 7 años.

Ciertamente los factores implícitos en esta reducción de la producción no podrán ser atribuidos solo al empleo de herramientas como las TICS. Entender y analizar el contexto es necesario para

proponer soluciones que colaboren a mejorar la realidad económica de este importante sector generador de empleos.

Es urgente hacer más eficientes y esbeltos los procesos productivos en la industria de la construcción porque según datos de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) la aportación PIB en 2014 fue de 7.5%; cifra menor a lo que el sector aportó en 2008, estimada en 8.6% (CEESCO, CMIC, Centro de Investigaciones Económicas, 2016)

También las implicaciones académicas y profesionales son importantes. El conocimiento sobre las nuevas TICS en el contexto inmediato y el global podrían detonar la formación de planes de educación continua y especializaciones que serían interesantes además de benéficas para promotores e involucrados en la administración de la construcción.

1.4 Alcances y Limitaciones

La investigación contempló el estudio y análisis de una muestra no aleatoria que responde a un estudio de caso de las PYMES constructoras de la ciudad de Puebla y zona conurbada. Los resultados no son paramétricos debido a la legislación de protección de datos personales además de los impedimentos ambientales por la pandemia COVID-19 durante la finalización de la investigación. Las respuestas incurren en el mundo de la opinión y experiencia de los entrevistados.

Se estudió el uso de TICS dentro de la muestra seleccionada de empresas para medir su impacto, descartando del estudio las empleadas por constructoras grandes, aunque si se estudiarán dichas en el marco teórico contextual.

Se realizaron estudios de caso de empresas PYMES representativas en Puebla y en el interior de la república para robustecer la investigación.

Se colaboró con instituciones especializadas y universidades que realizan investigaciones similares para conocer el estado del arte del tema en un sentido global.

1.5 Viabilidad y Prospectiva

Fue una investigación viable dado que se emplearon contactos disponibles de empresas constructoras y educativas de la ciudad de Puebla por la relación laboral existente.

Se contó con los recursos financieros para realizar la investigación además del apoyo económico de constructoras y proveedores interesados dado que la incorporación de tendencias de innovación podría generar incremento en su productividad, beneficio social hacia sus empleados, uso de nuevas tecnologías y mayor utilidad.

Se dispuso de tiempo ajustando la cantidad de horas clase a impartir en instituciones de educación profesional para dedicar el mayor tiempo necesario a esta investigación.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 La PYME y la PYME Constructora

Una de las preguntas más comunes cuando se plantean temas económicos que tienen relación con el empleo es ¿dónde trabaja la gente?. Actualmente se discute quien aloja la mayor cantidad de trabajadores en el sector privado de la economía mundial, si lo hacen las grandes o las pequeñas y medianas empresas. Existen teorías completas que abordan el tema en cuestión desde el punto de vista del tamaño y desarrollo de la economía de la que se quiera tomar la referencia. En los países pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) las pequeñas y medianas empresas o PYMES son aquellas que emplean a menos de 250 individuos y que ocupan el 50% aproximadamente de los trabajos en el sector privado con excepción de los Estados Unidos (Aga et al., 2015).

La construcción en México está clasificada según la Encuesta Anual de Empresas Constructoras 2015 del INEGI en el sector número 23 y en tres subsectores, edificación (236), construcción de obras de ingeniería civil (237) y trabajos especializados para la construcción (238). La ejecución de los trabajos de estas categorías corresponde a empresas constructoras de diferentes envergaduras. En el año 2013 la industria de la construcción en México estaba conformada por 17,063 empresas constituidas de manera formal. Estas se dividían según el número de empleados en 47.46% como microempresas que emplean entre 15 y 50 trabajadores. Las empresas medianas 11.66% que dan trabajo a entre 51 y hasta 250 trabajadores. Por último, las grandes empresas constructoras que emplean a más de 251 personas y son el 1.59% del sector. Cabe señalar 4 de cada 10 empresas son pequeñas (CEESCO, CMIC, Centro de Investigaciones Económicas, 2016).

Se infiere que el mayor número de empresas constructoras son las micro y pequeñas empresas. Para la finalidad del análisis de este documento es importante que las compañías cuenten con capital financiero para invertir en investigación, tecnologías y herramientas para mejorar su desempeño (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013). Esto ha hecho que las pequeñas y medianas empresas constructoras sean el segmento de estudio.

2.2 Productividad en la PYME Constructora

La productividad en la industria de la construcción se puede establecer de forma muy simplista en base al tiempo de ejecución y una correcta relación de costo beneficio (Suárez, 2005a). Estudios realizados en el contexto latinoamericano muestran que inclusive bajo las áreas del conocimiento del *Project Management Institute* el tiempo y costo son las de mayor peso (Herrera et al., 2017). Esta visión corta en relación con el número de variables a tomar en cuenta en la eficiencia de la producción ha orillado a la industria a tener bajo interés en la mejora de sus procesos, lo que trae como consecuencia poca innovación en los mismos. Los factores que intervienen en esto son muchos más y dan una complejidad única a la construcción (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013). El proyecto debe cumplir los requerimientos específicos, así como satisfacer las necesidades a partir de las cuales se originó (P. M. Institute, 2017). Se debe tomar en cuenta que la calidad en la construcción debe de seguir un sistema o método por medio del cual se facilite la implementación de los procesos para alcanzar la calidad esperada (Herrera et al., 2017).

2.2.1 Factores que intervienen en la productividad de la constructora.

La gestión del tiempo debe incluir la programación integral y completa. Entre estas deben estar la relación de actividades, planeación de recursos, duración de actividades, secuencia de tareas, desarrollo del programa y control de este (P. M. Institute, 2017).

La correcta definición de actividades, así como su duración evitan la posibilidad de retrabajos, errores de ejecución, conflictos por uso de espacio, uso de maquinarias y de suministros. El trabajo simultaneo en varios frentes de trabajo se coordina desde la programación y gestión del tiempo (Herrera et al., 2017).

El costo es el valor que se establece de la suma de costos directos de producción, costos indirectos de campo, costo indirecto de oficina central, financiamiento, impuestos, indirectos y utilidad (Suárez, 2005).

Planificar y estimar el importe de un proyecto determina en gran medida el éxito en la ejecución. El cumplimiento del presupuesto establecido, su administración y estimación son factores primordiales para la productividad de la empresa constructora (P. M. Institute, 2017).

Las partes interesadas son otro factor que definir. Dentro de la administración de todo el recurso humano que interviene en la realización de un proyecto ya sea exclusivamente de diseño o bien de

ejecución de obra, requieren de un conocimiento basto para hacer optima su transformación a la realidad (Herrera et al., 2017). La integración y continuidad del *know how* es un factor a tomarse en cuenta debido a dificultades propias del sector como la localización geográfica, aspectos culturales, alta rotación y deficiencia en la comunicación entre oficina central y de campo (Ferrada & Serpell, 2009). La tarea de gestionar a los interesados externos y subcontratistas de un proyecto en una metodología suma para el éxito en los proyectos de construcción (P. M. Institute, 2017). Hay que recordar que el número de implicados en los proyectos de la industria de la construcción deviene naturalmente en la burocratización de información y comunicación (Loera-Hernández & Espinosa-Garza, 2014).

El riesgo es un sinónimo del peligro, que es un concepto asociado de manera inequívoca con la ejecución de los trabajos de construcción. Se deben identificar claramente cuáles son las relaciones espaciales, de uso de maquinaria, herramienta y ejecución de trabajos para disminuir el riesgo en la industria. La gestión incluye la planificación y análisis de cada una de estas variables para dar respuesta, seguimiento y control a un proyecto (P. M. Institute, 2017).

El análisis de riesgo interno debe estar complementado debidamente de una sección financiera que involucre escenarios que brinden certidumbre en la toma de decisiones de los gerentes, directivos y accionistas de las compañías (Chain *et al.*, 2014). El papel de los gerentes y directores de proyectos en la gestión del riesgo incluye variables financieras. Ejemplos de estas son las relacionadas con la administración del capital de trabajo, el apalancamiento, plan de negocio o inclusive las estrategias para el tratamiento de impuestos u obligaciones patronales.

Las adquisiciones son todas las operaciones de compra de materiales, servicios y productos necesarios para la realización de los proyectos (P. M. Institute, 2017). La explosión de insumos, control de inventarios, desperdicios y mermas forman parte activa de la productividad en un proyecto. También en la adquisición se encuentra la contratación de servicios como son estudios, análisis, modelos virtuales o etapas completas de edificación.

Ahora bien, todos estos conceptos deben ejecutarse con calidad. El proyecto debe cumplir los requerimientos específicos, así como satisfacer las necesidades a partir de las cuales se originó (P. M. Institute, 2017). Debe incluir la administración de los dos conceptos anteriores y seguir las normas de la legislación donde se implanta el proyecto. Hay que tomar en cuenta que la calidad

en la construcción debe de seguir un sistema o método por medio del cual se facilite la implementación de los procesos para alcanzar la calidad esperada (Herrera *et al.*, 2017).

Los métodos de administración de la calidad total actualmente son las certificaciones de procesos de gestión y las medioambientales. Los sistemas de la organización internacional para la estandarización o ISO son uno de los marcos regulatorios para alcanzar el concepto de calidad. Además, se cuelan en este concepto una serie de nuevos puntos de vista como el enfoque humanista y el enfoque de procesos (Delgado Bustamante *et al.*, 2018).

La variable de comunicación en la PYME favorece procesos eficientes. El intercambio correcto de datos entre los distintos niveles de mando de las empresas relacionadas con la industria de la edificación y la ingeniería civil debe ser ágil y eficiente. La toma de decisiones depende en gran medida del manejo, generación, recuperación, almacenamiento y entrega final de la información para que un proyecto sea terminado en la forma y tiempo establecido (Herrera *et al.*, 2017).

Por último, la integración entre los distintos niveles de producción de la industria de la construcción involucra tareas como identificar, coordinar, definir, combinar y unificar procesos. Para ello se requiere de una vasta experiencia y de un sistema que apoye a la concentración de datos que sean visibles por los distintos interesados (P. M. Institute, 2017). En este punto toma mucha importancia el uso de las TICS por el potencial con el que cuentan para integrar y gestionar información. Un ejemplo de esto son los sistemas inteligentes BIM o Building Information Modeling (Herrera *et al.*, 2017).

2.3 Innovación en Tecnologías de Información y Comunicación en la Construcción

2.3.1 Innovación abierta.

El concepto de innovación se ha definido en los años recientes como el proceso que convierte la creación del conocimiento en orden de presentar algo nuevo y útil. Como por ejemplo nuevas ideas transformadas en productos, servicios y procesos (Marcolin *et al.*, 2017).

En la construcción los procesos de innovación se han orillado en la mayoría de los casos hacia los procesos productivos en sí mismos, aunque el trabajo con información debe ser sistemático y los participantes en la construcción deben buscar automatizar sus procesos (P. Mesároš & Mandičák, 2015). El objetivo de la innovación en la construcción entonces parece estar orientado

hacia el producto final es decir al objeto construido. Esta tendencia no es incorrecta por que los beneficiarios finales son los usuarios o la sociedad. Los procesos innovadores también deben de acarrear beneficios hacia los creadores de los servicios y productos, por esto se busca que existan nuevos modelos en el manejo de la información y procedimientos productivos.

También se han logrado identificar bajo la línea de gestión del conocimiento razones por las que no se capturan o documentan las lecciones aprendidas en los proyectos. Los factores mencionados a continuación cuentan con una relación directa en como los individuos que forman parte de la compañía aplican, administran y comparten el conocimiento. Algunos de estos motivos son, por ejemplo:

- La alta presión por la terminación de un proyecto en la fecha planteada.
- Falta de voluntad de las personas para aprender de sus errores.
- Falta de comunicación de las experiencias alcanzadas por modestia o temor.
- La captura de las experiencias no está registrada como parte del proceso de proyecto.
- Los miembros del equipo no ven el beneficio de la codificación de experiencias.
- La dificultad existente en la coordinación de sesiones informativas de cierre de proyectos.

(Schindler & Eppler, 2003) en (Ferrada & Serpell, 2009).

En el mismo sentido existen barreras claramente identificadas para la puesta en práctica de las TICS y están vinculadas con la gestión del conocimiento. Así pues, la investigación se enfoca también en las condiciones a las que se enfrentan las empresas constructoras y por las cuales no se llevan a cabo prácticas innovadoras. Las condicionantes internas son las mayormente estudiadas, pero también involucrarán actores externos que nos conducirán hacia una visión de apertura a través de la innovación. Esta teoría ha sido acuñada en los últimos años por Chesbrough (2003) conocida como *Open Innovation (OI)* (Marcolin et al., 2017).

El significado de la innovación abierta u OI ha sido definida por varios investigadores en la última década. El primero en acuñar el término fue Henry William Chesbrough en su libro *Open Innovation: "The new imperative for creating and profiting from technology"* (Marcolin et al., 2017). La definición de Chesbrough en (Marcolin et al., 2017) señala: "*La innovación abierta es un paradigma que asume que las compañías pueden y deben usar ideas externas, así como también ideas internas, además de guías internas y externas para el mercado, mientras la compañía busca en avanzar en tecnología*".

OI significa que la compañía debe de romper con los criterios rígidos que la contienen y abrirse para permitir que el flujo de conocimiento hacia sus procesos y así detonar nuevas formas de trabajo, solución de problemas, trabajo cooperativo, clientes y proveedores (Marcolin *et al.*, 2017). En conclusión, se pueden crear ventajas competitivas a partir de esta nueva visión de apertura al conocimiento y la técnica.

2.3.2 Teorías y modelos aceptados.

Existen teorías que tratan sobre la innovación en el uso de información y conocimiento en la industria de la construcción. Uno de los primeros modelos es el Modelo de Aceptación de la Tecnología o TAM por sus siglas en ingles. En el cual se identifican las principales determinantes de la aceptación de sistemas computacionales o informáticos dentro de las compañías. De forma secundaria se indaga sobre la repercusión que tiene la tecnología de información en su comportamiento (Mačkov' & Mandiĉ'ak, 2008).

Sobre esta misma línea de modelos se identificaron otros como son BIM y los modelos nD cuyas siglas hacen referencia a número n de dimensiones D . Con estos sistemas se hacen contribuciones importantes para la gestión y administración de proyectos bajo las bases propuestas por el *Project Management Institute PMI*. En un inicio los sistemas informáticos trabajaban en dos dimensiones $2D$, los modelos de representación virtual originan el $3D$ y luego se agregan más variantes como el tiempo $4D$, el costo $5D$ y otras variables nD . Por consecuencia se puede llegar a análisis mucho más complejos e integrales (Herrera *et al.*, 2017)

La implementación de TICS en la PYME en la industria mexicana puede contribuir a la solución de un número significativo de tareas que ayuden a la organización de los recursos y administración de sus procesos productivos en general. Aunque la adopción de las TICS en la empresa se visualiza como solución para la mejora administrativa y productiva, existen autores que han estudiado los factores asociados con su adopción que contrastan con estas ideas.

Dichos estudios analizan factores como el rol administrativo y la profesionalización de los procesos originados por el crecimiento y la adopción de tecnología de la información. Además, existen otros como el liderazgo tecnológico, la socialización y el tamaño de la firma que están involucrados. Los cruces y la relación entre estos conceptos hacen en conjunto más eficiente a la PYME (Saavedra y Tapia, 2013).

De hecho, las tecnologías de información ayudan a mejorar la creación, búsqueda y difusión del conocimiento al aumentar la velocidad de transmisión de este y su respuesta. Logrando así, almacenar y compartir el conocimiento organizacional (Ferrada & Serpell, 2009).

El *Technology Acceptance Model* o TAM fue concebido por Davies (1989) y señala que la aceptación de la tecnología por un individuo está determinada por factores o creencias sobre las consecuencias de su utilización (Cabrera et al., 2016) y es una de las extensiones de mayor influencia de TRA (*Theory of reasoned action*) de Ajzen y Fishbein (1975). La usa como base para relacionar dos principales conjuntos de constructos: 1) *Perceived usefulness* (PU) que está definida por Fred Davis (1989) como “el grado en el que una persona cree que usando un sistema en particular podría mejorar su desempeño en el trabajo” y 2) *Perceived ease of use* (PEOU) que se define como “el grado en el que una persona cree que usando un sistema particular estaría libre de esfuerzo (Gianina & Lala, 2014). También se toman en cuenta la actitud del usuario (*user attitude* [A]), la influencia en las intenciones de comportamiento (*behavioral intentions* [BI]) y el comportamiento actual en el uso de la tecnología (*actual behavior of computer use*) (Cabrera et al., 2016).

Tanto el PU como la PEOU están enfocados en predecir cual será la actitud a través del uso del sistema. Está se encuentra definida como la disposición de usuario a usar su propio sistema (Gianina & Lala, 2014).

Quality function deployment (QFD) es originalmente desarrollado por Akao (1966). Dicho método es usado para transformar demandas cualitativas del usuario de un producto a parámetros cuantitativos para desarrollar funciones de calidad y para desarrollar métodos que mejoren la calidad en subsistemas y componentes del producto (J. Cho et al., 2017).

Las demandas cualitativas de un cliente es información que puede presentarse en forma ambigua o confusa y responde a interpretaciones subjetivas, lingüísticas y de contexto propio del individuo. Existen sistemas y teorías matemáticas como la teoría de la incertidumbre (*Uncertain theory*) de Boading Liu (2007), los conjuntos borrosos (*Fussy numbers*) de Zadeh y Klaua (1965) (Yang et al., 2016), el método de extensión (*extension method*) y el análisis de elementos de materia (*Matter-Element Analysis*) de Cai (1983)(Wu et al., 2013). Con base en estas se estudian dichas necesidades intangibles y problemas contradictorios para descomponerlas, recombinarlas y encontrar soluciones factibles.

La aplicación del modelo QFD tiene un amplio espectro de aplicación dado que puede llevarse a los servicios, la ingeniería y el diseño. Como la aplicación en un dispositivo de auto-inflado con liberación de sobre presión que ganó el “*IF award*” 2012 (Chang-Tzuoh, Tien-Szu, Ming-Hui, & Chang-Shiann, 2013).

La teoría de resolución ingeniosa de problemas *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ) que fue originalmente desarrollada por Altshuller (1946), tiene como premisa la existencia de un conjunto de principios universales que llevan hacia la innovación y al avance en la tecnología. Para hacer este proceso predictivo es necesario identificar, clasificar y evaluar dichos constructos originando soluciones a problemas poco convencionales o nuevos productos. Es una de las metodologías de creatividad e innovación más comprendidas y mejor desarrolladas (Burz, 2014).

La teoría unificada de aceptación y uso de la tecnología (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* [UTATU]) fue concebida por Venkatesh *et al.* (2003) en reconocimiento de la necesidad de integrar los constructos concebidos en las teorías más importantes sobre el uso y la aceptación de la tecnología. Las distintas formas de analizar la influencia y la percepción del usuario desde las teorías TAM dan origen a esta consolidación de UTAUT (Oh & Yoon, 2014) que cuenta con los seis siguientes componentes principales:

- Expectativa de desempeño (*Performance expectancy*)
- Expectativa de esfuerzo (*Effort expectancy*)
- Influencia social (*Social Influence*)
- Condiciones facilitadoras (*Facilitating conditions*)
- Intención de comportamiento (*Behavioral intention*)
- Comportamiento de uso (*Use behavior*)

Al igual que en los modelos TAM, TAM2 y TRA (Alshare *et al.*, 2015), el modelo UTAUT estudia las actitudes del usuario y las intenciones de uso, pero a diferencia de los primeros que no incluyen los atributos personales esta teoría mide la influencia social y las condiciones facilitadoras de forma integral.

Basada en TAM surge la Teoría del comportamiento planificado (*Theory of Planned Behaviour*) TPB propuesta por Mathieson (2001), Venkatesh and Brown (2001) en una búsqueda por explicar sobre la poca diferencia que existía al aplicar el modelo TAM en individuos con o sin

preparación profesional. La diferencia entre ambos es la incorporación de los factores de intenciones de comportamiento y control de comportamiento percibido (Hsu & Chiu, 2004).

La teoría descompuesta de comportamiento planificado (*Decomposed Theory of Planned Behaviour*) DTPB, investiga sobre la continuidad en el uso de las TI sobre todo en internet más allá de aceptación inicial y la continuidad en el uso. Lo hace en un nivel de post-adopción a un nivel cognitivo y de intención personal de continuidad en su uso (Hsu & Chiu, 2004).

La teoría de la acción razonada (*Theory of Reasoned Action*) TRA es una propuesta de Ajzen & Fishbein (1977), que busca explicar los procesos a través de los cuales el comportamiento humano es desarrollado. Postula que éste depende en gran medida de creencias, actitudes e intenciones, siendo este último concepto el de mayor importancia para determinar el comportamiento. TRA profundiza la relación entre las actitudes de comportamientos volátiles y las normas subjetivas para la creación de intenciones de comportamiento. Se concluye que las intenciones del individuo son determinantes en sí del comportamiento en cuestión (Haque *et al.*, 2014).

TRA es un modelo conocido y estudiado ampliamente en la psicología social. Hace referencia a los factores que originan un comportamiento consiente e intencionado (Gianina & Lala, 2014). Es la base para la concepción de la teoría TAM con la que tiene en común la conexión entre actitud y la intención del comportamiento pero difieren en la conceptualización de las creencias del individuo (Darsono, 2005).

TRA es un punto de partida para estudios más profundos y completos sobre la aceptación de la tecnología como TAM, TAM 2, TPB y UTAUT.

2.4 Modelo Teórico de Implementación en el Estudio.

UTAUT presenta las características y variables adecuadas para el correcto desarrollo de esta investigación (Ver figura 1). Además de pertenecer bajo la perspectiva de este estudio a tres niveles de instituciones importantes para la innovación continua: una línea de innovación abierta en los negocios, a los centros de investigación y también en el gobierno; como mencionan Rahman y Ramos (2010) en su esquema de la espiral de innovación (Marcolin *et al.*, 2017).

En la PYME constructora los procesos y subprocesos productivos son realizados por personal profesionalizado o bien por personal con una capacitación técnica moderada y baja, aquí es donde radica la contribución principal de este documento. Las tecnologías de la información y comunicación son aceptadas, empleadas y entonces producen un aumento en la productividad de las compañías (Ver figura 2 y 2.1).

Capítulo 3. Situación del Contexto de Investigación

3.1 Contexto General

Según el Reporte de competitividad 2015-2016 que es realizado por el Foro Económico Mundial a partir de la gran crisis del año 2008 en los países de primer mundo surge la imperiosa necesidad de aprovechar más eficientemente los recursos disponibles para la construcción de nueva infraestructura (Fong Guzzy, 2017). México está ubicado en el lugar 46 del mismo reporte en el año 2018 (DNP Departamento Nacional de Planeación, 2015). En los pilares relacionados con infraestructura México se encuentra dentro de los 30 mejores países en el estudio, a diferencia del pilar de TICS donde su posición es apenas por arriba de la media.

Esto nos hace entender que existe una brecha importante entre el desarrollo del sector de la construcción y el empleo de la tecnología. Esta percepción se ve reforzada por el bajo desempeño en cuanto a la capacidad de innovación que según el Foro Económico Mundial posiciona a México con una calificación de 43 sobre 100 (Klaus Schwab, 2016). Otro factor a considerar son las barreras de adopción de las PYMES (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013) que pueden dar justificación a la visión tradicional de gestión y operación de sus proyectos.

La preocupación por la productividad en la construcción existe en un sentido global. México según el Mckinsey Global Institute (2017) se encuentra en los países rezagados en crecimiento de productividad en esta industria de 1995 a 2015. El mismo instituto a identificado diez causas raíz para la baja productividad en la construcción. Estas causas están clasificadas en tres grandes categorías. La primera son las fuerzas externas, la segunda es la dinámica propia de la industria y la tercera son los factores operacionales de la compañía. Para estas causas se hallan 7 caminos para mejorar el trabajo productivo y son los siguientes: 1) Normativa o regulación, 2) colaboración y contratación, 3) diseño e ingenierías, 4) compras y gestión de las cadenas de suministros, 5) ejecución en sitio, 6) tecnología y 7) capacidad instalada de construcción.

Estos conceptos traen consigo un impacto acumulado de entre el 48 y 60%. Destacando en particular el rubro de tecnología con 14 a 15% y podrían significar ahorros significativos de entre el 27 y 38% (M. G. Institute, 2017, p. 6,7).

En las áreas de conocimiento y grupos de procesos de la guía del PMI se encuentran la gestión de los interesados y la gestión del conocimiento. A su vez como una salida de estos procesos se halla el registro de lecciones aprendidas (P. M. Institute, 2017). La responsabilidad y riesgo que poseen cada uno de los interesados es preponderante para la productividad y éxito de la empresa.

En México el uso y desarrollo de nueva tecnología es primordial para el impulso de su competitividad y productividad. Así pues, las TICS son una herramienta también lo son para coadyuvar a esta tarea. El mismo reporte menciona que las TICS pueden potenciar el desarrollo más no sustituir completamente los pilares base que hacen a un país competente.

3.2 TICS en la Construcción

El empleo de tecnología de la información en la construcción no es reciente, ya desde los años 80's M.L.Gilmore hablo sobre la necesidad del uso de TICS en las distintas etapas de proyecto y construcción existentes en esta industria (Martínez Rojas et al., 2013). A pesar de esto no se ha permeado su utilización en la administración cotidiana de las empresas constructoras dejando huecos en muchas áreas de oportunidad.

Hacia finales de la década de los 90's distintos autores desarrollan trabajos que contribuyen a la solución de procesos específicos. Los sistemas expertos incorporan las experiencias, juicios, intuiciones y la experiencia para proporcionar asesoría en el proceso de construcción. El *General Performance Model* (GPM) presenta una metodología para evaluar el impacto de las decisiones en la gestión y ejecución de un proyecto. Los sistemas *On-Line Analytical Processing* (OLAP) que permite analizar en tiempo real las decisiones que se van tomando. Por último, el sistema *Project-oriented Data Warehouse* (PDW) sistema que utiliza *Microsoft SQL* server que en combinación con los modelos anteriores genera el *Construction Management Decision Support System* (CMDSS) que propone visualizar la base de datos relacional en cubos multidimensionales que pueden ser observados en varias perspectivas (Martínez, et. al, 2013).

Por lo anterior es imposible que se conciba a una empresa exitosa que no use TICS como una fuente para administrar los procesos de su negocio. Proveedores globales se han dado a la tarea del desarrollo de sistemas para solucionar las necesidades de sus clientes. Un ejemplo actual y mucho más tangible en nuestro entorno de investigación son los muy empleados *Enterprise Resource Planning* (ERP) y *Business Process Management* (BMP). Este dato a pesar de ser

positivo porque refleja el empleo de la tecnología contrasta con el 3% de inversión en tecnología de información con respecto al PIB (Producto Interno Bruto) en México (INEGI ENEC, 2018), que es muy bajo comparado con el 6.8% del promedio de los países latinoamericanos y el 8.3% de los Estados Unidos en el mismo rubro. De forma histórica México ha invertido muy pocos recursos en TICS lo que se ha volcado en problemas de índole más complejo como la baja regulación del sector, baja de educación, poca preparación individual y poca infraestructura (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013).

Para concluir, se hace referencia a los valores que integran el activo fijo de las empresas constructoras de México (INEGI ENEC, 2018). En este estudio se hace notar la distribución de la inversión. Aunque el coste de la maquinaria, equipo y transporte de entrada es elevado, se visualiza que los recursos destinados a la tecnología de información y sus instrumentos es muy baja (INEGI, 2015b). Las empresas están mucho más interesadas en la adquisición de activo fijo que en innovación muchas veces intangible.

En Latinoamérica hay una tendencia creciente hacia el uso de sistemas como BIM. Aunque no existe un mandato BIM identificado plenamente en los países de la región, una encuesta conducida en 17 países por la Red Interamericana de Centros de Innovación en la Construcción (INCONET) señala que Chile, Costa Rica y Colombia son los principales implementadores de esta tecnología (Loyola & López, 2018). México es indicado también como uno de los principales usuarios.

3.3 Impacto en las PYMES que Usan TICS

La utilización de la tecnología en los procesos productivos de cualquier industria tiene relacionados conceptos como son la calidad total o la metodología de manufactura esbelta. Se señalan que las vías por medio de las cuales se ayuda a mejorar el desempeño de las PYMES son cuatro: 1) la automatización, 2) los costos de transacción, 3) los procesos de aprendizaje y 4) la accesibilidad de la información (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013).

La utilización de modelos tecnológicos nD como herramienta en la construcción y arquitectura están orientados en el 80% a la gestión del tiempo y en un 44.83% al costo. El resto de las áreas del conocimiento indicadas por el PMI evidencian un uso menor al 40%. Destaca la calidad con el menor impacto (Herrera et al., 2017).

Los procesos de automatización son procesos rutinarios para el manejo de la información y su comunicación (Kenley, 2014). Lo intrincado y artesanales que son los procesos productivos en la construcción mexicana nos plantea cuestionamientos sobre el alto impacto que podría tener el empleo a fondo de las TICS. Un ejemplo más claro sería la evolución de los esquemas constructivos por medio de materiales y equipos sofisticados como las impresoras 3D que se planean emplear en dimensiones mucho mayores a las actuales (M. G. Institute, 2017).

3.4 Datos Importantes Sobre Producción de las Empresas Constructoras

Los datos a continuación mencionados son obtenidos con base a la Encuesta Nacional de Empresas Constructoras y los Indicadores (INEGI ENEC, 2018); en estos se describe una caída en términos reales del -1% en el valor de la producción, también las horas trabajadas tienen una baja del -1.2% y el personal ocupado descendió - 0.9%; todo con respecto a julio 2017. La baja producción viene acumulando caídas desde el año 2015. Las empresas constructoras en Puebla aportan el 1.9% del valor productivo nacional. La edificación y las obras de transporte y urbanización son las que mayor porcentaje ocupan dentro del ramo en Puebla. Este dato es importante debido a que las PYMES constructoras se dedican sobre todo a las obras de edificación de vivienda, comercial, de servicios, escuelas, hospitales y pequeñas urbanizaciones y en este entorno es donde el impacto de las TICS será relevante (INEGI ENEC, 2018).

3.5 La PYME Constructora en México y Puebla

La empresa constructora se puede clasificar en base al número de empleados formales con los que cuenta. Así podemos clasificar dentro del universo de las empresas constructoras en México a constructoras grandes, medianas, pequeñas y micro. Con base al censo económico 2014 del INEGI se establece que la industria de la construcción a nivel nacional cuenta con 17,063 unidades económicas contabilizadas (INEGI, 2015a).

Puebla cuenta con un total de 677 unidades económicas registradas que representan el 3.9% del total nacional comparado con la Ciudad de México que ostenta cerca del 10% con 1,617 (INEGI, 2015a). Esta comparativa nos muestra que Puebla cuenta con respecto al promedio nacional con un buen indicador por número de empresas formales productivas en la construcción.

Si aplicamos la clasificación del tamaño de empresa establecido con anterioridad en el marco teórico basado en la CMIC, entonces el 86.81% del total de empresas serían micro y pequeñas empresas y el 11.6% son medianas (Ceesco-CMIC, 2016). Por lo anterior se puede mencionar que el impacto del estudio abarcó a la mayoría de las empresas del sector del estado de Puebla.

3.6 Productividad en la PYME Constructora

El sistema integrado de encuestas de unidades económicas del INEGI contempla en su estructura la encuesta anual de empresas constructoras (EAEC) en base a la cual se analizan los tres subsectores que integran el ramo o sector económico número 23 que es de la construcción.

Para el análisis adecuado de la productividad de la construcción es necesario separar los tres subsectores. Según el listado de subsectores en estudio para la encuesta anual de empresas constructoras, la edificación es la que está enfocada en vivienda, espacios comerciales o de servicios. El subsector 237 que está destinado a la ejecución de vialidades, caminos, presas o puentes por citar algunos ejemplos y por último los trabajos especializados como sector 238 que podrían ser identificados como cableados, carpinterías o renta de maquinaria (INEGI, 2015b).

La información de productividad de las empresas formales en México es recabada por medio de los censos económicos y el sistema de encuestas nacionales. La productividad media es estimada a razón de su producción bruta dividida entre el número de trabajadores. La productividad media por entidad federativa recabada en los censos 2003, 2008 y 2013 en el sector de la construcción (CEESCO, CMIC, Centro de Investigaciones Económicas, 2016).

Se estima que la productividad media de las entidades federativas como Campeche, Nuevo León, Baja California y el Distrito Federal es superior al promedio nacional, en los últimos 10 años (CEESCO, CMIC, Centro de Investigaciones Económicas, 2016). En el caso de Puebla solo en el año 2003 alcanza apenas a sobrepasar la productividad media nacional, en las siguientes dos mediciones queda por debajo de la media lo que contrasta con el número de unidades económicas mencionadas en los párrafos anteriores.

Para dimensionar la importancia de los subsectores de la construcción, el análisis considera calcular la proporción que aporta cada subsector a la producción bruta total del sector, para cada año analizado. La edificación en el 2013 aportó el 46.2% de la producción bruta total, las obras de

ingeniería civil un porcentaje ligeramente superior, 47.9%, y los trabajos especializados representaron el 5.9% restante. A nivel nacional la edificación es el subsector que tiene mayor aportación a la producción. Para el caso de Puebla la edificación aporta el 58.8%, la construcción de obras de ingeniería civil el 36.1% y los trabajos especializados contribuyen con el 5% (CEESCO, CMIC, Centro de Investigaciones Económicas, 2016).

3.7 Sistemas BIM en la Construcción

La reciente aparición de sistemas tecnológicos BIM promete importantes beneficios en diferentes tipos de industrias brindando un alto beneficios en las cadenas de suministros a lo largo del tiempo de vida del proyecto, aunque también representan un costo y riesgo elevados (Poirier et al., 2015). Dada la forma tradicional de construcción bajo la cual la PYME constructora realiza sus procesos los desarrolladores de Tecnología de Información (TI) deben proporcionar una respuesta adecuada para así generar cambios estratégicos dentro de las compañías (Enegbuma et al., 2016).

Los nuevos sistemas BIM permiten trabajar de una manera eficiente proyectos complejos garantizando un flujo óptimo entre disciplinas y también mejorando el ciclo de vida de los activos desde el diseño, su construcción, mantenimiento y operación. BIM permite el trabajo desde plataformas en la nube reduciendo el tiempo y costo además de permitir el acceso y control desde lugares remotos (Fong Guzzy, 2017).

En marzo de 2019 se desarrolló la Estrategia para la Implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC) que busca alinearse a planes internacionales sobre el mismo tema. Tiene como finalidad transformar la metodología de la administración pública en cuanto a procesos y flujos de información (Secretaría de Hacienda, 2019). La futura obligatoriedad en el sector público forzará al sector privado a acelerar la adopción de los sistemas BIM.

3.8 Sistemas Enterprise Resource Planning

El sistema empresarial de planeación de recursos *Enterprise Resource Planning* (ERP), es un recurso de TI que está dirigido a acumular, ordenar y hacer expedita la información sobre todos los recursos con los que cuenta una compañía y así dar a gerentes o directores procedimientos para evitar riesgos o fallas (Rouhani et al., 2014). La elección adecuada de este instrumento es

fundamental para la compañía constructora haciendo eficiente su inversión y garantizando un resultado adecuado en su implementación.

Capítulo 4. Metodología

4.1 Paradigma y Tipo de Investigación

El pospositivismo será el modelo epistemológico que guíe la investigación, sus principales exponentes son Karl Popper (1922-1996), Imre Lakatos (1922-1974), Thomas Kuhn (1922-1996), Paul Feyerabend (1924-1994) y Mario Bunge (1919). Algunas características destacables de este paradigma; en el sentido ontológico se alinean al realismo crítico. En el que la existencia de la realidad no será comprendida de manera perfecta a no ser que sea sometida a un examen crítico que contraste y así, lograr una aprehensión más fiel del fenómeno. Epistemológicamente es dualista-objetivista; es dualista porque no puede sostener a la objetividad como un ideal normativo mientras que la objetividad permanecerá como un ideal regulador (Contreras, 2011).

Este paradigma de investigación se alinea a una metodología mixta, tanto cuantitativa como cualitativa para así lograr una visión contrastada y mucho más completa de la realidad del fenómeno.

4.2 Método de Investigación Seleccionado

La investigación se realizará bajo un método mixto debido a que lo intrincado del tema se presta para tener una percepción amplia y profunda. El propósito de este estudio con diseño trasformativo concurrente es evaluar el impacto que tiene el uso de TICS en la mejora de la productividad de empresas constructoras de Puebla (Ver figura 3). De forma cuantitativa se busca identificar y evaluar los beneficios en las variables tiempo y costo a través de información recabada por medio de un instrumento de evaluación. En el caso de la rama cualitativa se pretende analizar la repercusión del uso de las TICS dentro de las organizaciones en las variables de recurso humano, calidad, comunicación, alcance, sustentabilidad e integración de datos emergentes, no estandarizados y de interpretación de sus categorías, temas, patrones y vínculos (Lafuente Ibáñez & Marín Egoscozábal, 2008).

El beneficio de esta metodología tiene razonamientos que se ajustan a los hallazgos pretendidos. La mezcla de enfoques puede enriquecer las muestras obtenidas y de esta manera contextualizar mucho mejor la información obtenida. Así se dará una alta fidelidad a los instrumentos de recolección de datos certificando que sean útiles. A su vez se garantiza la integridad de la

intervención, optimización de significados dando una mayor perspectiva y consolidación de las interpretaciones (Oca et al., 2017).

Debido al número de variables inmiscuidos en la productividad de una empresa constructora fue necesaria la referencia a un índice preexistente validado. Para tomar un ejemplo, los análisis de datos duros en los indicadores de costo directo nos orillan a hacer uso de evaluación a través de gráficas de porcentajes por medio de los cuales concentrar la información numérica. Los datos no estandarizados como son las dimensiones de alcance y comunicaciones no podrían ser evaluados de una manera tan pragmática como la que nos brindan los métodos numéricos, tablas o gráficos. En la subjetividad de estos indicadores se emplearán interpretación de categorías, temas, patrones y vínculos como se puede inferir de los autores Hernández, Fernández y Baptista en su libro “Metodología de la Investigación” (2015).

4.3 Delimitación Espacial y Temporal de la Investigación

La zona donde se llevará a cabo el estudio será la ciudad de Puebla y zona conurbada tomando como posibilidad los municipios de San Andrés Cholula, San Pedro Cholula, y Santa Clara Ocoyucan con periodo de aplicación de un año. Estas localidades son las que en la última década han presentado un mayor crecimiento urbano potenciado por el periférico ecológico y los mega desarrollos inmobiliarios de la reserva territorial Atlixcayotl (SEDESOL et al., 2012). Cabe aclarar que cada municipalidad tiene sus propias regulaciones y requerimientos que de forma intrínseca contemplan el uso de TICS.

A causar de la pandemia mundial originada por el COVID-19 los límites espaciales de la investigación se ajustaron. Se aplicaron encuestas electrónicas lo que amplía la zona de la investigación ajustado a la técnica bola de nieve, voluntarios o por conveniencia (Hernández et al., 2014).

4.4 Población de Estudio y Muestra

En base al censo económico 2014 del INEGI a nivel nacional se cuenta con 17,063 unidades económicas contabilizadas en el sector de la construcción. Puebla tiene 677 unidades económicas registradas que representan el 3.9% del total nacional (INEGI, 2015a). Aplicando la clasificación del tamaño de empresa del marco teórico basado en la CMIC, entonces el 86.81% del total de

empresas serían micro y pequeñas empresas y el 11.6% son medianas (CEESCO, CMIC, CIE, 2016). El resultado es que el tamaño de la población para el estudio en Puebla sería de 588 unidades económicas.

Debido al alcance de la investigación y los recursos disponibles además de factores como la ley de protección de datos personales se determina realizar un método de muestreo no probabilístico y de forma específica a un análisis de caso (Hernández *et al.*, 2014).

En base al portal INEGI – SCIAN 2018 se ha delimitado la población de estudio de la siguiente manera. El ramo 23 de la construcción contiene dos subdivisiones, el 2361 de edificación residencial 20.4% es decir 120 unidades económicas, a su vez dividido en el 236111 de edificación de vivienda unifamiliar y el 236112 de edificación de vivienda multifamiliar (INEGI ENEC, 2018).

El siguiente es el 2362 de edificación no residencial 22.6% ósea 132 unidades económicas, a su vez dividido en el 236221 de edificación de inmuebles comerciales y de servicios con excepción de supervisión (INEGI ENEC, 2018).

Se han tomado estas unidades económicas del ramo 23 de construcción del INEGI debido a que son las que se contemplan para determinar el valor de la producción, el personal ocupado, horas trabajadas y remuneraciones por persona en series desestacionalizadas. En concreto son las más representativas además de que en estas se encuentra la labor principal de la PYMES.

Bajo las condiciones ambientales originadas por el COVID-19 vigentes durante la parte final del estudio la muestra debió ajustarse. Al ser una investigación mixta se sugiere un tamaño definido de casos (Hernández *et al.*, 2014, p.385). La muestra recabada supera estos parámetros aceptados (Ver figura 4).

Figura 4. Determinación de muestra.

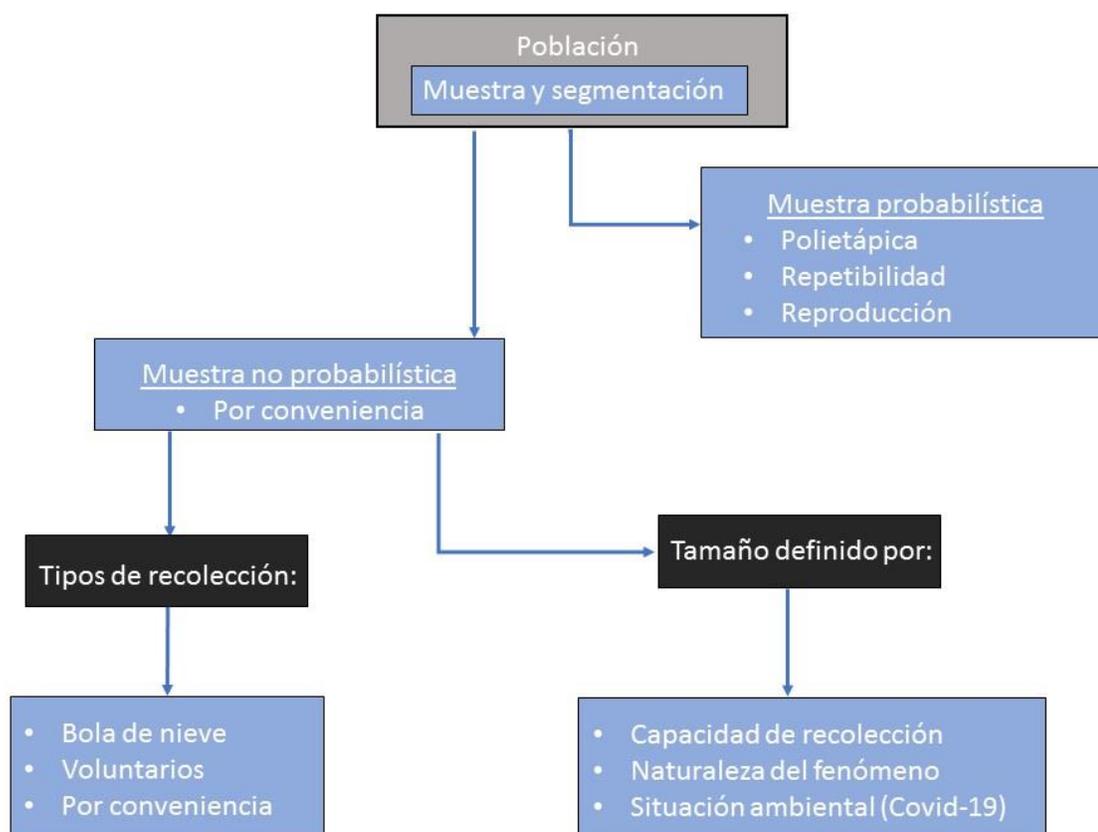


Figura 4. Esquema de determinación de muestra y prospección. Los recuadros indican la definición por la muestra no probabilística, el tipo de recolección y tamaño muestra. La muestra probabilística será un desarrollo de investigación futura. Fuente: elaboración propia en base a (Hernández *et al.*, 2014).

4.5 Procedimiento Específico Para Llevar a Cabo la Investigación.

Una vez realizada la operacionalización de variables (Ver tabla 2) y el instrumento inicial de evaluación (Ver tablas 3 y 3.1) se concreta el cuestionario de evaluación *web* que se enviará por medios electrónicos a las empresas y profesionales. La recolección de datos se realizó por conveniencia siguiendo las técnicas de bola de nieve y voluntarios (Hernández *et al.*, 2014) . En una segunda etapa se recolectará y concentrará la información de la plataforma *Survey Monkey®*. Concentrados los datos en archivos con formato Excel y Power Point.

Tabla 2. Operacionalización de variables.

Objetivo	Variable	Definición	Categoría PDRI	12 Dimensiones principales del PDRI	Tipos de datos / instrumento de evaluación
Determinar la productividad en la PYME constructora de Puebla por medio del uso de las TICs.	Productividad por medio del uso de TICs.	Suma de procesos que aseguran a la empresa constructora su permanencia y estabilidad basadas en el uso de tecnologías de información y comunicación.	Sección I. Base de decisión de proyecto	A. Uso del edificio	Cuestionario escala de Likert
				B. Filosofía del diseño o del proyecto	Cuestionario escala de Likert
				C. Costo estimado del proyecto	Cuestionario escala de Likert
			Sección II. Bases de diseño	D. Información geotécnica o civil	Cuestionario escala de Likert
				E. Listado o sumario de espacios de la edificación	Cuestionario escala de Likert
				F. Diseño o proyecto arquitectónico	Cuestionario escala de Likert
				G. Listado de equipos	Cuestionario escala de Likert
			Sección III. Enfoque de ejecución	H. Materiales y equipo crítico	Cuestionario escala de Likert
				I. Documentación / entregables	Cuestionario escala de Likert
				J. Administración de riesgo	Cuestionario escala de Likert
				K. Método de entrega del proyecto / enfoque o plan de ejecución	Cuestionario escala de Likert

Tabla 2. La variable productividad de la PYME es evaluada en base a la categorización y doce dimensiones principales del PDRI por medio de un instrumento en escala de Likert. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Instrumento de evaluación inicial.

Cuestionario Piloto de Productividad en las PYMES que usan TICS. HOJA 1										
Empresa:										N° Qu.
Puesto:										
Grado de estudios:										
Edad:										
Sexo:										
Fecha:										
Definición básicas:										
TICS:	Tecnología de información y comunicación. Programas informáticos, de comunicación, de administración, de diseño o de contabilidad.									
PYME:	Pequeña y mediana empresa. Para fines del estudio serán PYMES constructoras.									
Instrucciones:										
SECCIÓN I (PPT). Marque su respuesta seleccionando el número que mejor indique el grado de contribución o mejora de los aspectos en la pregunta.										
I.A Bases de decisión de proyecto										
1a. ¿En qué grado el uso de TICS contribuye a determinar el objetivo y la viabilidad económica en el USO de sus proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
2b. ¿En que medida el uso de TICS en su empresa contribuyen a conocer la FUNDAMENTACIÓN O FILOSOFÍA detrás del proyecto de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
3c. ¿En que grado el empleo de TICS contribuye a definir y conocer todos los factores que intervienen en el COSTO FINAL del proyecto de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
I.B Bases de diseño de proyecto										
4d. ¿Cuál de las siguientes opciones refleja la medida en la que las TICS contribuyen al conocimiento sobre las características mecánicas o geotécnicas del SUELO en sus proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
5e. ¿En que grado las TICS contribuyen a que se conozcan los ESPACIOS o ÁREAS y las relaciones que contienen los proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
6f. En su empresa o despacho, ¿en que grado ayudan las TICS conocer o a contar con la información detallada y completa del PROYECTO ARQUITECTÓNICO de sus obras?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
7g. En su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS favorecen o facilitan la definición de todos los EQUIPOS y requerimientos de ingenierías de sus proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
I.C Bases de ejecución										
8h. En la ejecución de sus obras o trabajos de construcción ¿En que nivel el uso de TICS contribuyen a tomar en cuenta todos los MATERIALES Y MAQUINARIAS críticos?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
9j. En la ejecución de sus proyectos de construcción, ¿en que grado ayudan las TICS en el correcto uso y administración de DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS de entregables?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
10k. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a identificar, cuantificar y gestionar el RIESGO existente?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
11l. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a conocer o facilitar la metodología de ENTREGA de los proyectos?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		

Tabla 3. El instrumento de evaluación que se aplicó de forma presencial. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.1 Instrumento de evaluación inicial continuación.

Cuestionario Piloto de Productividad en las PYMES que usan TICS. HOJA 2																		
SECCIÓN II (UP). Marque su respuesta seleccionando el número que mejor indique el grado de contribución o mejora de los aspectos en la pregunta.																		
		TOMA DE DECISIONES EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN					BASES DE DISEÑO O PROYECTO					BASES DE EJECUCIÓN						
12. ¿En que grado las TICS favorecen el desempeño en sus construcciones?	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica
13. ¿En que grado las TICS significan en su uso un esfuerzo en los proyectos de construcción?	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica
14. ¿En que grado las TICS son empleadas por la influencia de los equipos o compañeros de trabajo?	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica
15. ¿En que grado las facilidades de espacio y disponibilidad ayudan al empleo de TICS en los proyectos de construcción?	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica	1	2	3	4	5	No aplica
SECCIÓN III (PT). Marque su respuesta seleccionando la o las TICS que intervienen en sus procesos.																		
16. Especifique cual o cuales TICS emplea para la TOMA de DECISIONES de sus proyectos de construcción.																		
NEODATA	OPUS	REVIT	OFFICE	PROJECT	AUTOCAD	OFFICE+NEODATA+CAD												
NEODATA+AUTOCAD +REVIT		OFFICE+AUTOCAD			OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD			OTRO (indique):										
17. Especifique cual o cuales TICS emplea en para la definición de DISEÑO o de PROYECTO.																		
NEODATA	OPUS	REVIT	OFFICE	PROJECT	AUTOCAD	OFFICE+NEODATA+CAD												
NEODATA+AUTOCAD +REVIT		OFFICE+AUTOCAD			OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD			OTRO (indique):										
18. Especifique cual o cuales TICS emplea en la EJECUCIÓN de sus proyectos de construcción.																		
NEODATA	OPUS	REVIT	OFFICE	PROJECT	AUTOCAD	OFFICE+NEODATA+CAD												
NEODATA+AUTOCAD +REVIT		OFFICE+AUTOCAD			OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD			OTRO (indique):										
Comentarios. Finalmente si es necesario agregar algún comentario sobre el uso de TICS y la productividad.																		
MUCHAS GRACIAS POR TU APOYO!!!																		

Tabla 3.1 El instrumento de evaluación que se aplicó de forma presencial. Fuente: elaboración propia.

El análisis de datos se realizará en tres etapas. En la primera posterior a el empleo de los instrumentos de recolección se usará la paquetería *Statistical Package for Social Sciences* o SPSS® para computar frecuencias, significados, desviación estándar, coeficientes de confiabilidad y análisis de los componentes principales de datos (Enegbuma *et al.*, 2016). Cabe mencionar la existencia de estudios que han realizado la validación del modelo UTAUT por medio de SPSS® lo que contribuye a la validación constructo y de la investigación en general (Dulle & Minishi-Majanja, 2011). En la segunda etapa los factores recolectados de los componentes principales serán confirmados y validados con el uso de la herramienta *Software for Statistics and Data Science* STATA®. Por último, en la tercera etapa STATA® será empleado para evaluar el uso del modelo de ecuación estructural y la hipótesis asociada (Alshare, *et. al.*, 2015).

Bajo el modelo UTAUT se definen variables que nos permiten recolectar e interpretar valores confusos o subjetivos para la aceptación de las TICS dentro de la PYMES. Estas son la percepción de la utilidad, facilidad de uso y la intención del usuario en el uso de un sistema informático, mismas que serán desglosadas en forma específica en la aplicación de instrumentos tipo Likert o cuestionario *survey* (Alshare, *et. al.*, 2015).

De esta forma el uso de la metodología propuesta vinculará los indicadores de productividad del uso de TICS y la subjetividad de la aceptación de la teoría UTAUT. Estudios similares se han realizado en el análisis de los sistemas BIM y el modelo TAM en dos vertientes: la primera se basa en la adopción de una taxonomía unificada BIM y la segunda consiste en identificar la taxonomía del constructo que tiene a su vez tres etapas en la adopción de BIM, conciencia de uso, interés y decisión de uso (Ahmed & Kassem, 2018). En dicho estudio se ha mencionado que a pesar del empleo de BIM en procesos productivos, existe una falta de conocimiento sobre los factores que determinan el uso y aceptación de la tecnología.

4.6 Confiabilidad y Validez del Instrumento

Un equipo de investigación del Instituto *Construction Industry Institue* (CII) desarrollo el índice de calificación de definición de un proyecto de construcción o *Project Definition Rating Index* (PDRI) R.K. Banda Jr. (2016). En este se realiza un listado de 64 elementos de definición y alcance del proyecto en etapa de pre-construcción que se califican en una hoja de control.

El PDRI consta de tres secciones básicas que a su vez contienen los índices de evaluación de desarrollo del proyecto. La primera sección son las bases de toma de decisión del proyecto, la segunda sección consiste en las bases del diseño o del proyecto y por último la tercera es un acercamiento a la ejecución del proyecto (Ver tabla 4).

La validación del instrumento a aplicar en este estudio se alinea a la categorización del índice PDRI sobre todo en la sección de ejecución del proyecto que tiene como subíndices las estrategias de adquisición o gestión de recursos, documentación del proyecto, control de programación en tiempo y costo, medidas de seguridad e higiene entre otros.

En la revisión de la literatura para la validación del constructo y del PDRI en esta investigación se hicieron hallazgos significativos y que reflejan el estado del arte en el tema. Existen en desarrollo y análisis profundo otras metodologías, indicadores e índices referentes al éxito de los proyectos en la industria de la construcción.

El nuevo método IPD (*Integrated Project Delivery*) cuya metodología definida de forma muy simplista consiste en una pronta intervención y colaboración de los interesados y accionistas del proyecto para evitar desperdicios además de entregar el mayor valor posible a los propietarios finales (El Asmar *et al.*, 2016). La comprobación estadística real del éxito de esta metodología aún sigue su curso. Tiene implicaciones contractuales para su puesta en práctica lo que deviene en un marco legal que se debería tomar en cuenta en la delimitación del estudio.

El PQR (*Project Quarterback Rating*) es también una metodología que tiene como generalidad el objetivo de mejorar el desempeño de los proyectos de construcción. Esto se alcanza con el análisis matemático de indicadores clave en el desarrollo del proyecto para posteriormente actuar en ellos logrando las metas planteadas por los interesados (Hinge, 2015).

El sistema LPS (*Last Planner System*) así como el método LAP (*Lean Approach Process*) también fueron revisados como marco de referencia para la validación del estudio. La información recabada bajo LAP para su posterior uso en el sistema LPS han sido implementados con anterioridad en la industria de la construcción mexicana. Se destaca el hallazgo de barreras culturales significativas para su puesta en práctica, tales como la falta de compromiso y conformidad entre las compañías involucradas (Cerveró-Romero *et al.*, 2013).

Las variables estudiadas en el marco teórico por sí mismas son indicadores de la productividad de los proyectos y de la PYME constructora. Los KPIs (*Key Performanse Indicators*) contribuyen al análisis y diagnóstico de los procesos por ejecutarse. Cada empresa y proyecto es diferente, así como los indicadores que reflejan su éxito. Por consiguiente, la objetividad y subjetividad de estos indicadores así como el concepto de éxito no son homogéneos (Coates *et al.*, 2019).

El constructo de elaboración del cuestionario tiene similitudes con el PDRI. Estas pueden tropicalizarse a la productividad en los proyectos que desarrollan las PYMES constructoras mexicanas. Lo robusto del índice PDRI y su continuo uso en la investigación lo hacen ideal para su aplicación en esta y en futuras investigaciones en el campo de aplicación. La vigencia del PDRI en los estudios del CII (*Construction Industry Institute*) y el ASCE (*American Society of Civil Engineers*) como por ejemplo los análisis del método *Front End Planning* hacen que su elección se ajuste para esta investigación (CII, 2008).

4.7 Técnicas, Modelos, Métodos y/o Software Para Recolección y el Análisis de los Datos

El método de recolección de los datos será por medio de un cuestionario emanado del constructo síntesis de variables, PDRI y modelo UTAUT. Debido a los alcances y limitaciones del estudio se empleará un formato *on line SURVEY MONKEY®*. Esta herramienta se seleccionó de entre una gran cantidad disponible de aplicaciones en línea por ser de fácil acceso, costo adecuado y opciones de análisis. *SURVEY MONKEY®* permite estabilidad, creación de varios tipos de preguntas, platillas prediseñadas y la opción de distintos idiomas (Lorca Montoya et al., 2016) el crecimiento en la utilización de estas herramientas tecnológicas en la investigación es del 20% en Europa y del 35% en Japón, Canadá y USA.

Los resultados serán concentrados y vaciados en hojas de datos EXCEL para posteriormente ser computados en SPSS®. La validación y aplicación de ecuación estructural se realizará en STATA®.

4.8 Estrategias de Aplicación del Instrumento

Bajo la metodología propuesta se planea la aplicación de cuestionarios únicamente en línea debido a la situación sanitaria originada por el COVID-19. La aplicación del instrumento es por medios electrónicos convencionales. De esta forma se puede establecer una comunicación directa

y seguimiento con los entrevistados. Aunque el estudio no tiene como finalidad generalizar por medios probabilísticos (Hernández *et al.*, 2014), si persigue obtener características específicas establecidas en el planteamiento del problema.

Ambos instrumentos son resultado del constructo desarrollado a lo largo de la investigación. El instrumento tangible consta de 2 secciones, la primera con 10 preguntas con respuesta en escala de Likert y la segunda sección preguntas con respuestas nominativas. El instrumento digital será elaborado por medio de *SURVEY MONKEY*® debido a la practicidad de la plataforma y sus plantillas.

4.9 Clasificación de Datos

En el encabezado del instrumento se encuentra datos importantes sobre todo para determinar la correlación entre TIC y UTAUT como son el puesto en el que se desempeña el entrevistado, el nivel de estudios y la edad. Las etiquetas para su análisis están denominadas similarmente.

El cuerpo principal del cuestionario consta de diez preguntas relacionadas directamente con las variables de productividad que se evalúan en una escala de Likert que van de muy insuficiente a suficiente en seis grados. Las etiquetas serán abreviaturas bajo las cuales se analizarán en SPSS® y en STATA®.

Por último, la tercera sección y de suma importancia radica en la utilización de las TICS en los rubros administrativos principales de las PYMES constructoras. Tiene como finalidad el contrastar las variables de la productividad anteriormente mencionados con el empleo de las herramientas tecnológicas para planear, controlar, ejecutar y administrar correctamente todos los factores involucrados.

4.10 Constructo de Investigación Ajustado al PDRI y UTAUT

Las dimensiones estudiadas en la revisión de la literatura del marco teórico se pueden ajustar a tres grandes secciones como son la dirección, la planeación y la producción y control. Cada uno de estos aspectos son indicadores específicos que no nos permiten tener una visión integrada de la productividad y uso de la TICS.

El constructo para la elaboración del instrumento de evaluación es un ajuste de los modelos y teorías UTAUT y PDRI. Del PDRI se toman los tres conceptos que hacen su categorización, estos son:

- Bases de decisión del proyecto
- Bases de diseño
- Enfoque de ejecución

Se tomaron los doce elementos de mayor peso involucrados en las tres secciones que son los siguientes (C. S. Cho & Gibson, 2000):

- a. Uso del edificio: este concepto identifica cual será el uso final del proyecto.
- b. Filosofía del diseño o proyecto: expresa los temas de definición de fondo del proyecto como pueden ser la imagen, calidad de vida, diseño sustentable, requerimientos estéticos.
- c. Costo estimado del proyecto: este concepto contempla todos los costos necesarios para la ejecución completa del proyecto.
- d. Información geotécnica o civil: los datos de este apartado incluyen el conocimiento exhaustivo del suelo para el correcto diseño estructural e integral del proyecto.
- e. Listado o sumario de espacios de la edificación: en este rubro se identifican todos los espacios del programa, así como sus requerimientos especiales.
- f. Diseño o proyecto arquitectónico: este índice debe contener la información planimétrica, modelos, escalas, requerimientos especiales, materiales de construcción, etc; toda la información que integra un proyecto ejecutivo.
- g. Listado de equipos: en este aspecto es necesario que exista un listado exhaustivo de las características de los equipos desde la etapa de proyecto o bien para su adquisición futura.
- h. Materiales y equipo críticos: es necesario identificar el equipo de ingeniería y materiales críticos para la realización del proyecto para evitar retraso en la programación o ruta crítica del proyecto.
- i. Documentación / entregables: es necesario que exista documentación y se tenga precisado cuales son los entregables durante y al finalizar el proyecto. Su existencia ya sea electrónica o más

tradicional deberá contener desde planos, formatos de control de calidad, permisos, documentación de seguridad, cálculos o memorias, etc.

j. Administración de riesgo: los riesgos más elevados deben estar identificados, cuantificados y tener planes de acción para poder ser mitigados de forma que no perjudiquen el desarrollo del proyecto.

l. Método de entrega del proyecto / enfoque o plan de ejecución: métodos, documentación, contratos que identifique claramente cuál es el plan de ejecución del proyecto de construcción.

(C. S. Cho & Gibson, 2000, p. 99)

El modelo UTAUT se correlacionará en el constructo e instrumento de evaluación con el PDRI y su categorización. En el encabezado se conseguirá la información sobre género, edad y experiencia. Para detallar esta información se integra en el apéndice el constructo elaborado, así como el modelo propuesto PDRI – TICS y UTAUT-PDRI.

Figura 1. Modelo UTAUT – PDRI.

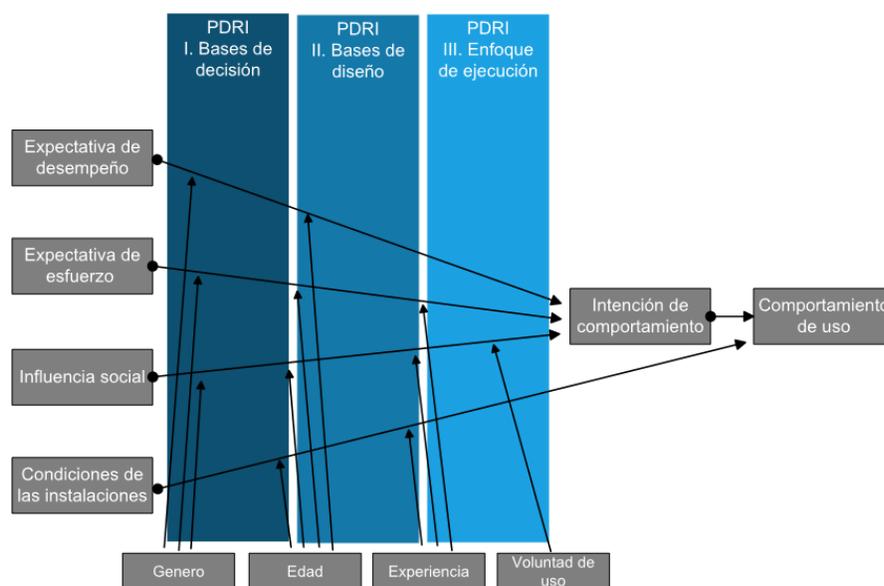


Figura 1. En este modelo propuesto UTAUT – PDRI los recuadros en color gris forman la estructura de uso y aceptación de la tecnología y los recuadros en tonalidades de azul son las tres categorías principales del índice utilizado para evaluar la productividad. Fuente: elaboración propia en base a (Dulle & Minishi-Majanja, 2011) (C. S. Cho & Gibson, 2000).

Capítulo 5. Procesamiento y Análisis de Datos

La estadística descriptiva es obtenida de la aplicación de la encuesta a 106 individuos elegidos por conveniencia del autor. Esto es debido a la contingencia sanitaria existente en el mundo y el país a causa de la pandemia originada por el coronavirus COVID-19.

En la metodología se ha declarado que se realizará una muestra no probabilística ajustada a un análisis de caso. Se ha esperado la aplicación de la encuesta a las empresas pertenecientes a la CMIC en la ciudad de Puebla, pero la respuesta no ha sido en nada una ayuda para la investigación. Se ajusto la muestra a un mínimo de 100 individuos que cuentan con las características definidas en la metodología. Se obtuvieron un número mayor de respuestas validando al final 106 completas (Ver tabla 5).

Los resultados finales se muestran consistentes con la prueba piloto realizada en etapas previas de la investigación. La repetibilidad y reproducción del estudio es factible (Hernández et al., 2014). Las tablas y gráficas de estadística descriptiva completa se hallan completas en el anexo 2.

5.1 Análisis de Datos Significativos

Con el uso del software SPSS se hace un análisis inicial de los datos obtenidos. Como primer paso se comprueba la fiabilidad del instrumento de evaluación obteniendo un Alfa de Crombach de 0.942 lo que nos permite seguir adelante en el estudio. Cabe señalar que se omitieron las preguntas 16 a 18 por estar evaluadas de manera nominal y no en escala el resto de los ítems. Se ocultaron las filas 11 a la 99 para la mejor visualización.

Tabla 6. Alfa de Crombach 2.

Estadísticos de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
.914	.917	23
Alfa de Crombach SPSS		

Tabla 6. Alfa de Crombach que se obtiene por medio del uso de la paquetería SPSS. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Alfa de Crombach 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1a.	2b.	3c.	4d.	5e.	6f.	7g.	8h.	9j.	10k.	11l.	12. Indique e	13. Indique e	14. Indique e	15. Indique en c									VAR.P	
2	2	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	0.801512287	
5	3	5	3	5	5	5	3	5	3	5	5	5	5	3	3	3	4	4	4	5	5	5	0.801512287	
4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	0.238185255	
5	5	5	3	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.38563327	
4	1	4	2	3	0	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	0.926275992	
3	3	4	5	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	0.332703214	
5	4	5	2	4	4	3	4	5	1	4	4	5	5	3	2	2	3	5	5	5	5	5	1.470699433	
5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.143667297	
3	1	4	4	4	4	2	4	3	2	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.767485822	
5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	0.170132325	
5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	5	5	5	3	3	3	0.767485822	
5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.211720227	
5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	0.211720227	
3	3	4	1	5	5	4	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1.281663516	
3	4	2	1	5	4	5	0	0	0	0	5	4	3	1	2	3	5	4	4	5	5	5	3.43289225	
5	3	5	4	5	5	5	3	4	2	4	5	5	4	5	4	5	3	3	3	5	5	5	0.865784499	
3	4	4	3	3	4	5	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	0.325141777	
																							100.6691871	
445	365	457	346	456	468	437	412	454	367	422	427	461	451	383	417	417	393	424	410	407	422	421	1022.340265	
																								0.098469356
																								0.901530644
																								1.045454545
																								0.94250931

Tabla 7. Alfa de Crombach obtenida de forma manual por medio de Excel. Para facilitar la lectura de la tabla se ocultaron filas. Se han omitido los resultados de la última sección del instrumento porque no se ajustan a la escala de Likert. Fuente: Elaboración propia.

En la primera sección son 11 preguntas que están vinculadas directamente con los 12 indicadores que tienen mayor peso en el índice PDRI. Se unifico el último indicador en una sola pregunta en esta investigación. Las herramientas estadísticas empleadas son las descriptivas más comunes para posteriormente hacer uso de SPSS® para revisar la dispersión de datos principales y de las medias. Se realiza una regresión lineal sobre el ajuste del modelo encontrado (C. S. Cho & Gibson, 2000). Finalmente, una contribución importante es el uso de STATA® para la

confirmación de la estadística descriptiva general además de aplicar la ANOVA de un factor para contrastar la hipótesis nula de que las medias de la población son iguales (Barcelona, 2015).

Tabla 8. Tabla de frecuencias categorías PDRI y TICS.

Estadísticos												
		1a. ¿En qué grado el uso de TICS contribuye a determinar el objetivo y la viabilidad económica en el USO de sus proyectos de construcción?	2b. ¿En que medida el uso de TICS en su empresa contribuyen a conocer la FUNDAMENTACIÓN O FILOSOFÍA detrás del proyecto de construcción?	3c. ¿En que grado el empleo de TICS contribuye a definir y conocer todos los factores que intervienen en el COSTO FINAL del proyecto de construcción?	4d. ¿Cuál de las siguientes opciones refleja la medida en la que las TICS contribuyen al conocimiento sobre las características mecánicas o geotécnicas del SUELO en sus proyectos de construcción?	5e. ¿En que grado las TICS contribuyen a que se comprendan todos los ESPACIOS que contienen los proyectos de construcción?	6f. En su empresa o despacho, ¿en que grado ayudan las TICS a conocer o a contar con la información detallada y completa del PROYECTO ARQUITECTÓNICO de sus obras?	7g. En su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS favorecen o facilitan la definición de todos los EQUIPOS Y REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍAS de sus proyectos de construcción?	8h. En la ejecución de sus obras o trabajos de construcción ¿En que nivel el uso de TICS contribuyen a tomar en cuenta todos los MATERIALES Y MAQUINARIAS críticos?	9j. En la ejecución de sus proyectos de construcción, ¿en que grado ayudan las TICS en el correcto uso y administración de DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS de entregables?	10k. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a identificar, cuantificar y gestionar el RIESGO existente?	11. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a conocer o facilitar la metodología de ENTREGA de los proyectos?
PDRI SECCIÓN		I. BASES DE DECISIÓN			II. BASES DE DISEÑO			III. ENFOQUE DE EJECUCIÓN				
N	Válidos	105	106	106	106	106	106	106	106	106	105	106
	Perdidos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Media		4.24	3.44	4.31	3.26	4.30	4.42	4.12	3.89	4.28	3.50	3.98
Mediana		5.00	4.00	5.00	3.50	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00
Moda		5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5
Desv. típ.		1.079	1.531	.999	1.476	1.034	1.022	1.030	1.098	1.076	1.395	1.087
Varianza		1.164	2.344	.997	2.177	1.070	1.045	1.061	1.206	1.157	1.945	1.181
Asimetría		-1.802	-.962	-1.891	-.831	-1.900	-2.546	-1.529	-1.267	-1.993	-.944	-1.233
Error tip. de asimetría		.236	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.236	.235
Curtosis		3.719	.111	4.157	.024	4.394	7.961	3.321	2.014	4.504	.363	1.886
Error tip. de curtosis		.467	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.467	.465

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Tabla 8. Tabla de frecuencias y estadística descriptiva de variables PDRI y TICS. En la sección superior se encuentran las dimensiones y categorización. Se señala en colores los valores significativos hallados. Se destaca con colores los valores significativos como la asimetría, la diferencia de medias y la curtosis. Fuente: Elaboración propia.

La segunda sección está enfocada en la aceptación de las TICS bajo el modelo UTAUT en la PYME constructora. Se contrasta por medio de un nuevo modelo PDRI – UTAUT, tablas de contingencia y correlación de Pearson. Estudios muy recientes se están desarrollando para determinar una taxonomía unificada en los sistemas BIM (Ahmed & Kassem, 2018). Los datos

analizados resultado del modelo planteado responden de forma directa el cuestionamiento inicial sobre el uso y la aceptación de las TICS en la PYME constructora.

Tabla 9. Tabla de frecuencias PDRI y TICS-UTAUT.

UTAUT VARIABLE		Favorecen desempeño.	Favorecen desempeño.	Favorecen desempeño.	Esfuerzo de uso.	Esfuerzo de uso.	Esfuerzo de uso.	Influencia social.	Influencia social.	Influencia social.	Condiciones de instalaciones	Condiciones de instalaciones	Condiciones de instalaciones
PDRI SECCIÓN		Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras	Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras	Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras	Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras
N	Válidos	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		4.03	4.35	4.25	3.61	3.93	3.93	3.71	4.00	3.87	3.84	3.98	3.97
Mediana		4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Moda		5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5
Desv. tip.		1.009	.926	.829	1.074	1.071	.969	1.250	1.272	1.265	1.212	1.138	1.183
Varianza		1.018	.858	.687	1.154	1.148	.938	1.561	1.619	1.601	1.469	1.295	1.399
Asimetría		-.851	-1.342	-.816	-.864	-.766	-.699	-1.127	-1.527	-1.500	-1.288	-1.425	-1.458
Error tip. de asimetría		.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235
Curtosis		.148	1.145	-.197	1.270	-.087	.154	1.294	2.090	2.287	1.591	2.466	2.280
Error tip. de curtosis		.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465

Tabla 9. Tabla de frecuencias y estadística descriptiva de variables PDRI y TICS-UTAUT. En los dos renglones superiores se describen las variables del modelo de uso y aceptación de la tecnología seguido de la sección o categoría del índice. Se indica en colores los valores significativos hallados. Se destaca la diferencia de media y la curtosis. Fuente: Elaboración propia.

En la última sección se han identificado el tipo de TICS o la combinación de ellas para su empleo en la administración de las PYME. Siguiendo las herramientas básicas de la estadística descriptiva se concretan los conteos para definir su uso específico. Las categorías del índice PDRI sirven como marco de referencia para su ordenamiento.

Tabla 10. Empleo de TICS en la toma de decisiones.

16. Especifique cual o cuales TICS emplea para la TOMA de DECISIONES de sus proyectos de construcción.					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Neodata	2	1.9	1.9	1.9
	Opus	2	1.9	1.9	3.8
	Revit	3	2.8	2.8	6.6
	Office	1	.9	.9	7.5
	Project	2	1.9	1.9	9.4
	Autocad	7	6.6	6.6	16.0
	Office, Autocad y Neodata	18	17.0	17.0	33.0
	Neodata, Autocad y Revit	12	11.3	11.3	44.3
	Office y Autocad	17	16.0	16.0	60.4
	Office, Project, Neodata/Opus y Autocad	42	39.6	39.6	100.0
	Total	106	100.0	100.0	

Tabla 10. Tabla de frecuencias porcentajes empleo de TICS – categoría I PDRI. Fuente: Elaboración propia.

En la segunda y última sección del instrumento de evaluación el análisis es realizado con SPSS®. La confirmación de los sumarios estadísticos se hace con STATA®.

Capítulo 6. Resultados y Aportaciones

6.1 Resultados

Uno de los primeros resultados significativos del estudio va en el sentido de la identificación del uso de las TICS en la PYME constructora. La construcción de las secciones del instrumento de evaluación siempre está enmarcada en las tres grandes categorías del modelo PDRI para darle validez.

En este sentido, las bases de decisión de proyecto son abordadas con las TICS con un 39.6% por la combinación de Office, Project, Neodata y AutoCAD (Ver tabla 11). El 17% corresponde a la combinación entre Office, Autocad y Neodata, siendo muy similar al 16% de Office y Autocad. Las bases de diseño son soportadas en el sentido tecnológico en un 24.5% por solo el uso de Autocad y en seguida por la combinación de Office, Project, Neodata/Opus y Autocad con 22.6%. Por último, el enfoque de ejecución, al igual que las bases de decisión de proyecto emplean al mismo conjunto de TICS que los primeros dos sitios.

Tabla 12. Empleo de TICS en la ejecución.

18. Especifique cual o cuales TICS emplea en la EJECUCIÓN de sus proyectos de construcción.					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Neodata	2	1.9	1.9	1.9
	Opus	3	2.8	2.8	4.7
	Revit	1	0.9	0.9	5.7
	Office	3	2.8	2.8	8.5
	Project	4	3.8	3.8	12.3
	Autocad	7	6.6	6.6	18.9
	Office, Autocad y Neodata	20	18.9	18.9	37.7
	Neodata, Autocad y Revit	9	8.5	8.5	46.2
	Office y Autocad	19	17.9	17.9	64.2
	Office, Project, Neodata/Opus y Autocad	38	35.8	35.8	100.0
	Total	106	100.0	100.0	

Tabla 12. Tabla de frecuencias porcentajes empleo de TICS – categoría III PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior quiere decir que el 50% de los procesos de proyecto desde su conceptualización hasta su entrega en la PYME constructora son gestionados con Office, Autocad, Project y Neodata u Opus o una combinación de estos. Vale la pena visualizar que ninguno tiene el potencial de un sistema de múltiples dimensiones nD (Herrera *et al.*, 2017) que gestione de forma holística el devenir del proyecto.

El valor de las medias del cruce de las variables del modelo UTAUT, desempeño, esfuerzo de uso, influencia social e instalaciones contra las categorías del PDRI tienen un rango de entre 3.7 y 4.4, indicando que el uso de las TICS se percibe como suficiente en general. Contrastan la aceptación que tienen las TICS en los 4 indicadores medidos del modelo UTAUT con el enfoque de ejecución y la toma de decisiones. En todos los casos se percibe que las TICS contribuyen en mayor grado en la ejecución de los proyectos que en la toma de decisiones que ha sido el indicador más bajo de la medición.

En general la concentración de los datos muestra una curtosis mesocúrtica y una ligera asimetría positiva. Destacan dos indicadores con una concentración leptocúrtica, el primero es la influencia social en el enfoque de ejecución. Muestra que el trabajo en equipo y el entorno social de los individuos contribuye de forma positiva en el uso de la TIC. El segundo indicador leptocúrtico es el impacto que tienen las condiciones de las instalaciones donde se usan las TICS con respecto del enfoque de ejecución. Esto se traduce simplemente en que unas buenas condiciones espaciales favorecen en el uso de las herramientas tecnológicas.

Los resultados más bajos se obtuvieron en la categoría de toma de decisiones contrastado con influencia social cuya media es del 3.71 y esfuerzo de uso 3.61. Esto nos señalaría en las bases de decisión *versus* influencia social y esfuerzo de uso las TICS tienen una contribución media.

La correlación entre las variables edad, género y experiencia del UTAUT y las tres categorías del índice PDRI muestran una relación lineal. En todos los casos los coeficientes de R de Pearson y Spearman son valores cercanos al cero (Ver tablas 13 a 24). Cabe señalar que estadísticamente podrían existir relaciones no lineales entre estas. Realizando análisis de varianza ANOVA es posible que se determine información mucho más precisa en este apartado.

Tabla 18. Contingencia edad – esfuerzo de uso – toma de decisiones.

Edad VS Esfuerzo de uso. Toma de decisiones					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.789			.085
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.022	.094	.222	.825 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.029	.096	0.301	.764 ^c
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 18. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión edad del UTAUT y la percepción sobre esfuerzo de uso dentro de la categoría toma de decisiones del PDRI. Fuente: Elaboración propia.

El impacto en la productividad bajo las variables con mayor peso del PDRI muestran una aceptación y contribución cercano a suficiente (Ver tabla 25). Muestran un rango de medias del 3.26 al 4.42. Los cinco indicadores con mayor peso son los siguientes:

1. En qué grado las TICS contribuyen a contar con la información detallada y completa del proyecto arquitectónico 4.42 (bases de diseño).
2. En qué grado las TICS contribuyen a conocer el costo final 4.31 (bases de decisión).
3. En qué grado las TICS contribuyen a conocer y comprender todos los espacios del proyecto 4.30 (bases de diseño).
4. En qué grado las TICS contribuyen a administrar documentación y formatos 4.28 (enfoque de ejecución).
5. En qué grado las TICS contribuyen a determinar la viabilidad económica en el uso 4.24 (bases de decisión).

Además, los puntos anteriores tienen una concentración leptocúrtica en sus valores.

Por el contrario, las variables con menor media registrada son las tres a continuación:

1. En qué medida las TICS contribuyen a conocer el suelo 3.26 (bases de proyecto).
2. En qué grado las TICS contribuyen a gestionar el riesgo 3.50 (enfoque de ejecución).
3. En qué grado las TICS contribuyen a conocer la filosofía o fundamentación 3.44 (bases de decisión).

Ahora bien, es indicativo que la curtosis encontrada en las variables referentes al suelo y fundamentación o filosofía del proyecto tenga un valor cercano al cero. Los datos en esta variable platocúrtica están alejados de la media a pesar de que la media es relativamente alta.

En todas las variables el coeficiente de asimetría es negativo. Indica que se percibe a las TICS en general como una herramienta que contribuye a la productividad. Este es el estatus tentativo de la realidad de la investigación. Estableciendo por consiguiente la prueba de hipótesis:

HO = Las TICS tienen un impacto satisfactorio en la productividad de las PYMES constructoras.

H1 = Las TICS no tienen un impacto satisfactorio en la productividad de las PYMES constructoras.

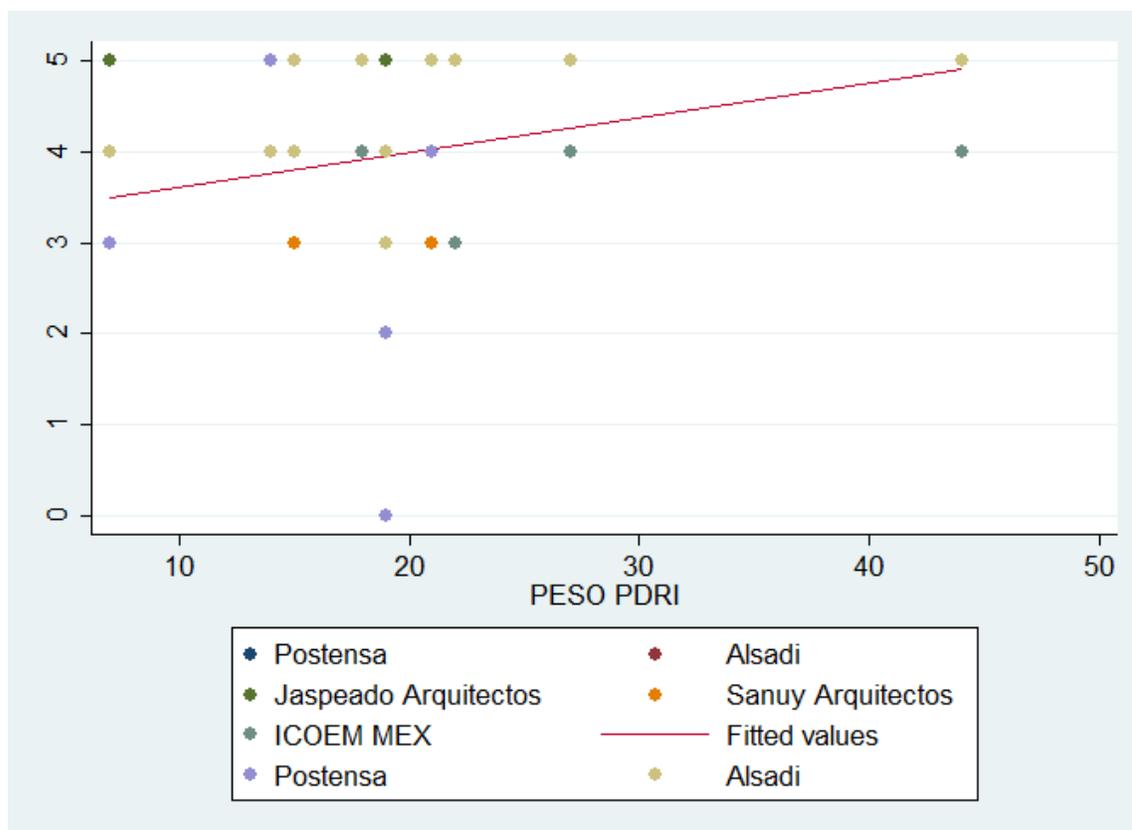
Para determinar la prueba de hipótesis se han usado dos herramientas. La primera ha sido modelar una gráfica de dispersión en STATA® que incluye un análisis de regresión lineal. Se han usado los valores de las medias de las 11 variables incluidas en la primera sección del cuestionario (Ver gráfica 1). Para incluir la segunda entrada de la gráfica de dispersión se empleó el peso obtenido en las mismas variables del PDRI (C. S. Cho & Gibson, 2000).

La gráfica resultante de las medias y el peso contra el peso del PDRI muestran un modelo lineal con un mal ajuste. La regresión lineal en la prueba piloto arrojó una R^2 de 0.0631 indicando que no es un buen modelo lineal (Ver tabla 26). Esto no contribuye para aceptar o rechazar la prueba de hipótesis.

Se hace uso del análisis de varianza ANOVA de un solo factor (Barcelona, 2015). En este caso la variable dependiente es el impacto obtenido en el estudio y como variable independiente el

indicador ajustado PDRI-productividad (Ver tabla 27) dando un resultado muy diferente al obtenido en la prueba anterior como lo indica el gráfico de caja (Ver gráfica 3).

Gráfica 2. Dispersión regresión lineal 7 muestras.



Gráfica 2. Dispersión con modelo ajustado de regresión lineal, valores de 7 muestras obtenidas con los 11 indicadores versus peso específico del PDRI. Fuente: elaboración propia en STATA prueba piloto en base a (Simancas-Pallares et al., 2017)(C. S. Cho & Gibson, 2000).

Esto nos dice que las diferencias entre las medias de los indicadores son significativas. El valor de P o de significancia es menor al 0.05% y arrojo un valor en STATA® de 0.000. También la prueba de igualdad de varianzas de Bartlett tiene como resultado 0.00 lo que significa que las varianzas son diferentes.

Tabla 28. ANOVA de un factor.

```
. oneway ImpactoTIC IndPDRIProductividad, sidak tabulate
```

Ind.PDRI-Productividad	Summary of Impacto TIC		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
COSTO FINAL	4.3113208	.99869637	106
DOCUMENTACIÓN	4.2830189	1.0757475	106
ENTREGA	3.9811321	1.086551	106
EQUIPOS	4.1226415	1.0300516	106
ESPACIOS	4.3018868	1.0343603	106
FILOSOFIA	3.4433962	1.5311383	106
MATyMAQ	3.8867925	1.0982302	106
PROYECTO	4.4150943	1.022303	106
RIESGO	3.4622642	1.4287826	106
SUELO	3.2641509	1.4755266	106
USO	4.1981132	1.1499053	106
Total	3.9699828	1.2471252	1,166

Source	Analysis of Variance				
	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	173.675815	10	17.3675815	12.24	0.0000
Within groups	1638.27358	1155	1.41841869		
Total	1811.9494	1165	1.55532137		

Bartlett's test for equal variances: chi2(10) = 57.9873 Prob>chi2 = 0.000

Tabla 28. Resultados de ANOVA de un factor cuya variable dependiente es el impacto de la TIC resultado del estudio y la variable independiente es el indicador PDRI en STATA. Los resultados son concluyentes para la prueba de hipótesis. Fuente: Elaboración propia en base a (Barcelona, 2015).

Adicionalmente se realizó una comparación por el método de Sidak para encontrar las diferencias entre las medias de los distintos indicadores (Ver tablas 29 a 33). Esta herramienta potencialmente podría conducir a mejorar la productividad de una empresa trabajando con las TICS significativas y los indicadores de mayor impacto.

En consecuencia, existe evidencia suficiente en el estudio y muestra seleccionada para justificar el rechazo de la afirmación de que las TICS tienen un impacto satisfactorio en la productividad de las PYMES constructoras.

6.2 Aportaciones

Las aportaciones del estudio están alineadas a las preguntas de investigación del planteamiento del problema. Se han identificado las TICS empleadas en la PYME, siendo significativo el uso en conjunto de distintas paqueterías como apoyo en las tareas productivas.

¿Cuáles son los indicadores que nos permiten la evaluación de la productividad en las PYMES constructora que usa TICS?

El empleo del índice PDRI sienta las bases de estudios posteriores para determinar el peso específico de sus variables en la industria de la construcción en México. Seguir la metodología de obtención del índice sería una nueva línea de investigación para contribuir a la planeación y administración de los proyectos de construcción. En el estudio realizado solo se emplearon las variables de mayor peso y su categorización.

¿Cuál es el nivel de uso y aceptación de las TICS en las PYMES constructoras?

El empleo del modelo UTAUT y el PDRI sigue el estado del arte en cuanto al uso y aceptación de sistemas nD en la construcción. Su medición se considera una aportación original de la investigación.

Como se mencionó en la sección de resultados el modelo resulta significativo en el contraste de algunas variables mucho más que en otras. Un ejemplo de esto es la aceptación y uso sobre todo en el enfoque de ejecución de los proyectos. De forma contraria el uso y aceptación de las TICS no parecen ser una herramienta de peso en la toma de decisiones. Se vislumbra un campo de oportunidad para las TICS o bien un subuso de estas en las PYMES para la toma de decisiones.

La correlación de edad, género y preparación (experiencia) pareciera que no tienen un impacto en el uso y aceptación de TICS en la PYME. Este resultado podría ser estudiado de forma más profunda para determinar con sistemas específicos su impacto. Existen vacíos por estudiar en el tema (Ahmed & Kassem, 2018) y sobre todo con la implementación cada día más próxima de los sistemas o mandatos BIM en nuestro contexto.

¿Cuál es el impacto del uso de TICS en las PYMES constructoras en el ámbito de la productividad?

El impacto general de las TICS en la PYME desde el marco del PDRI arrojó diferencias significativas en las medias por medio del análisis de varianza ANOVA de un solo factor. Este resultado muy significativo para la investigación contrasta con el estatus quo que describe la hipótesis nula. La tabla comparativa de Sidak nos da pauta para mejorar significativamente la productividad de las PYME en variables específicas. Un ejemplo podría ser el contrastar la variable riesgo contra costo final o definición de espacios.

Se plantea un panorama de oportunidad para el mejor desempeño de la PYMES bajo los modelos e índices planteados. La robustez del PDRI y del modelo UTAUT permitieron hacer un excelente análisis de la productividad de las micro, pequeñas y medianas empresas constructoras.

Existen guías y metodologías de proyectos que tienen validez importante en la construcción como serían Lean, PMI o AGILE. La filosofía Lean contribuye a la eficiencia de los procesos productivos en la construcción sobre todo por medio de sistemas como Last Planner System que persigue la colaboración activa de hasta el último integrante de la cadena productiva (Cerveró-Romero et al., 2013). Una alternativa importante son los estándares ISO 9001 que por su parte facilita la integración técnica, humana y gestión administrativa en conjunto con la ISO 14001 cuyo eje rector es la protección ambiental (Tarí *et al.*, 2012).

La visión que persigue esta investigación es que la PYME constructora goce de guías y herramientas tecnológicas de fácil acceso que incrementen su productividad además de tiempo de vida. No cabe duda que métodos y herramientas tecnológicas son complementarias pero deben permear desde los niveles jerárquicos altos hasta lograr una visión colaborativa en todos los agentes que intervienen y así mejorar los procesos (Cerveró-Romero *et al.*, 2013).

6.3 Limitaciones

Conducir la investigación de una forma totalmente representativa no ha sido posible. Una de las primeras condiciones del entorno inmediato del estudio es que la institución que cuenta con la base de datos no ha proporcionado información. La segmentación de la población como se mencionó en los apartados correspondientes es clara y el acceso a esta fuente hubiera dado una mayor certeza estadística para generalizar las características de la población.

En esta misma línea es importante mencionar que la legislación vigente sobre la protección de datos personales impide proporcionar información de personas morales y físicas libremente. También se debe tomar en cuenta que las empresas PYMES registradas en el CMIC presentan un sesgo y no necesariamente tienen las características generales de la población de estudio.

Otra limitante que no se tenía en consideración bajo ningún esquema de planeación es la pandemia originada por el COVID-19. Se pudieron realizar pruebas piloto entrevistando a profesionales de forma directa hasta antes de marzo del año 2020. Este proceso ayudó a evaluar en primera instancia la confiabilidad por medio del Alfa de Crombach y se anexan imágenes que lo sustentan.

La aplicación del instrumento por medio de SURVEY MONKEY® fue definida previamente al COVID-19. No fue posible realizar la aplicación directamente en campo por el riesgo que esto representa. Esta característica ambiental impidió la exploración de alternativas de censo o de muestreo aleatorio.

6.4 Futura Investigación

El PDRI es una herramienta de definición muy poderosa para los proyectos de construcción (Bingham & Gibson, 2017). La investigación se ha apoyado de los principales indicadores del PDRI para validar y evaluar el impacto que tienen en estos las TICS. Una línea de investigación futura es hallar los indicadores y pesos específicos de un índice similar en México. Este nuevo índice abonaría a la planeación estratégica bajo cualquier metodología de administración de proyectos.

El uso y aceptación de las TICS en la industria de la construcción tiene mucho campo llano por explorar. En la revisión de la literatura se han encontrado estudios que persiguen definir la taxonomía (Ahmed & Kassem, 2018) en entornos BIM. En la PYME latinoamericana los mandatos BIM son recientes. Sería de gran valor para la administración e innovación profundizar bajo modelos como UTAUT o TAM el impacto real de estas TICS y las características de su aceptación.

Como continuidad de la investigación se buscará encontrar un modelo por medio del cual se eficiente la productividad de la PYME constructora. Bajo este paradigma se encontrarían áreas de

oportunidad y se definirían cuales TICS o conjunto de ellas contribuyen a los procesos productivos de PYMES.

Como se discutió en los capítulos de impacto de la TICS, los hallazgos indican que la percepción de utilidad es satisfactoria sobre todo en las variables de tiempo y costo. Bajo una evaluación holística como son el índice PDRI o las áreas de conocimiento del PMI el empleo de las herramientas tecnológicas en las PYMES no es hoy tan fructífero. Existen importantes barreras de uso en las TICS que analizadas con un modelo como UTAUT podrían definir estrategias que den mayor claridad al fenómeno de uso y aceptación en el entorno mexicano.

Anexo 1

Figuras

Figura 1. Modelo UTAUT – PDRI.

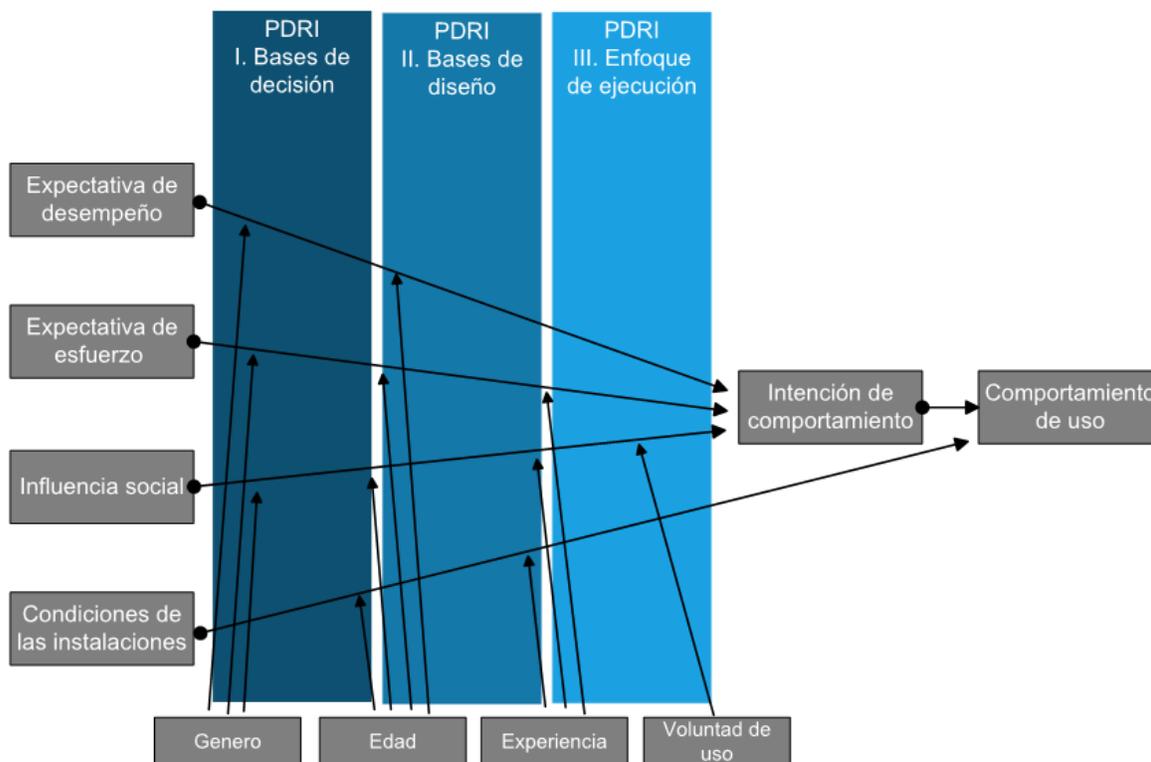


Figura 1. En este modelo propuesto UTAUT – PDRI los recuadros en color gris forman la estructura de uso y aceptación de la tecnología y los recuadros en tonalidades de azul son las tres categorías principales del índice utilizado para evaluar la productividad. Fuente: elaboración propia en base a (Dulle & Minishi-Majanja, 2011) (C. S. Cho & Gibson, 2000).

Figura 2. Modelo PDRI – TICS.



Figura 2. El modelo propuesto PDRI – TICS indica las categorías principales del índice utilizado para la evaluación del impacto en la productividad se cruzan con las tecnologías de la comunicación e información usadas más frecuentemente por las PYMES. Fuente: elaboración propia en base a (C. S. Cho & Gibson, 2000).

Figura 2.1 Cadena de mando de la PYME y áreas de oportunidad de TICS.

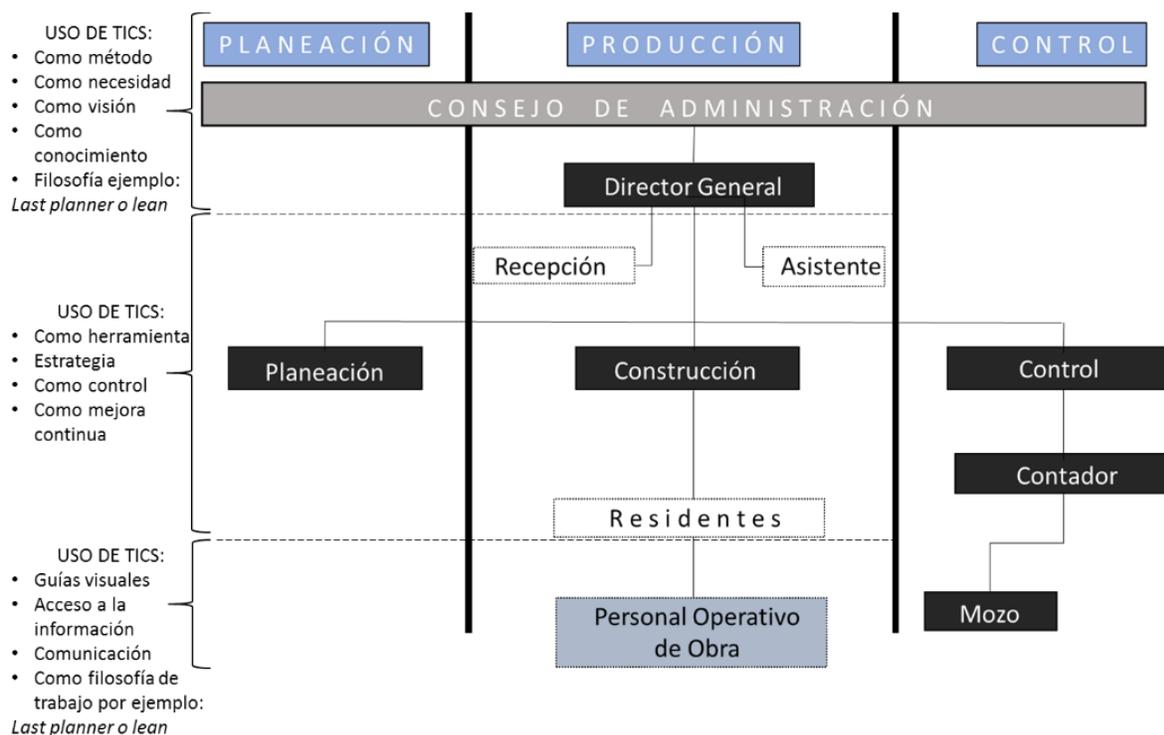


Figura 2.1 En la figura se muestra la estructura tradicional de una PYME consolidada. Se observan áreas de oportunidad del lado izquierdo. El uso de las TICS surge como una visión en los rangos altos, como herramienta en los medios y como guía en los operativos. Fuente: elaboración propia en base a Suárez Salazar (2005).

Figura 3. Estructura metodológica de investigación.

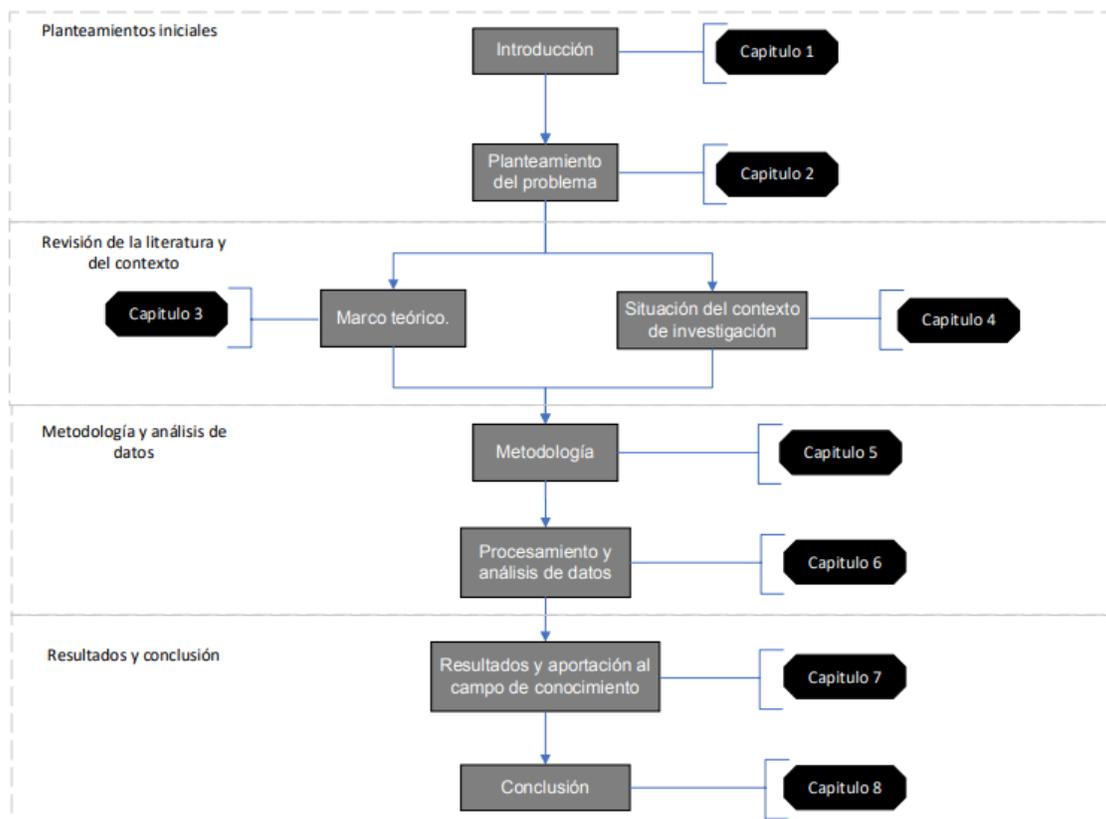


Figura 3. Estructura de la metodología de la tesis en la que se muestran cuatro grandes etapas de la investigación. Los rectángulos denotan el contenido y están vinculados con el capitulado de documento. Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Determinación de muestra.

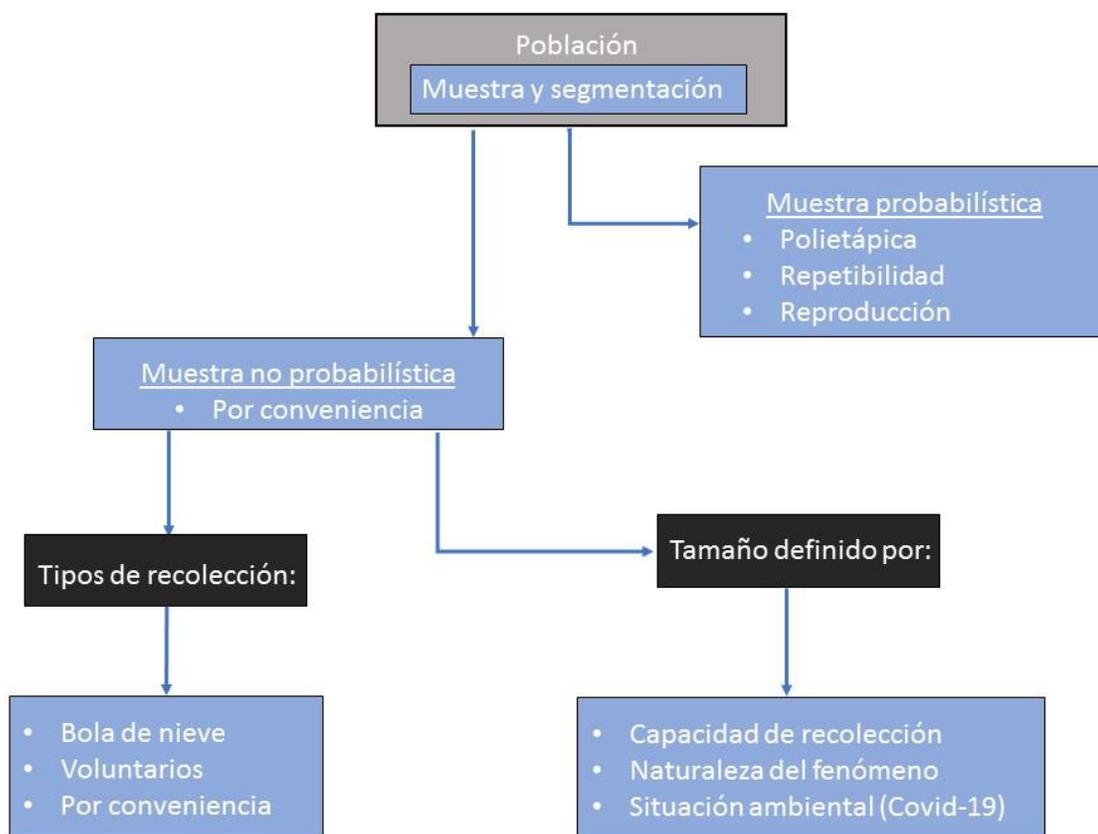


Figura 4. Esquema de determinación de muestra y prospección. Los recuadros indican la definición por la muestra no probabilística, el tipo de recolección y tamaño muestra. La muestra probabilística será un desarrollo de investigación futura. Fuente: elaboración propia en base a (Hernández et al., 2014).

Tablas

Tabla 1. Barreras para adopción de TICS en la PYME.

Barreras para la adopción de TICS	
1	Costos de las TIC y tiempos de implementación elevados que derivan en proyectos poco rentables.
2	Esquemas de financiamiento inexistentes o inadecuados.
3	Resultados obtenidos inferiores a los esperados y poco predecibles.
4	Rápido nivel de obsolescencia de las TIC que deriva en la necesidad de inversiones continuas que pierden valor rápidamente.
5	Tecnología poco flexible e inadecuada para las necesidades de la empresa.
6	Proceso de integración con otras soluciones complicado, lento y costoso.
7	Mayor necesidad de especialización contra mayor dificultad para encontrar y mantener gente especializada.
8	Resistencia al cambio que resulta en un uso deficiente y poco intensivo de las TIC
9	Adopción de tecnología por moda más que por necesidad del negocio.
10	Falta de impulso a los proyectos de TIC por parte de la dirección general.
11	Infraestructura actual insuficiente para dar apoyo al uso de nuevas aplicaciones.
12	Dificultad para justificar el presupuesto de TIC ante la dirección general.

Tabla 1. Se enumeran doce barreras principales para adopción de TICS en la PYME. Fuente: elaboración propia en base a (Saavedra García & Tapia Sánchez, 2013).

Tabla 2. Operacionalización de variables.

Objetivo	Variable	Definición	Categoría PDRI	12 Dimensiones principales del PDRI	Tipos de datos / instrumento de evaluación
Determinar la productividad en la PYME constructora de Puebla por medio del uso de las TICs.	Productividad por medio del uso de TICs.	Suma de procesos que aseguran a la empresa constructora su permanencia y estabilidad basadas en el uso de tecnologías de información y comunicación.	Sección I. Base de decisión de proyecto	A. Uso del edificio	Cuestionario escala de Likert
				B. Filosofía del diseño o del proyecto	Cuestionario escala de Likert
				C. Costo estimado del proyecto	Cuestionario escala de Likert
			Sección II. Bases de diseño	D. Información geotécnica o civil	Cuestionario escala de Likert
				E. Listado o sumario de espacios de la edificación	Cuestionario escala de Likert
				F. Diseño o proyecto arquitectónico	Cuestionario escala de Likert
				G. Listado de equipos	Cuestionario escala de Likert
			Sección III. Enfoque de ejecución	H. Materiales y equipo crítico	Cuestionario escala de Likert
				I. Documentación / entregables	Cuestionario escala de Likert
				J. Administración de riesgo	Cuestionario escala de Likert
				K. Método de entrega del proyecto / enfoque o plan de ejecución	Cuestionario escala de Likert

Tabla 2. La variable productividad de la PYME es evaluada en base a la categorización y doce dimensiones principales del PDRI por medio de un instrumento en escala de Likert. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Instrumento de evaluación inicial.

Cuestionario Piloto de Productividad en las PYMES que usan TICS. HOJA 1										
Empresa:										N° Qu.
Puesto:										
Grado de estudios:										
Edad:										
Sexo:										
Fecha:										
Definición básicas:										
TICS:	Tecnología de información y comunicación. Programas informáticos, de comunicación, de administración, de diseño o de contabilidad.									
PYME:	Pequeña y mediana empresa. Para fines del estudio serán PYMES constructoras.									
Instrucciones:										
SECCIÓN I (PPT). Marque su respuesta seleccionando el número que mejor indique el grado de contribución o mejora de los aspectos en la pregunta.										
I.A Bases de decisión de proyecto										
1a. ¿En qué grado el uso de TICS contribuye a determinar el objetivo y la viabilidad económica en el USO de sus proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
2b. ¿En que medida el uso de TICS en su empresa contribuyen a conocer la FUNDAMENTACIÓN O FILOSOFÍA detrás del proyecto de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
3c. ¿En que grado el empleo de TICS contribuye a definir y conocer todos los factores que intervienen en el COSTO FINAL del proyecto de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
I.B Bases de diseño de proyecto										
4d. ¿Cuál de las siguientes opciones refleja la medida en la que las TICS contribuyen al conocimiento sobre las características mecánicas o geotécnicas del SUELO en sus proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
5e. ¿En que grado las TICS contribuyen a que se conozcan los ESPACIOS o ÁREAS y las relaciones que contienen los proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
6f. En su empresa o despacho, ¿en que grado ayudan las TICS conocer o a contar con la información detallada y completa del PROYECTO ARQUITECTÓNICO de sus obras?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
7g. En su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS favorecen o facilitan la definición de todos los EQUIPOS y requerimientos de ingenierías de sus proyectos de construcción?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
I.C Bases de ejecución										
8h. En la ejecución de sus obras o trabajos de construcción ¿En que nivel el uso de TICS contribuyen a tomar en cuenta todos los MATERIALES Y MAQUINARIAS críticos?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
9j. En la ejecución de sus proyectos de construcción, ¿en que grado ayudan las TICS en el correcto uso y administración de DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS de entregables?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
10k. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a identificar, cuantificar y gestionar el RIESGO existente?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		
11l. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a conocer o facilitar la metodología de ENTREGA de los proyectos?										
No aplica	0	Insuficiente	1	2	3	4	5	Suficiente		

Tabla 3. El instrumento de evaluación que se aplicó de forma presencial. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3.1 Instrumento de evaluación inicial continuación.

Cuestionario Piloto de Productividad en las PYMES que usan TICS. HOJA 2						
SECCIÓN II (UP). Marque su respuesta seleccionando el número que mejor indique el grado de contribución o mejora de los aspectos en la pregunta.						
	TOMA DE DECISIONES EN EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN		BASES DE DISEÑO O PROYECTO		BASES DE EJECUCIÓN	
12. ¿En que grado las TICS favorecen el desempeño en sus construcciones?	1	2	3	4	5	No aplica
13. ¿En que grado las TICS significan en su uso un esfuerzo en los proyectos de construcción?	1	2	3	4	5	No aplica
14. ¿En que grado las TICS son empleadas por la influencia de los equipos o compañeros de trabajo?	1	2	3	4	5	No aplica
15. ¿En que grado las facilidades de espacio y disponibilidad ayudan al empleo de TICS en los proyectos de construcción?	1	2	3	4	5	No aplica
SECCIÓN III (PT). Marque su respuesta seleccionando la o las TICS que intervienen en sus procesos.						
16. Especifique cual o cuales TICS emplea para la TOMA de DECISIONES de sus proyectos de construcción.						
NEODATA	OPUS	REVIT	OFFICE	PROJECT	AUTOCAD	OFFICE+NEODATA+CAD
NEODATA+AUTOCAD +REVIT		OFFICE+AUTOCAD		OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD		OTRO (indique):
17. Especifique cual o cuales TICS emplea en para la definición de DISEÑO o de PROYECTO.						
NEODATA	OPUS	REVIT	OFFICE	PROJECT	AUTOCAD	OFFICE+NEODATA+CAD
NEODATA+AUTOCAD +REVIT		OFFICE+AUTOCAD		OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD		OTRO (indique):
18. Especifique cual o cuales TICS emplea en la EJECUCIÓN de sus proyectos de construcción.						
NEODATA	OPUS	REVIT	OFFICE	PROJECT	AUTOCAD	OFFICE+NEODATA+CAD
NEODATA+AUTOCAD +REVIT		OFFICE+AUTOCAD		OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD		OTRO (indique):
Comentarios. Finalmente si es necesario agregar algún comentario sobre el uso de TICS y la productividad.						
MUCHAS GRACIAS POR TU APOYO!!!						

Tabla 3.1 El instrumento de evaluación que se aplicó de forma presencial. Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Categorías y variables del índice PDRI.

SECCIÓN I. BASES DE DECISIÓN DE PROYECTO		E.9. Requerimientos de transporte
A. Estrategia de Negocio		E.10. Acabado de edificio
		E.11. Hojas de información de espacios
		E.12. Mobiliario de equipos
A.1. Requerimiento de uso del edificio		E.13. Consideraciones de tratamiento de
A.2. Justificación del Negocio		ventanas.
A.3. Plan de negocios		
A.4. Análisis económico	F. Parámetros de diseño de edificio / proyecto	
A.5. Requerimiento de instalaciones		
A.6. Alteraciones / Expansión futura	F.1. Diseño civil del sitio	
A.7. Consideraciones para la selección del sitio	F.2. Diseño arquitectónico	
A.8. Establecimiento de los objetivos del proyecto	F.3. Diseño estructural	
	F.4. Diseño mecánico	
B. Filosofías del Propietario	F.5. Diseño eléctrico	
	F.6. Requerimientos de seguridad del edificio	
B.1. Filosofía de confiabilidad	F.7. Análisis de constructabilidad	
B.2. Filosofía de Mantenimiento	F.8. Sofisticación tecnológica	
B.3. Filosofía de operación		
B.4. Filosofía de diseño	G. Equipo	
C. Requerimientos del Proyecto	G.1. Lista de equipo	
	G.2. Planos de ubicación del equipo	
C.1. Proceso de ingeniería de valor	G.3. Requerimientos de servicios para el equipo	
C.2. Criterio de diseño del proyecto		
C.3. Evaluación de las instalaciones existentes	SECCIÓN III. ENFOQUE DE EJECUCIÓN.	
C.4. Alcance del trabajo		
C.5. Programación del proyecto	H. Estrategias de procuración	
C.6. Costo estimado del proyecto		
SECCIÓN II. BASES DE DISEÑO		
D. Información del sitio	H.1. Identificar materiales y equipo críticos y de largo tiempo de entrega	
	H.2. Procedimiento y planes de procuración	
D.1. Layout del sitio	J. Documentos entregables	
D.2. Inspección del sitio	J.1. Requerimientos de modelo / CAD	
D.3. Información civil / geotécnica	J.2. Documentos entregables	
D.4. Reglamentos gubernamentales		
D.5. Evaluación ambiental	K. Control de proyecto	
D.6. Fuentes de servicios, condiciones de suministro		
D.7. Consideraciones de seguridad en el sitio	K.1. Control y aseguramiento de la calidad del proyecto	
D.8. Tratamiento especial de agua y desperdicios	K.2. Control del costo del proyecto	
	K.3. Control del programa del proyecto	
E. Programación del edificio	K.4. Administración del riesgo	
	K.5. Procedimiento de seguridad	
E.1. Descripción del programa	L. Plan de ejecución del proyecto	
E.2. Lista de espacios del edificio		
E.3. Diagrama de relación de espacios	L.1. Organización del proyecto	
E.4. Diagramas verticales	L.2. Requerimientos para aprobación del cliente	
E.5. Crecimiento y fases de desarrollo	L.3. Método de administración del proyecto	
E.6. Requerimientos de circulación y espacios abiertos	L.4. Enfoque del plan de diseño y construcción	
E.7. Diagrama de relación funcional espacio por espacio	L.5. Requerimientos de terminación sustancial del proyecto	
E.8. Facilidades de carga, descarga y almacenamiento		

Tabla 4. Categorías y variables del índice PDRI. Las tres secciones y los principales indicadores sirven como base para la propuesta de nuevos modelos y de la medición del impacto en la productividad de la PYME. Fuente: elaboración propia en base a (C. S. Cho & Gibson, 2000).

Tabla 6. Alfa de Crombach 2.

Estadísticos de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
.914	.917	23
Alfa de Crombach SPSS		

Tabla 6. Alfa de Crombach que se obtiene por medio del uso de la paquetería SPSS. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Alfa de Crombach 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	VAR.P	
1a.	2b.	3c.	4d.	5e.	6f.	7g.	8h.	9j.	10k.	11l.	12. Indique e	13. Indique e	14. Indique e	15. Indique en c										
2	2	3	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	0.801512287	
5	3	5	3	5	5	5	3	5	3	5	5	5	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	0.801512287	
4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	0.238185255	
5	5	5	3	5	5	5	4	4	3	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.38563327	
4	1	4	2	3	0	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	0.926275992	
3	3	4	5	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	0.332703214	
5	4	5	2	4	4	3	4	5	1	4	4	5	5	3	2	2	3	5	5	5	5	5	1.470699433	
5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.143667297	
3	1	4	4	4	4	2	4	3	2	4	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.767485822	
5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	0.170132325	
5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	5	5	5	3	3	3	0.767485822	
5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0.211720227	
5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	0.211720227	
3	3	4	1	5	5	4	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1.281663516	
3	4	2	1	5	4	5	0	0	0	0	5	4	3	1	2	3	5	4	4	5	5	5	3.43289225	
5	3	5	4	5	5	5	3	4	2	4	5	5	4	5	4	5	3	3	3	5	5	5	0.865784499	
3	4	4	3	3	4	5	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	0.325141777	
																							100.6691871	
445	365	457	346	456	468	437	412	454	367	422	427	461	451	383	417	417	393	424	410	407	422	421	1022.340265	
																								0.098469356
																								0.901530644
																								1.045454545
																								0.94250931

Tabla 7. Alfa de Crombach obtenida de forma manual por medio de Excel. Para facilitar la lectura de la tabla se ocultaron filas. Se han omitido los resultados de la última sección del instrumento porque no se ajustan a la escala de Likert. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Tabla de frecuencias categorías PDRI y TICS.

Estadísticos												
PDRI SECCIÓN		I. BASES DE DECISIÓN			II. BASES DE DISEÑO				III. ENFOQUE DE EJECUCIÓN			
N	Válidos	105	106	106	106	106	106	106	106	106	105	106
	Perdidos	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Media		4.24	3.44	4.31	3.26	4.30	4.42	4.12	3.89	4.28	3.50	3.98
Mediana		5.00	4.00	5.00	3.50	5.00	5.00	4.00	4.00	5.00	4.00	4.00
Moda		5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5
Desv. típ.		1.079	1.531	.999	1.476	1.034	1.022	1.030	1.098	1.076	1.395	1.087
Varianza		1.164	2.344	.997	2.177	1.070	1.045	1.061	1.206	1.157	1.945	1.181
Asimetría		-1.802	-.962	-1.891	-.831	-1.900	-2.546	-1.529	-1.267	-1.993	-.944	-1.233
Error típ. de asimetría		.236	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.236	.235
Curtosis		3.719	.111	4.157	.024	4.394	7.961	3.321	2.014	4.504	.363	1.886
Error típ. de curtosis		.467	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.467	.465

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Tabla 8. Tabla de frecuencias y estadística descriptiva de variables PDRI y TICS. En la sección superior se encuentran las dimensiones y categorización. Se señala en colores los valores significativos hallados. Se destaca la asimetría, la diferencia de medias y la curtosis. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Tabla de frecuencias PDRI y TICS-UTAUT.

		Estadísticos											
UTAUT VARIABLE		Favorecen desempeño.	Favorecen desempeño.	Favorecen desempeño.	Esfuerzo de uso.	Esfuerzo de uso.	Esfuerzo de uso.	Influencia social.	Influencia social.	Influencia social.	Condiciones de instalaciones	Condiciones de instalaciones	Condiciones de instalaciones
PDRI SECCIÓN		Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras	Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras	Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras	Toma de decisiones	Bases de diseño o proyecto	Bases de ejecución de proyectos u obras
N	Válidos	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		4.03	4.35	4.25	3.61	3.93	3.93	3.71	4.00	3.87	3.84	3.98	3.97
Mediana		4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Moda		5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5
Desv. tip.		1.009	.926	.829	1.074	1.071	.969	1.250	1.272	1.265	1.212	1.138	1.183
Varianza		1.018	.858	.687	1.154	1.148	.938	1.561	1.619	1.601	1.469	1.295	1.399
Asimetría		-.851	-1.342	-.816	-.864	-.766	-.699	-1.127	-1.527	-1.500	-1.288	-1.425	-1.458
Error tip. de asimetría		.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235	.235
Curtosis		-.148	1.145	-.197	1.270	-.087	.154	1.294	2.090	2.287	1.591	2.466	2.280
Error tip. de curtosis		.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465	.465

Tabla 9. Tabla de frecuencias y estadística descriptiva de variables PDRI y TICS-UTAUT. En los dos renglones superiores se describen las variables del modelo de uso y aceptación de la tecnología seguido de la sección o categoría del índice. Se indica en colores los valores significativos hallados. Se destaca la diferencia de media y la curtosis. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Empleo de TICS en la toma de decisiones.

16. Especifique cual o cuales TICS emplea para la TOMA de DECISIONES de sus proyectos de construcción.					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Neodata	2	1.9	1.9	1.9
	Opus	2	1.9	1.9	3.8
	Revit	3	2.8	2.8	6.6
	Office	1	.9	.9	7.5
	Project	2	1.9	1.9	9.4
	Autocad	7	6.6	6.6	16.0
	Office, Autocad y Neodata	18	17.0	17.0	33.0
	Neodata, Autocad y Revit	12	11.3	11.3	44.3
	Office y Autocad	17	16.0	16.0	60.4
	Office, Project, Neodata/Opus y Autocad	42	39.6	39.6	100.0
	Total	106	100.0	100.0	

Tabla 10. Tabla de frecuencias porcentajes empleo de TICS – categoría I PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Empleo de TICS en el diseño o proyecto.

17. Especifique cual o cuales TICS emplea para la definición de DISEÑO o de PROYECTO.					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Opus	1	0.9	0.9	0.9
	Revit	7	6.6	6.6	7.5
	Autocad	26	24.5	24.5	32.1
	Office, Autocad y Neodata	8	7.5	7.5	39.6
	Neodata, Autocad y Revit	22	20.8	20.8	60.4
	Office y Autocad	18	17.0	17.0	77.4
	Office, Project, Neodata/Opus y Autocad	24	22.6	22.6	100.0
	Total	106	100.0	100.0	

Tabla 11. Tabla de frecuencias porcentajes empleo de TICS – categoría II PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Empleo de TICS en la ejecución.

18. Especifique cual o cuales TICS emplea en la EJECUCIÓN de sus proyectos de construcción.					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Neodata	2	1.9	1.9	1.9
	Opus	3	2.8	2.8	4.7
	Revit	1	0.9	0.9	5.7
	Office	3	2.8	2.8	8.5
	Project	4	3.8	3.8	12.3
	Autocad	7	6.6	6.6	18.9
	Office, Autocad y Neodata	20	18.9	18.9	37.7
	Neodata, Autocad y Revit	9	8.5	8.5	46.2
	Office y Autocad	19	17.9	17.9	64.2
	Office, Project, Neodata/Opus y Autocad	38	35.8	35.8	100.0
	Total	106	100.0	100.0	

Tabla 12. Tabla de frecuencias porcentajes empleo de TICS – categoría III PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Contingencia genero - desempeño.

Genero VS Favorecen desempeño Bases de ejecución de proyectos u obras					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.128			.900
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.096	.150	.552	.585 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.071	.162	.406	.687 ^c
N de casos válidos		35			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 13. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión genero del UTAUT y la percepción de favorecer el desempeño dentro de la categoría de bases de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

Tabla 14. Contingencia genero – esfuerzo de uso.

Genero VS Esfuerzo de uso. Base de ejecución de proyectos					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.250			.674
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-.008	.153	-.046	.964 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	-.070	.169	-.401	.691 ^c
N de casos válidos		35			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 14. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión genero del UTAUT y la percepción de esfuerzo de uso dentro de la categoría de bases de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

Tabla 15. Contingencia genero – influencia social.

Genero VS Influencia social. Base de ejecución de proyectos					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.171			.902
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.139	.129	.804	.427 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.101	.163	.585	.562 ^c
N de casos válidos		35			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 15. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión genero del UTAUT y la percepción de influencia social dentro de la categoría de bases de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

Tabla 16. Contingencia genero – instalaciones.

Genero VS Condiciones de instalaciones. Enfoque de ejecución.					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.352			.421
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.013	.190	.076	.940 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.090	.178	.521	.606 ^c
N de casos válidos		35			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 16. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión genero del UTAUT y la percepción sobre las condiciones de las instalaciones de trabajo dentro de la categoría de enfoque de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

Tabla 17. Contingencia edad - desempeño.

Edad VS Favorecen desempeño Bases de ejecución de proyectos u obras					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.809			.182
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-.202	.159	-1.182	.245 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	-.205	.173	-1.204	.237 ^c
N de casos válidos		35			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 17. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión edad del UTAUT y la percepción sobre favorecer desempeño dentro de la categoría bases de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

Tabla 18. Contingencia edad – esfuerzo de uso – toma de decisiones.

Edad VS Esfuerzo de uso. Toma de decisiones					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.789			.085
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.022	.094	.222	.825 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.029	.096	0.301	.764 ^c
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 18. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión edad del UTAUT y la percepción sobre esfuerzo de uso dentro de la categoría toma de decisiones del PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Contingencia edad – esfuerzo de uso – bases de diseño.

Edad VS Esfuerzo de uso. Bases de diseño o proyecto					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.783			.003
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-.079	.083	-.812	.419 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	-.067	.093	-0.685	.495 ^c
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 19. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión edad del UTAUT y la percepción sobre esfuerzo de uso dentro de la categoría bases de diseño o proyecto del PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Contingencia edad – esfuerzo de uso – bases de ejecución.

Edad VS Esfuerzo de uso. Bases de ejecución de proyectos u obras					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.752			.126
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.078	.087	.800	.425 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.103	.096	1.057	.293 ^c
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 20. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión edad del UTAUT y la percepción sobre esfuerzo de uso dentro de la categoría bases de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Contingencia puesto – desempeño – bases de ejecución.

Puesto VS Favorecen desempeño Bases de ejecución de proyectos u obras					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.328			.805
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-.032	.099	-.324	.747 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.000	.099	0.000	1.000 ^c
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 21. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión edad del UTAUT y la percepción sobre desempeño dentro de la categoría bases de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Contingencia puesto – desempeño – toma de decisiones.

Puesto VS Favorecen desempeño.Toma de decisiones					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.331			.965
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.049	.098	.503	.616 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.043	.099	0.436	.664 ^c
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 22. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión puesto del UTAUT y la percepción sobre desempeño dentro de la categoría toma de decisiones del PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Contingencia puesto – desempeño – bases de diseño o proyecto.

Puesto VS Favorecen desempeño Bases de diseño o proyecto					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.377			.822
Intervalo por intervalo	R de Pearson	-.036	.091	-.370	.712 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	-.065	.096	-0.669	.505 ^c
N de casos válidos		106			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 23. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión puesto del UTAUT y la percepción sobre desempeño dentro de la categoría bases de diseño o proyecto del PDRI. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Contingencia puesto – instalaciones – enfoque de ejecución.

Puesto VS Condiciones de instalaciones. Enfoque de ejecución.					
Medidas simétricas					
		Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Nominal por nominal	Coefficiente de contingencia	.490			.993
Intervalo por intervalo	R de Pearson	.062	.119	.359	.722 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	.014	.153	.083	.934 ^c
N de casos válidos		35			
a. Asumiendo la hipótesis alternativa.					
b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.					
c. Basada en la aproximación normal.					

Tabla 24. Tabla de contingencia que contrasta la dimensión puesto del UTAUT y las condiciones de las instalaciones dentro de la categoría enfoque de ejecución del PDRI. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

Tabla 25. Comparativa media – peso PDRI.

NÚMERO	ELEMENTO PDRI AJUSTADO AL CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN	MEDIA OBTENIDA EN EL ESTUDIO	PESO EN EL INDICE PDRI
1	1a. ¿En qué grado el uso de TICS contribuye a determinar el objetivo y la viabilidad económica en el USO de sus proyectos de construcción?	4.2381	44
2	2b. ¿En que medida el uso de TICS en su empresa contribuyen a conocer la FUNDAMENTACIÓN O FILOSOFÍA detrás del proyecto de construcción?	3.4434	19
3	3c. ¿En que grado el empleo de TICS contribuye a definir y conocer todos los factores que intervienen en le COSTO FINAL del proyecto de construcción?	4.3113	27
4	4d. ¿Cuál de las siguientes opciones refleja la medida en la que las TICS contribuyen al conocimiento sobre las características mecánicas o geotécnicas del SUELO en sus proyectos de construcción?	3.2642	19
5	5e. ¿En que grado las TICS contribuyen a que se comprendan todos los ESPACIOS que contienen los proyectos de construcción?	4.3019	21
6	6f. En su empresa o despacho, ¿en que grado ayudan las TICS a conocer o a contar con la información detallada y completa del PROYECTO ARQUITECTÓNICO de sus obras?	4.4151	22
7	7g. En su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS favorecen o facilitan la definición de todos los EQUIPOS y REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍAS de sus proyectos de construcción?	4.1226	15
8	8h. En la ejecución de sus obras o trabajos de construcción ¿En que nivel el uso de TICS contribuyen a tomar en cuenta todos los MATERIALES Y MAQUINARIAS críticos?	3.8868	14
9	9j. En la ejecución de sus proyectos de construcción, ¿en que grado ayudan las TICS en el correcto uso y administración de DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS de entregables?	4.2830	7
10	10k. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a identificar, cuantificar y gestionar el RIESGO existente?	3.4952	18
11	11l. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a conocer o facilitar la metodología de ENTREGA de los proyectos?	3.9811	15

Tabla 25. Comparativa media obtenida en el estudio y peso de las 11 variables principales del índice PDRI. Se hace coincidir la dimensión o variable del índice con el uso de las TICS. Fuente: Elaboración propia en base a (C. S. Cho & Gibson, 2000).

Tabla 26. Resultado regresión lineal.

```
. regress MEDIA1 PESO1
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	11
Model	.125686085	1	.125686085	F(1, 9)	=	0.61
Residual	1.86496327	9	.207218141	Prob > F	=	0.4561
Total	1.99064935	10	.199064935	R-squared	=	0.0631
				Adj R-squared	=	-0.0410
				Root MSE	=	.45521

MEDIA1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
PESO1	.0118776	.015251	0.78	0.456	-.0226225 .0463776
_cons	3.808122	.3357416	11.34	0.000	3.048622 4.567623

Tabla 26. Resultados de regresión lineal en STATA medias obtenidas de los 11 indicadores versus peso específico del PDRI. Se observo que este modelo no tiene ajuste adecuado para generar conclusiones. Fuente: Elaboración propia prueba piloto (Simancas-Pallares et al., 2017)(C. S. Cho & Gibson, 2000).

Tabla 27. Tabla de valores para ANOVA.

Muestra	Indicador PDRI PRODUCTIVIDAD	Impacto TIC					
			14	2	4		
			15	2	4		
			16	2	3		
			17	2	5	34	6
			18	2	5	35	6
			19	2	3	1	7
			20	2	4	2	7
			21	2	3	3	7
			22	2	3	4	7
			23	2	4	5	7
			24	2	5	6	7
			25	2	4	7	7
1	1	4	26	2	3	8	7
2	1	5	27	2	1	9	7
3	1	5	28	2	4	10	7
4	1	4	29	2	5	11	7
5	1	5	30	2	4	12	7
6	1	5	31	2	5	13	7
7	1	5	32	2	3	14	7
8	1	5	33	2	4	15	7
9	1	5	34	2	3	16	7
10	1	5	35	2	4	17	7
11	1	4	1	3	5	18	7
12	1	5	2	3	5	19	7
13	1	5	3	3	5	20	7
14	1	4	4	3	5	21	7
15	1	5	5	3	5	22	7
16	1	2	6	3	5	23	7
17	1	5	7	3	5	24	7
18	1	5	8	3	5	25	7
19	1	4	9	3	5		
20	1	4	10	3	5		
21	1	4					

Tabla 27. Secciones de la tabla de valores obtenidos en los indicadores ajustados al PDRI para su empleo en ANOVA de un factor. Se alinean en la primera columna el número de instrumento, en la segunda columna el indicador PDRI y la última columna denota el valor en escala de Likert. La misma metodología se usó en la prueba final. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

Tabla 28. ANOVA de un factor.

```
. oneway ImpactoTIC IndPDRIProductividad, sidak tabulate
```

Ind.PDRI-Productividad	Summary of Impacto TIC		
	Mean	Std. Dev.	Freq.
COSTO FINAL	4.3113208	.99869637	106
DOCUMENTACIÓN	4.2830189	1.0757475	106
ENTREGA	3.9811321	1.086551	106
EQUIPOS	4.1226415	1.0300516	106
ESPACIOS	4.3018868	1.0343603	106
FILOSOFIA	3.4433962	1.5311383	106
MATyMAQ	3.8867925	1.0982302	106
PROYECTO	4.4150943	1.022303	106
RIESGO	3.4622642	1.4287826	106
SUELO	3.2641509	1.4755266	106
USO	4.1981132	1.1499053	106
Total	3.9699828	1.2471252	1,166

Source	Analysis of Variance				
	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	173.675815	10	17.3675815	12.24	0.0000
Within groups	1638.27358	1155	1.41841869		
Total	1811.9494	1165	1.55532137		

Bartlett's test for equal variances: chi2(10) = 57.9873 Prob>chi2 = 0.000

Tabla 28. Resultados de ANOVA de un factor cuya variable dependiente es el impacto de la TIC resultado del estudio y la variable independiente es el indicador PDRI en STATA. Los resultados son concluyentes para la prueba de hipótesis. Fuente: Elaboración propia en base a (Barcelona, 2015).

Tabla 29. SIDAK 1.

Row Mean- Col Mean	COSTO ..	DOCUME..	ENTREGA	EQUIPOS	ESPACIOS	FILOSO..
DOCUME..	-.028302 1.000					
ENTREGA	-.330189 0.915	-.301887 0.976				
EQUIPOS	-.188679 1.000	-.160377 1.000	.141509 1.000			
ESPACIOS	-.009434 1.000	.018868 1.000	.320755 0.941	.179245 1.000		
FILOSO..	-.867925 0.000	-.839623 0.000	-.537736 0.056	-.679245 0.002	-.858491 0.000	
MATyMAQ	-.424528 0.411	-.396226 0.579	-.09434 1.000	-.235849 1.000	-.415094 0.465	.443396 0.314
PROYECTO	.103774 1.000	.132075 1.000	.433962 0.360	.292453 0.986	.113208 1.000	.971698 0.000
RIESGO	-.849057 0.000	-.820755 0.000	-.518868 0.082	-.660377 0.003	-.839623 0.000	.018868 1.000
SUELO	-1.04717 0.000	-1.01887 0.000	-.716981 0.001	-.858491 0.000	-1.03774 0.000	-.179245 1.000

Tabla 29. Comparativa de SIDAK en base a STATA sección 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. SIDAK 2.

USO	-.113208 1.000	-.084906 1.000	.216981 1.000	.075472 1.000	-.103774 1.000	.754717 0.000
Row Mean- Col Mean	MATyMAQ	PROYECTO	RIESGO	SUELO		
PROYECTO	.528302 0.068					
RIESGO	-.424528 0.411	-.95283 0.000				
SUELO	-.622642 0.008	-1.15094 0.000	-.198113 1.000			
USO	.311321 0.961	-.216981 1.000	.735849 0.000	.933962 0.000		

. oneway ImpactoTIC IndPDRIProductividad, sidak

Source	Analysis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	173.675815	10	17.3675815	12.24	0.0000
Within groups	1638.27358	1155	1.41841869		
Total	1811.9494	1165	1.55532137		

Tabla 30. Comparativa de SIDAK en base a STATA sección 2. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. SIDAK 3.

Bartlett's test for equal variances: $\chi^2(10) = 57.9873$ Prob> $\chi^2 = 0.000$

Comparison of Impacto TIC by Ind.PDRI-Productividad
(Sidak)

Row Mean- Col Mean	COSTO ..	DOCUME..	ENTREGA	EQUIPOS	ESPACIOS	FILOSO..
DOCUME..	-.028302 1.000					
ENTREGA	-.330189 0.915	-.301887 0.976				
EQUIPOS	-.188679 1.000	-.160377 1.000	.141509 1.000			
ESPACIOS	-.009434 1.000	.018868 1.000	.320755 0.941	.179245 1.000		
FILOSO..	-.867925 0.000	-.839623 0.000	-.537736 0.056	-.679245 0.002	-.858491 0.000	
MATyMAQ	-.424528 0.411	-.396226 0.579	-.09434 1.000	-.235849 1.000	-.415094 0.465	.443396 0.314
PROYECTO	.103774 1.000	.132075 1.000	.433962 0.360	.292453 0.986	.113208 1.000	.971698 0.000

Tabla 31. Comparativa de SIDAK en base a STATA sección 3. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. SIDAK 4.

Bartlett's test for equal variances: $\chi^2(10) = 57.9873$ Prob> $\chi^2 = 0.000$

Comparison of Impacto TIC by Ind.PDRI-Productividad
(Sidak)

Row Mean- Col Mean	COSTO ..	DOCUME..	ENTREGA	EQUIPOS	ESPACIOS	FILOSO..
DOCUME..	-.028302 1.000					
ENTREGA	-.330189 0.915	-.301887 0.976				
EQUIPOS	-.188679 1.000	-.160377 1.000	.141509 1.000			
ESPACIOS	-.009434 1.000	.018868 1.000	.320755 0.941	.179245 1.000		
FILOSO..	-.867925 0.000	-.839623 0.000	-.537736 0.056	-.679245 0.002	-.858491 0.000	
MATyMAQ	-.424528 0.411	-.396226 0.579	-.09434 1.000	-.235849 1.000	-.415094 0.465	.443396 0.314
PROYECTO	.103774 1.000	.132075 1.000	.433962 0.360	.292453 0.986	.113208 1.000	.971698 0.000

Tabla 32. Comparativa de SIDAK en base a STATA sección 4. Fuente: Elaboración propia.

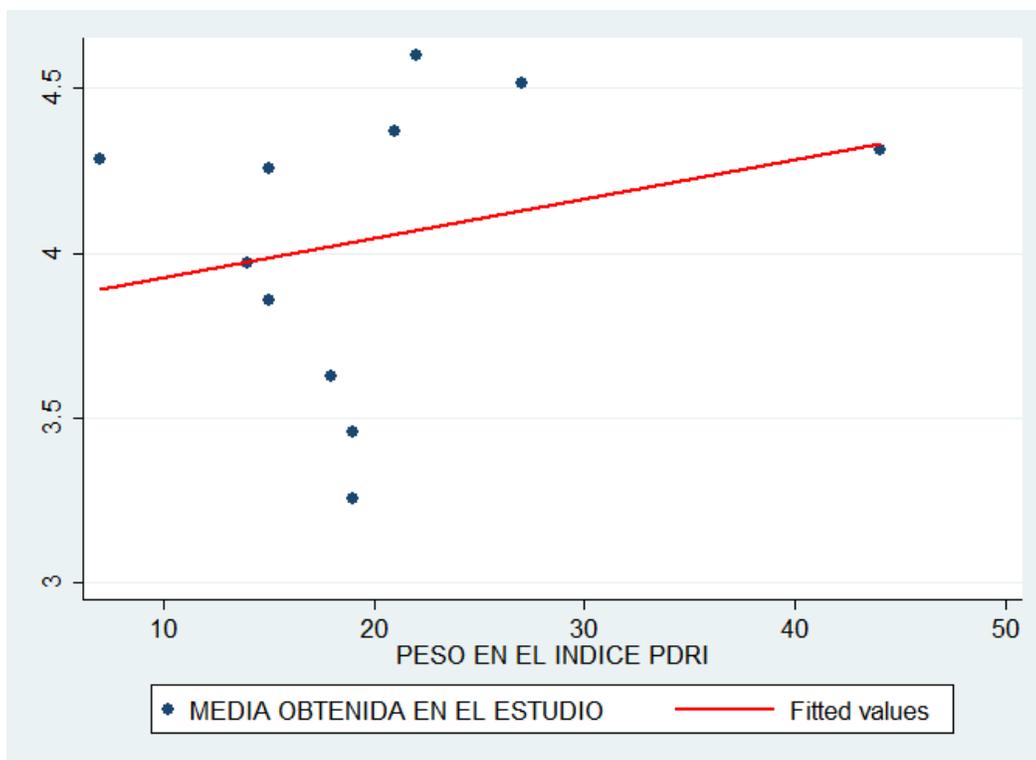
Tabla 33. SIDAK 5.

RIESGO	-.849057 0.000	-.820755 0.000	-.518868 0.082	-.660377 0.003	-.839623 0.000	.018868 1.000
SUELO	-1.04717 0.000	-1.01887 0.000	-.716981 0.001	-.858491 0.000	-1.03774 0.000	-.179245 1.000
USO	-.113208 1.000	-.084906 1.000	.216981 1.000	.075472 1.000	-.103774 1.000	.754717 0.000
Row Mean- Col Mean						
	MATyMAQ	PROYECTO	RIESGO	SUELO		
PROYECTO	.528302 0.068					
RIESGO	-.424528 0.411	-.95283 0.000				
SUELO	-.622642 0.008	-1.15094 0.000	-.198113 1.000			
USO	.311321 0.961	-.216981 1.000	.735849 0.000	.933962 0.000		

Tabla 33. Comparativa de SIDAK en base a STATA sección 5. Fuente: Elaboración propia.

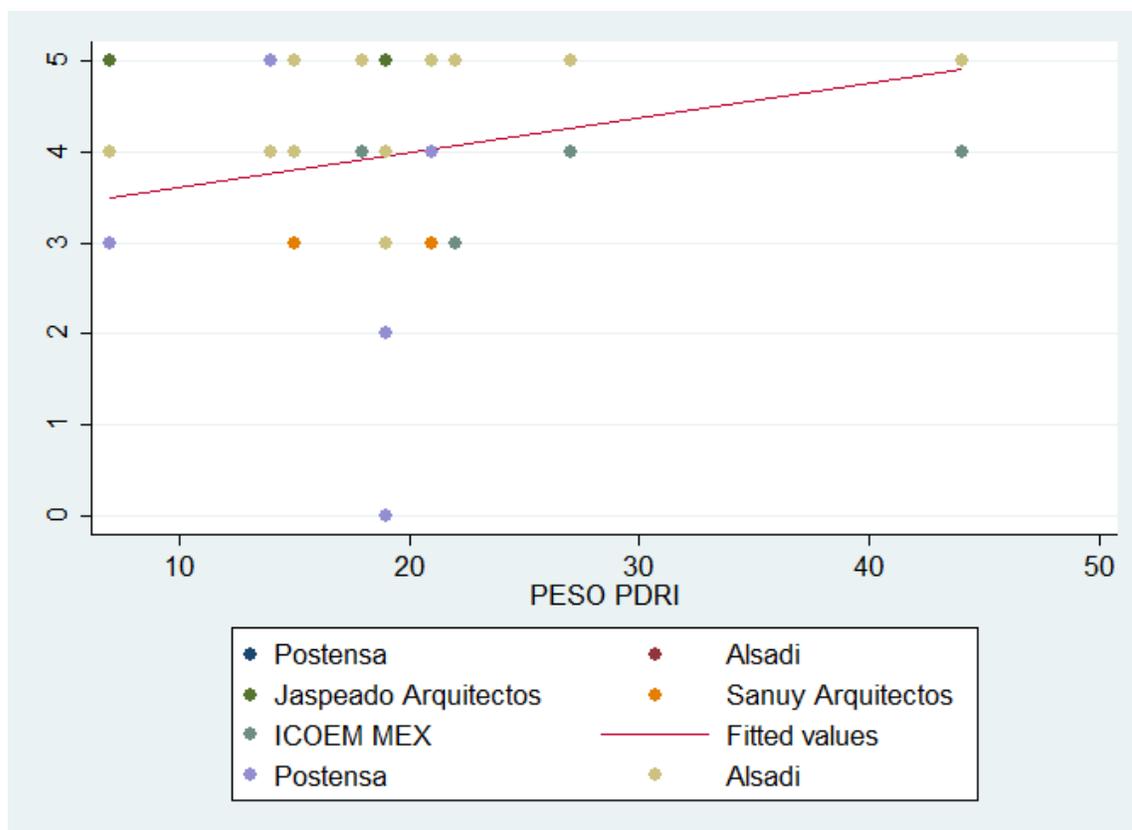
Gráficas

Gráfica 1. Dispersión regresión lineal 11 indicadores.



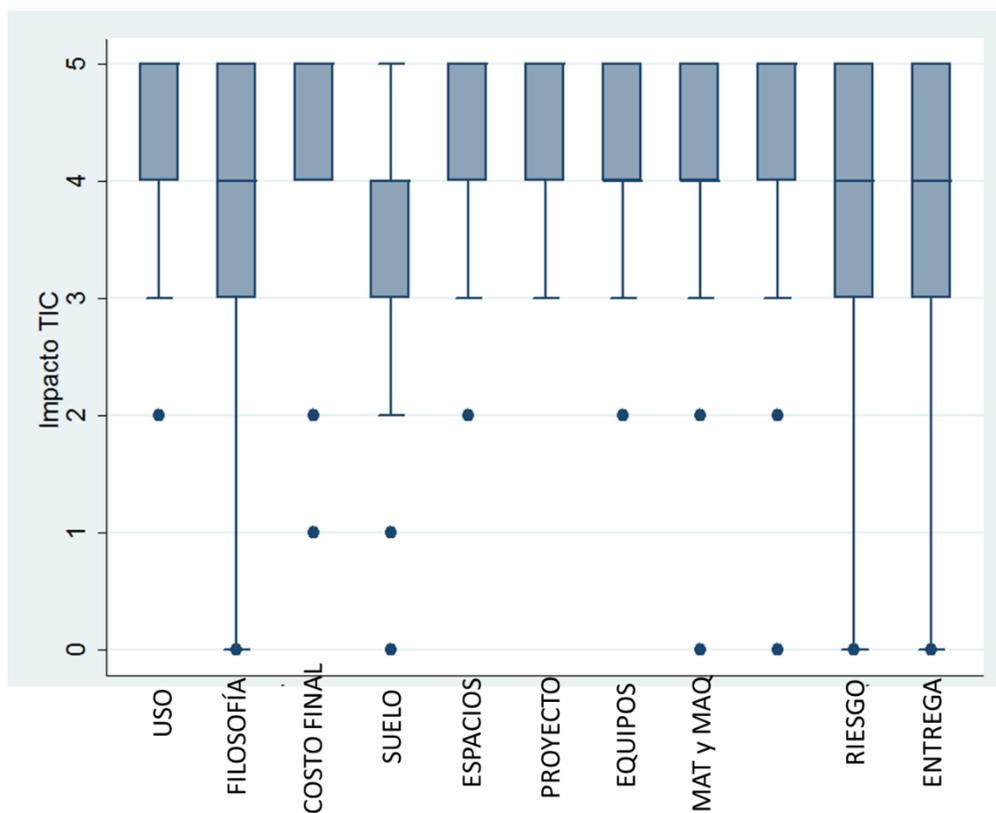
Gráfica 1. Dispersión con modelo ajustado de regresión lineal, medias obtenidas de los 11 indicadores versus peso específico del PDRI. Fuente: elaboración propia en STATA prueba piloto en base a (Simancas-Pallares et al., 2017)(C. S. Cho & Gibson, 2000).

Gráfica 2. Dispersión regresión lineal 7 muestras.



Gráfica 2. Dispersión con modelo ajustado de regresión lineal, valores de 7 muestras obtenidas con los 11 indicadores versus peso específico del PDRI. Fuente: elaboración propia en STATA prueba piloto en base a (Simancas-Pallares et al., 2017)(C. S. Cho & Gibson, 2000).

Gráfica 3. Gráfico de caja ANOVA.



Gráfica 3. Gráfico de caja para ANOVA de un factor en STATA. Se infiere la diferencia en las medias medidas en las dimensiones del PDRI en el eje de las ordenadas y el impacto que tiene las TICS en las abscisas. Fuente: Elaboración propia prueba piloto.

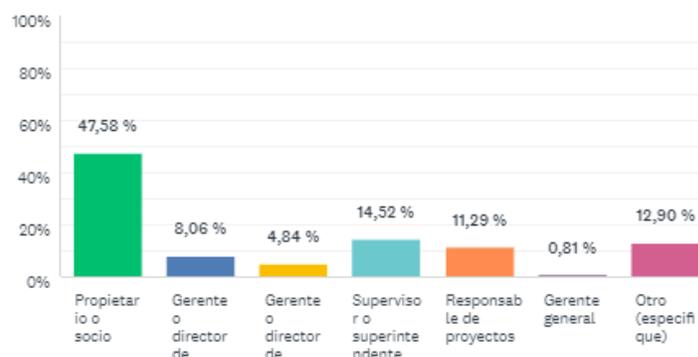
Anexo 2.

Gráficas y Tablas de Estadística Descriptiva.

Gráfica y tabla 2.1. Resultados puesto que desempeña.

Puesto que desempeña:

Respondidas: 124 Omitidas: 0



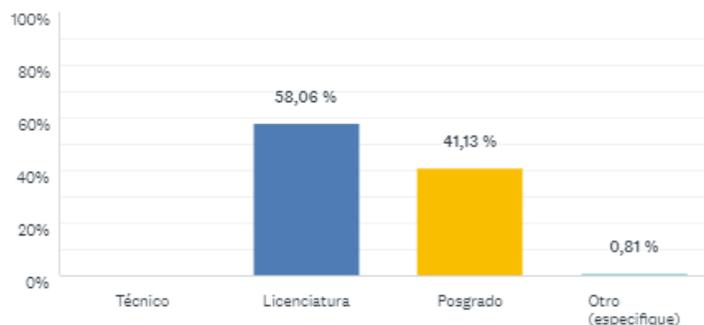
OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS	
Propietario o socio (1)	47,58 %	69
Gerente o director de proyectos (2)	8,06 %	10
Gerente o director de construcción (3)	4,84 %	6
Supervisor o superintendente de obra (4)	14,52 %	18
Responsable de proyectos (5)	11,29 %	14
Gerente general (6)	0,81 %	1
Otro (especifique) (7)	Respuestas 12,90 %	16
TOTAL		124
ESTADÍSTICAS BÁSICAS		
Mínimo 1,00	Máximo 7,00	Mediana 2,00
		Media 2,88
		Desviación estándar 2,17

Gráfica y tabla 2.1. Se identifican siete opciones de respuesta sobre el puesto que se desempeña en la PYME. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Suvey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.2. Resultados grado de estudios.

Grado de estudios

Respondidas: 124 Omitidas: 0



OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
▼ Técnico (1)	0,00 % 0
▼ Licenciatura (2)	58,06 % 72
▼ Posgrado (3)	41,13 % 51
▼ Otro (especifique) (4)	Respuestas 0,81 % 1
TOTAL	124

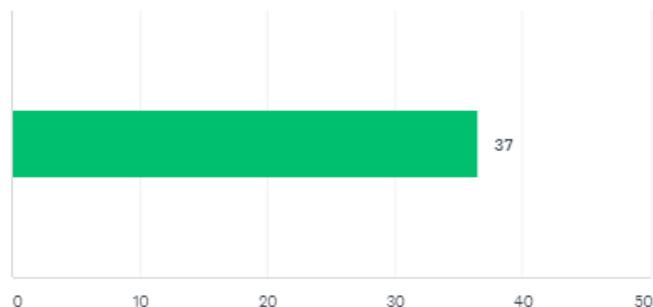
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
2,00	4,00	2,00	2,43	0,51

Gráfica y tabla 2.2. Se identifican cuatro opciones de respuesta sobre el grado de estudios del encuestado. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.3. Resultados edad.

¿Cuál es su edad?

Respondidas: 124 Omitidas: 0



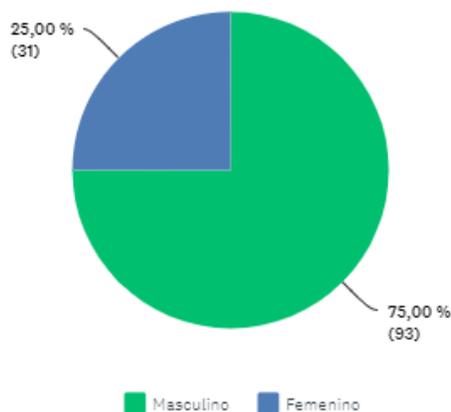
OPCIONES DE RESPUESTA	CANTIDAD PROMEDIO	CANTIDAD TOTAL	RESPUESTAS	
Respuestas	37	4.631	124	
Total de encuestados: 124				
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
3,00	72,00	36,50	36,54	11,24

Gráfica y tabla 2.3. Se implementó la medición de edad por medio de una barra manipulable por el encuestado y los resultados son presentados en una sola barra que denota el promedio. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.4. Resultados género.

Genero

Respondidas: 124 Omitidas: 0



OPCIONES DE RESPUESTA	RESPUESTAS
▼ Masculino (1)	75,00 % 93
▼ Femenino (2)	25,00 % 31
TOTAL	124

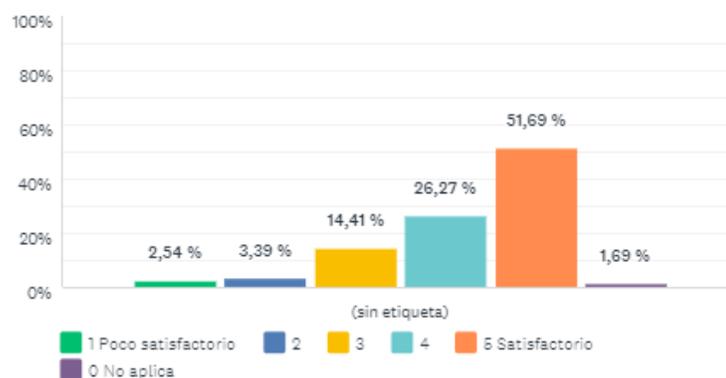
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	2,00	1,00	1,25	0,43

Gráfica y tabla 2.4. Se presenta la información por medio de una gráfica de pastel que muestra en colores y porcentajes la concentración de los datos. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.5. Contribución TICS - uso.

1a. ¿En qué grado el uso de TICS contribuye a determinar el objetivo y la viabilidad económica en el USO de sus proyectos de construcción?

Respondidas: 118 Omitidas: 6

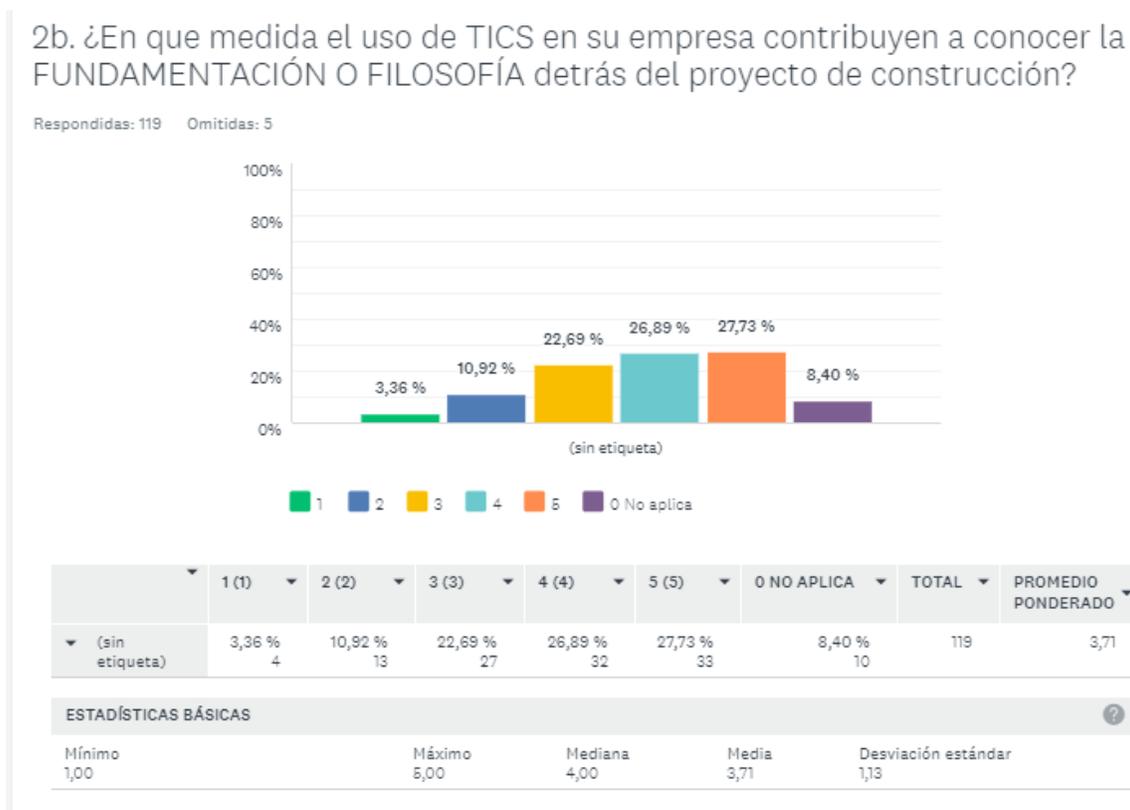


	1 POCO SATISFACTORIO	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 SATISFACTORIO	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	2,54 % 3	3,39 % 4	14,41 % 17	26,27 % 31	51,69 % 61	1,69 % 2	118	4,23

ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	5,00	5,00	4,23	0,99

Gráfica y tabla 2.5. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.6. Contribución TICS - fundamentación.

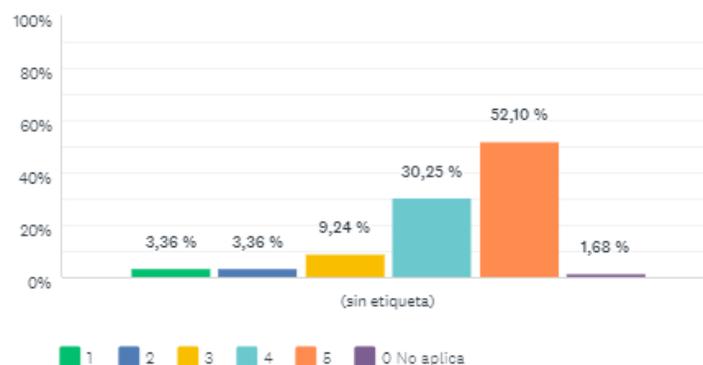


Gráfica y tabla 2.6. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.7. Contribución TICS – costo final.

3c. ¿En que grado el empleo de TICS contribuye a definir y conocer todos los factores que intervienen en le COSTO FINAL del proyecto de construcción?

Respondidas: 119 Omitidas: 5



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	3,36 % 4	3,36 % 4	9,24 % 11	30,25 % 36	52,10 % 62	1,68 % 2	119	4,26

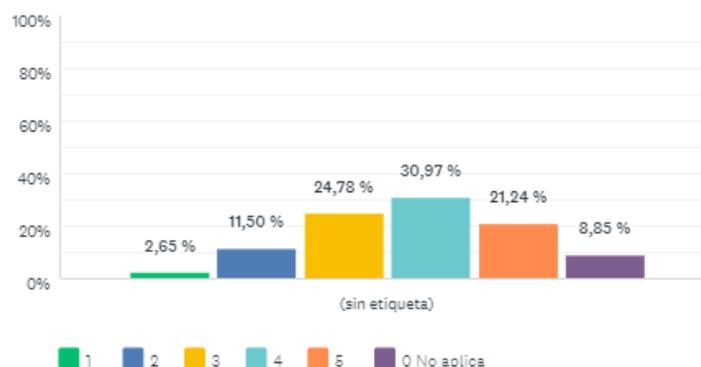
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	5,00	5,00	4,26	1,00

Gráfica y tabla 2.7. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.8. Contribución TICS – suelo.

4d. ¿Cuál de las siguientes opciones refleja la medida en la que las TICS contribuyen al conocimiento sobre las características mecánicas o geotécnicas del SUELO en sus proyectos de construcción?

Respondidas: 113 Omitidas: 11



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	2,65 % 3	11,50 % 13	24,78 % 28	30,97 % 35	21,24 % 24	8,85 % 10	113	3,62

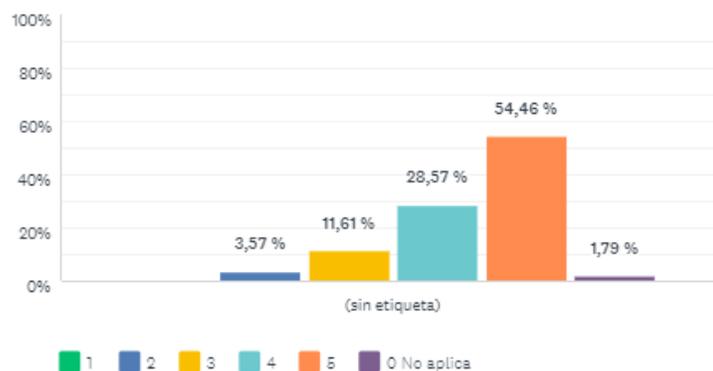
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	5,00	4,00	3,62	1,06

Gráfica y tabla 2.8. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.9. Contribución TICS – espacios (programa).

5e. ¿En que grado las TICS contribuyen a que se comprendan todos los ESPACIOS que contienen los proyectos de construcción?

Respondidas: 112 Omitidas: 12



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0,00 % 0	3,57 % 4	11,61 % 13	28,57 % 32	54,46 % 61	1,79 % 2	112	4,36

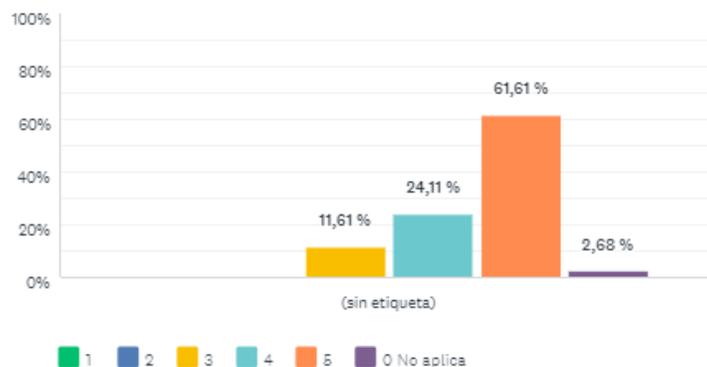
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
2,00	5,00	5,00	4,36	0,83

Gráfica y tabla 2.9. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.10. Contribución TICS – proyecto arquitectónico.

6f. En su empresa o despacho, ¿en que grado ayudan las TICS a conocer o a contar con la información detallada y completa del PROYECTO ARQUITECTÓNICO de sus obras?

Respondidas: 112 Omitidas: 12



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0,00 % 0	0,00 % 0	11,61 % 13	24,11 % 27	61,61 % 69	2,68 % 3	112	4,61

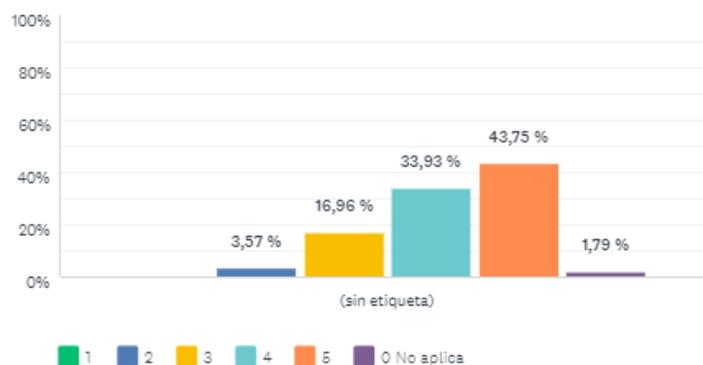
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
3,00	5,00	5,00	4,61	0,70

Gráfica y tabla 2.10. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.11. Contribución TICS – equipos.

7g. En su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS favorecen o facilitan la definición de todos los EQUIPOS y REQUERIMIENTOS DE INGENIERÍAS de sus proyectos de construcción?

Respondidas: 112 Omitidas: 12



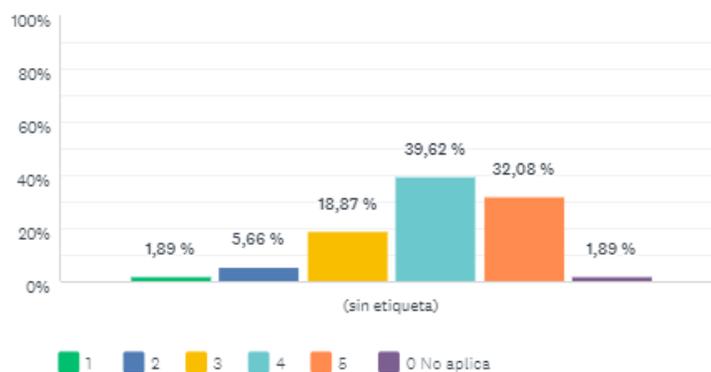
	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0,00 % 0	3,57 % 4	16,96 % 19	33,93 % 38	43,75 % 49	1,79 % 2	112	4,20
ESTADÍSTICAS BÁSICAS								
Mínimo	Máximo		Mediana	Media	Desviación estándar			
2,00	5,00		4,00	4,20	0,85			

Gráfica y tabla 2.11. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.12. Contribución TICS – materiales y maquinaria.

8h. En la ejecución de sus obras o trabajos de construcción ¿En que nivel el uso de TICS contribuyen a tomar en cuenta todos los MATERIALES Y MAQUINARIAS críticos?

Respondidas: 106 Omitidas: 18



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	1,89 % 2	5,66 % 6	18,87 % 20	39,62 % 42	32,08 % 34	1,89 % 2	106	3,96

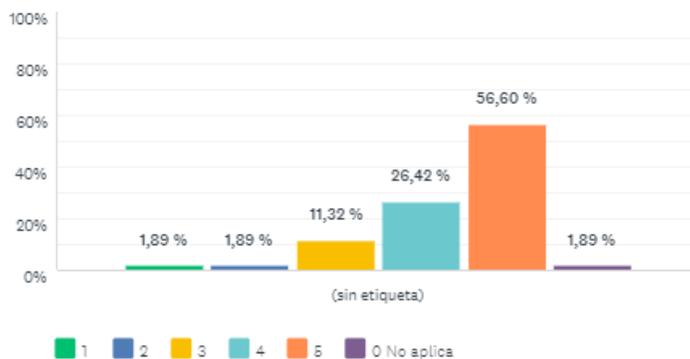
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	5,00	4,00	3,96	0,96

Gráfica y tabla 2.12. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.13. Contribución TICS – documentación y formatos.

9j. En la ejecución de sus proyectos de construcción, ¿en que grado ayudan las TICS en el correcto uso y administración de DOCUMENTACIÓN Y FORMATOS de entregables?

Respondidas: 106 Omitidas: 18



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	1,89 % 2	1,89 % 2	11,32 % 12	26,42 % 28	56,60 % 60	1,89 % 2	106	4,37

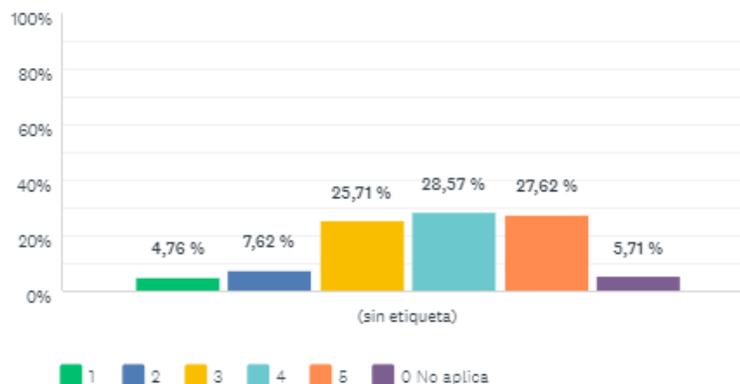
ESTADÍSTICAS BÁSICAS				
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	5,00	5,00	4,37	0,90

Gráfica y tabla 2.13. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.14. Contribución TICS – documentación y formatos.

10k. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a identificar, cuantificar y gestionar el RIESGO existente?

Respondidas: 105 Omitidas: 19



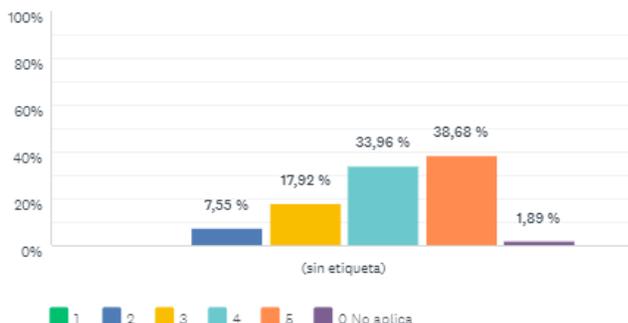
	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	4,76 % 6	7,62 % 8	25,71 % 27	28,57 % 30	27,62 % 29	5,71 % 6	105	3,71
ESTADÍSTICAS BÁSICAS								
Mínimo	Máximo		Mediana	Media	Desviación estándar			
1,00	5,00		4,00	3,71	1,12			

Gráfica y tabla 2.14. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.15. Contribución TICS – entrega.

11l. En una obra en ejecución de su empresa o despacho, ¿en que grado las TICS contribuyen a conocer o facilitar la metodología de ENTREGA de los proyectos?

Respondidas: 106 Omitidas: 18



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
(sin etiqueta)	0,00 % 0	7,55 % 8	17,92 % 19	33,96 % 36	38,68 % 41	1,89 % 2	106	4,06

ESTADÍSTICAS BÁSICAS

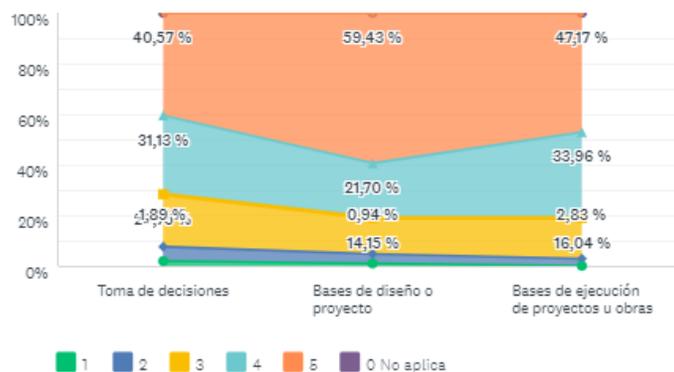
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
2,00	5,00	4,00	4,06	0,94

Gráfica y tabla 2.15. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las columnas en colores denotan la concentración de los resultados. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.16. TICS – desempeño – categorías PDRI.

12. Indique el grado en que las TICS favorecen el desempeño en los siguientes tres aspectos de su empresa: a. Toma de decisiones b. Bases de diseño o proyecto c. Bases de ejecución de proyectos u obras

Respondidas: 106 Omitidas: 18



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
Toma de decisiones	1,89 % 2	5,66 % 6	20,75 % 22	31,13 % 33	40,57 % 43	0,00 % 0	106	4,03
Bases de diseño o proyecto	0,94 % 1	3,77 % 4	14,15 % 15	21,70 % 23	59,43 % 63	0,00 % 0	106	4,35
Bases de ejecución de proyectos u obras	0,00 % 0	2,83 % 3	16,04 % 17	33,96 % 36	47,17 % 50	0,00 % 0	106	4,25

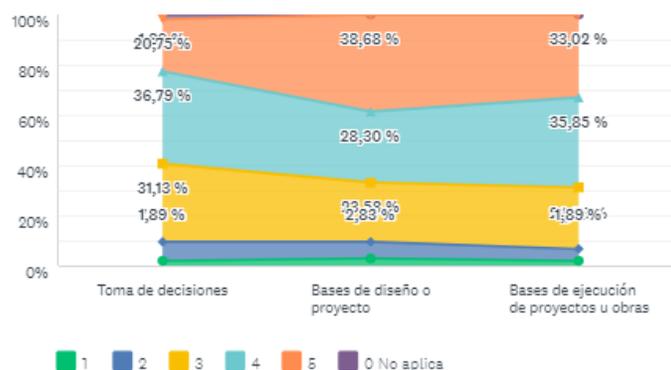
ESTADÍSTICAS BÁSICAS					
	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Toma de decisiones		1,00	5,00	4,00	4,03
Bases de diseño o proyecto		1,00	5,00	5,00	4,35
Bases de ejecución de proyectos u obras		2,00	5,00	4,00	4,25

Gráfica y tabla 2.16. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las barras apiladas denotan el comportamiento de los datos acumulados relacionados con las tres categorías del PDRI. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.17. TICS – esfuerzo de uso – categorías PDRI.

13. Indique el grado en que las TICS significan un esfuerzo en su uso en los siguientes tres aspectos de su empresa: a. Toma de decisiones b. Bases de diseño o proyecto c. Bases de ejecución de proyectos u obras.

Respondidas: 106 Omitidas: 18



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
Toma de decisiones	1,89 % 2	7,55 % 8	31,13 % 33	36,79 % 39	20,75 % 22	1,89 % 2	106	3,68
Bases de diseño o proyecto	2,83 % 3	6,60 % 7	23,58 % 25	28,30 % 30	38,68 % 41	0,00 % 0	106	3,93
Bases de ejecución de proyectos u obras	1,89 % 2	4,72 % 5	24,53 % 26	35,85 % 38	33,02 % 35	0,00 % 0	106	3,93

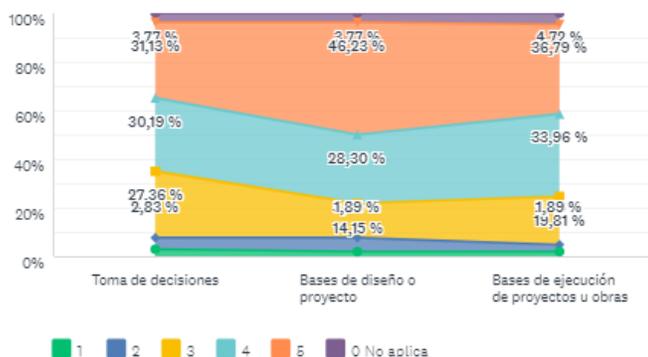
ESTADÍSTICAS BÁSICAS					
	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
Toma de decisiones	1,00	5,00	4,00	3,68	0,96
Bases de diseño o proyecto	1,00	5,00	4,00	3,93	1,07
Bases de ejecución de proyectos u obras	1,00	5,00	4,00	3,93	0,96

Gráfica y tabla 2.17. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las barras apiladas denotan el comportamiento de los datos acumulados relacionados con las tres categorías del PDRI. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.18. TICS – influencia social – categorías PDRI.

14. Indique el grado en que las TICS son empleadas por la influencia de los equipos o compañeros de trabajo en los siguientes tres aspectos de su empresa: a. Toma de decisiones b. Bases de diseño o proyecto c. Bases de ejecución de proyectos u obras.

Respondidas: 106 Omitidas: 18



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
Toma de decisiones	2,83 % 3	4,72 % 5	27,36 % 29	30,19 % 32	31,13 % 33	3,77 % 4	106	3,85
Bases de diseño o proyecto	1,89 % 2	5,66 % 6	14,15 % 15	28,30 % 30	46,23 % 49	3,77 % 4	106	4,16
Bases de ejecución de proyectos u obras	1,89 % 2	2,83 % 3	19,81 % 21	33,96 % 36	36,79 % 39	4,72 % 5	106	4,06

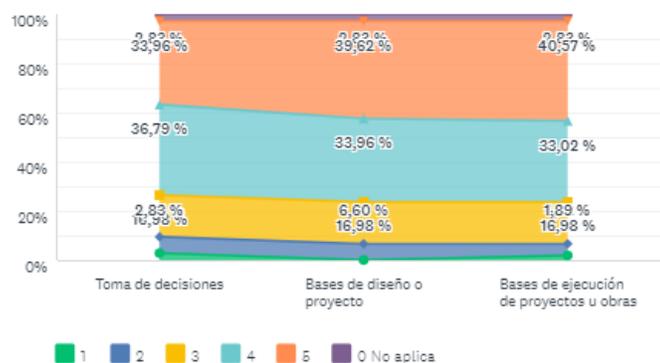
ESTADÍSTICAS BÁSICAS						
	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
Toma de decisiones		1,00	5,00	4,00	3,85	1,02
Bases de diseño o proyecto		1,00	5,00	4,00	4,16	1,01
Bases de ejecución de proyectos u obras		1,00	5,00	4,00	4,06	0,94

Gráfica y tabla 2.18. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las barras apiladas denotan el comportamiento de los datos acumulados relacionados con las tres categorías del PDRI. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.19. TICS – instalaciones – categorías PDRI.

15. Indique en que grado las facilidades de espacio y disponibilidad ayudan al empleo de TICS en los siguientes tres aspectos de su empresa: a. Toma de decisiones b. Bases de diseño o proyecto c. Bases de ejecución de proyectos u obras.

Respondidas: 106 Omitidas: 18



	1 (1)	2 (2)	3 (3)	4 (4)	5 (5)	0 NO APLICA	TOTAL	PROMEDIO PONDERADO
Toma de decisiones	2,83 % 3	6,60 % 7	16,98 % 18	36,79 % 39	33,96 % 36	2,83 % 3	106	3,96
Bases de diseño o proyecto	0,00 % 0	6,60 % 7	16,98 % 18	33,96 % 36	39,62 % 42	2,83 % 3	106	4,10
Bases de ejecución de proyectos u obras	1,89 % 2	4,72 % 5	16,98 % 18	33,02 % 35	40,57 % 43	2,83 % 3	106	4,09

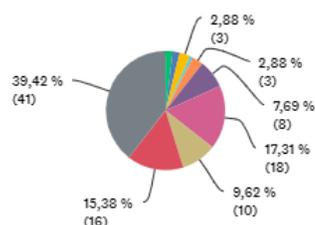
ESTADÍSTICAS BÁSICAS						
	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
Toma de decisiones		1,00	5,00	4,00	3,96	1,03
Bases de diseño o proyecto		2,00	5,00	4,00	4,10	0,92
Bases de ejecución de proyectos u obras		1,00	5,00	4,00	4,09	0,98

Gráfica y tabla 2.19. Se identifican la escala de Likert siendo una escala que va de 1) poco satisfactorio a 5) satisfactorio. Se incluye opción de no aplica con valor cero. Las barras apiladas denotan el comportamiento de los datos acumulados relacionados con las tres categorías del PDRI. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.20. Uso de TICS para toma de decisiones.

16. Especifique cual o cuales TICS emplea para la TOMA de DECISIONES de sus proyectos de construcción.

Respondidas: 104 Omitidas: 20



■ NEODATA ■ OPUS ■ REVIT ■ OFFICE ■ PROJECT ■ AUTOCAD
■ OFFICE + NEODATA + AUTOCAD ■ NEODATA + AUTOCAD + REVIT
■ OFFICE + AUTOCAD ■ OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD

	NEODATA (1)	OPUS (2)	REVIT (3)	OFFICE (4)	PROJECT (5)	AUTOCAD (6)	OFFICE + NEODATA + AUTOCAD (7)	NEODATA + AUTOCAD + REVIT (8)	OFFICE + AUTOCAD (9)	OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD (10)	TOTAL
(sin etiqueta)	1,92 % 2	1,92 % 2	2,88 % 3	0,96 % 1	2,88 % 3	7,69 % 8	17,31 % 18	9,62 % 10	15,38 % 16	39,42 % 41	104

[Comentarios \(16\)](#)

ESTADÍSTICAS BÁSICAS

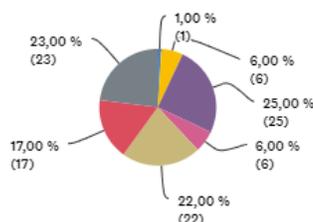
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	10,00	9,00	8,10	2,23

Gráfica y tabla 2.20. Se identifican en la gráfica de pastel la TIC o la combinación de estas en las que se apoyan los encuestados para la toma de decisiones. Se presenta en colores y porcentajes. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.21. Uso de TICS para la definición del proyecto.

17. Especifique cual o cuales TICS emplea para la definición de DISEÑO o de PROYECTO.

Respondidas: 100 Omitidas: 24



■ NEODATA ■ OPUS ■ REVIT ■ OFFICE ■ PROJECT ■ AUTOCAD
■ OFFICE + NEODATA + AUTOCAD ■ NEODATA + AUTOCAD + REVIT
■ OFFICE + AUTOCAD ■ OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD

	NEODATA (1)	OPUS (2)	REVIT (3)	OFFICE (4)	PROJECT (5)	AUTOCAD (6)	OFFICE + NEODATA + AUTOCAD (7)	NEODATA + AUTOCAD + REVIT (8)	OFFICE + AUTOCAD (9)	OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD (10)	TOTAL
(sin etiqueta)	0,00 % 0	1,00 % 1	6,00 % 6	0,00 % 0	0,00 % 0	25,00 % 25	6,00 % 6	22,00 % 22	17,00 % 17	23,00 % 23	100

[Comentarios \(15\)](#)

ESTADÍSTICAS BÁSICAS

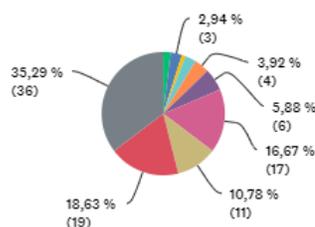
Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
2,00	10,00	8,00	7,71	1,98

Gráfica y tabla 2.21. Se identifican en la gráfica de pastel la TIC o la combinación de estas en las que se apoyan los encuestados para la definición del proyecto. Se presenta en colores y porcentajes. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Gráfica y tabla 2.22. Uso de TICS para la ejecución del proyecto.

18. Especifique cual o cuales TICS emplea en la EJECUCIÓN de sus proyectos de construcción.

Respondidas: 102 Omitidas: 22



	NEODATA (1)	OPUS (2)	REVIT (3)	OFFICE (4)	PROJECT (5)	AUTOCAD (6)	OFFICE + NEODATA + AUTOCAD (7)	NEODATA + AUTOCAD + REVIT (8)	OFFICE + AUTOCAD (9)	OFFICE + PROJECT + NEODATA/OPUS + AUTOCAD (10)	TOTAL
(sin etiqueta)	1,96 % 2	2,94 % 3	0,98 % 1	2,94 % 3	3,92 % 4	5,88 % 6	16,67 % 17	10,78 % 11	18,63 % 19	35,29 % 36	102

[Comentarios \(11\)](#)

ESTADÍSTICAS BÁSICAS

Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar
1,00	10,00	9,00	8,01	2,26

Gráfica y tabla 2.22. Se identifican en la gráfica de pastel la TIC o la combinación de estas en las que se apoyan los encuestados para la ejecución del proyecto. Se presenta en colores y porcentajes. Las herramientas de la TIC Survey Monkey permiten la configuración de tabla, gráfico y estadística básica. Fuente: Elaboración propia.

Imágenes.

Imagen 1. Instrumento de evaluación 1.

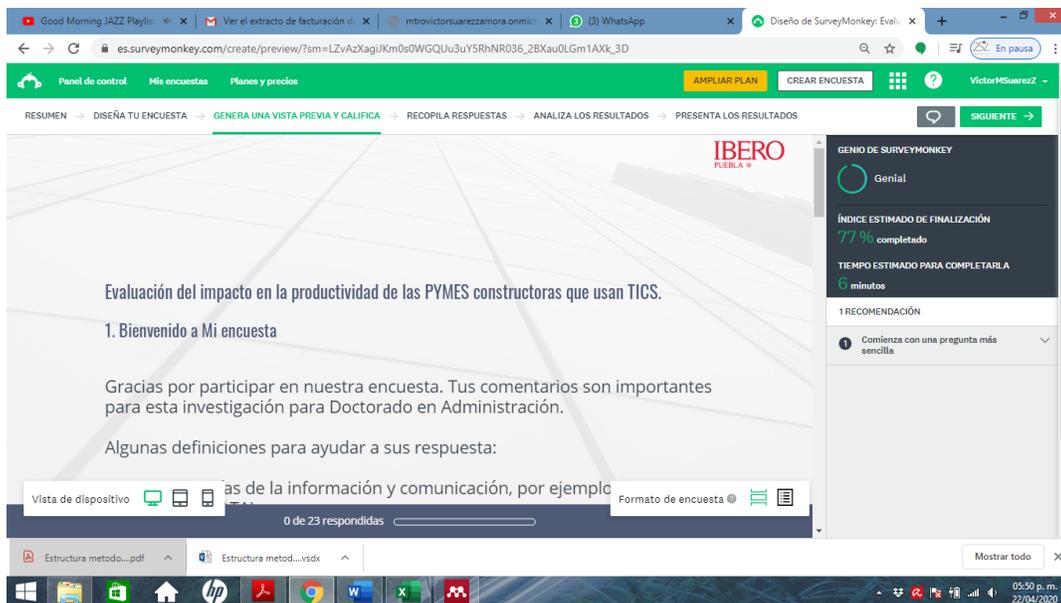


Imagen 1. Cuestionario de evaluación en Survey Monkey. Fuente: Elaboración propia.

Imagen 2. Instrumento de evaluación 2.

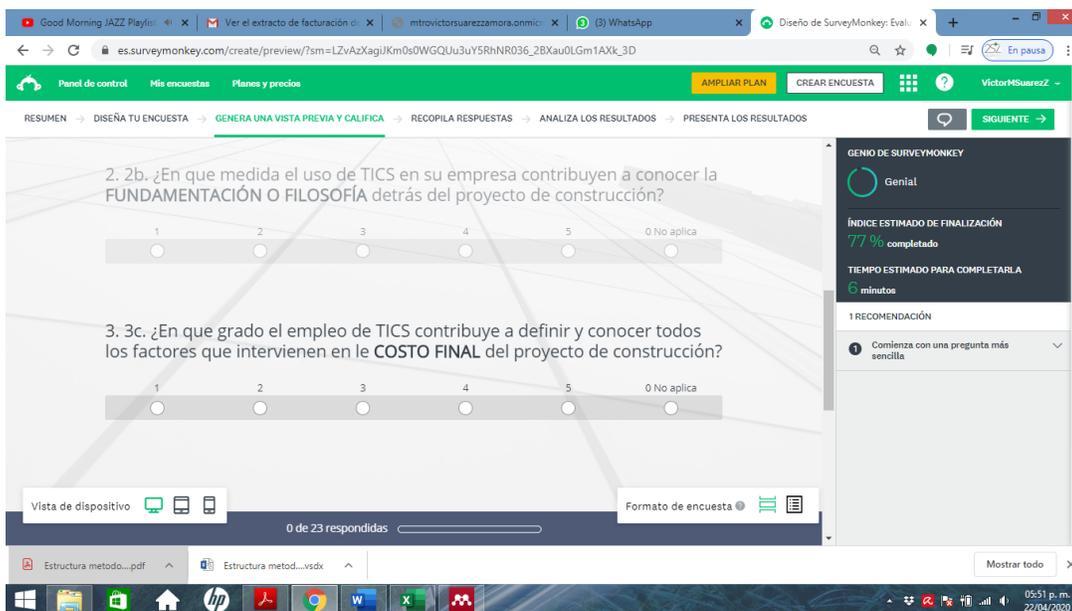


Imagen 2. Cuestionario de evaluación en Survey Monkey. Fuente: Elaboración propia.

Bibliografía

- Aga, G., Francis, D. C., & Rodriguez-Meza, J. (2015). SMEs, Age, and Jobs: A Review of the Literature , Metrics , and Evidence. *Policy Research Working Paper 7493*, November, 41.
- Ahmed, A. L., & Kassem, M. (2018). A unified BIM adoption taxonomy: Conceptual development, empirical validation and application. *Automation in Construction*.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.08.017>
- Alshare, K. A., El-Masri, M., & Lane, P. L. (2015). The determinants of student effort at learning ERP: A cultural perspective. *Journal of Information Systems Education*, 26(2), 117–133.
- Avila, D. (2014). La implementación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el entorno de la nueva gestión pública mexicana. *Andamios*, 11(24), 263–288.
- Barcelona, U. de. (2015). Análisis De La Varianza Con Un Factor (Anova). In *Anova*.
- Bingham, E., & Gibson, G. E. (2017). Infrastructure Project Scope Definition Using Project Definition Rating Index. *Journal of Management in Engineering*, 33(2).
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000483](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000483)
- Burz, G. (2014). *STUDIUL DE CAZ PRIVIND IMPLEMENTAREA METODEI DE INOVARE TRIZ ÎN IMM-URI CASE STUDY ON THE IMPLEMENTATION OF THE TRIZ INNOVATION METHOD IN SMES*. 3, 600–617.
- Cabrera, A. G., Carolina, D., & Bocanegra, M. (2016). Enero-Junio. *Inge Cuc*, 12(1), 21–31.
- CEESCO, CMIC, Centro de Investigaciones Económicas, delegacion N. L. (2016). Diagnóstico del sector de la construcción y propuestas para el impulso de la infraestructura en México. *Cámara Mexicana de La Industria de La Construcción*, 1–266.
- Cerveró-Romero, F., Napolitano, P., Reyes, E., & Teran, L. (2013). Last Planner System® and Lean Approach Process®: Experiences from implementation in Mexico. *21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013*, 1(40), 645–654.
- Chain, Nassir Sapag, Chain, Reinaldo Sapag, & P, José Manuel Sapag. (2014). Preparación y

- evaluacion de proyectos. In *4 Edicion*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cho, C. S., & Gibson, G. E. (2000). Development of a project definition rating index (PDRI) for general building projects. *Proceedings of Construction Congress VI: Building Together for a Better Tomorrow in an Increasingly Complex World*.
[https://doi.org/10.1061/40475\(278\)38](https://doi.org/10.1061/40475(278)38)
- Cho, J., Chun, J., Kim, I., & Choi, J. (2017). Preference Evaluation System for Construction Products Using QFD-TOPSIS Logic by Considering Trade-Off Technical Characteristics. *Mathematical Problems in Engineering, 2017*. <https://doi.org/10.1155/2017/9010857>
- Coates, P., Arayici, Y., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2019). The key performance indicators of the BIM implementation process. *EG-ICE 2010 - 17th International Workshop on Intelligent Computing in Engineering*.
- Construction Industry Institute (CII). (2008). *Analysis Supporting Front End Planning for Renovation and Revamp Projects, Part 2, Research Report 242-12*.
- Cota-Yañez, R., & Navarro-Alvarado, A. (2015). Análisis del mercado laboral y el empleo informal Mexicano. *Papeles de Poblacion*.
- Cotidiano, E. (2013). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32529942011>. *El Cotidiano*, 105–116.
- Darsono, L. I. (2005). Examining Information Technology Acceptance by Individual Professionals. *Gadjah Mada International Journal of Business, 7(2)*, 155.
<https://doi.org/10.22146/gamaijb.5576>
- Delgado Bustamante, D., Meléndez Arista, Y., Meneses Valle, Y., & Tapia Chambergo, P. (2018). ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD TOTAL: *Global Business Administration Journal*. <https://doi.org/10.31381/gbaj.v2i1.1454>
- DNP Departamento Nacional de Planeación. (2015). Reporte Global De Competitividad 2014-2015. *Foro Económico Mundial - Síntesis de Resultados Para Colombia*.
- Dulle, F. W., & Minishi-Majanja, M. K. (2011). The suitability of the unified theory of acceptance and use of technology (utaut) model in open access adoption studies.

Information Development. <https://doi.org/10.1177/0266666910385375>

- El Asmar, M., Hanna, A. S., & Loh, W. Y. (2016). Evaluating integrated project delivery using the project quarterback rating. *Journal of Construction Engineering and Management*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001015](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001015)
- Enegbuma, W. I., Aliagha, G. U., Ali, K. N., & Badiru, Y. Y. (2016). Confirmatory strategic information technology implementation for building information modelling adoption model. *Journal of Construction in Developing Countries*, 21(2), 113–129. <https://doi.org/10.21315/jcdc2016.21.2.6>
- Ferrada, X., & Serpell, A. (2009). La Gestión del Conocimiento y la Industria de la Construcción. *Revista de La Construcción*, 8(1), 46–58.
- Gianina, A., & Lala, F. (2014). Innovation and technology acceptance model (TAM): A theoretical approach. *Romanian Journal of Marketing*, 2, 59–66.
- Haque, M., Azhar, S. M., & Rehman, M. (2014). Article Incorporating Emotions As Antecedents and Mediators in Theory of Reasoned Action (Tra) Model. *Business Review*, 9(2), 40–48.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Herrera, R. F., Rivera, F. C. M. La, Vargas, C. F., & Antio, M. M. (2017). Uso e Impacto de los Modelos nD como Herramienta para la Dirección de Proyectos en la Industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción. *Informacion Tecnologica*, 28(4), 169–178. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000400019>
- Hinge, R. R. D. G. A. (2015). Project Quarterback Rating to Assess Performance of Construction Project. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 4(5), 2893–2896. <https://www.ijsr.net/archive/v4i5/SUB154910.pdf>
- Hsu, M. H., & Chiu, C. M. (2004). Predicting electronic service continuance with a decomposed theory of planned behaviour. *Behaviour and Information Technology*, 23(5), 359–373. <https://doi.org/10.1080/01449290410001669969>
- INEGI. (2015a). Censo Económico 2014. Resultados definitivos. In *Censos 2014*.

<https://doi.org/978-989-25-0181-9>

INEGI. (2015b). *Encuesta Anual de Empresas Constructoras 2015 Datos 2014*. 96.

INEGI Encuesta nacional de empresas constructoras. (2018). *INDICADORES DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) informa sobre los principales resultados de la Encuesta Nacional de Empresas Constructoras (ENEC), que considera a las empresas que conforman el directorio.*

Institute, M. G. (2017). Reinventing Construction: A Route To Higher Productivity. In *McKinsey & Company* (Issue February). <https://doi.org/10.1080/19320248.2010.527275>

Institute, P. M. (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)-Sixth Edition. In *Project Management Institute, Inc.*

Kenley, R. (2014). Productivity improvement in the construction process. *Construction Management and Economics*, 32(6), 489–494.

<https://doi.org/10.1080/01446193.2014.930500>

Klaus Schwab. (2016). The Global Competitiveness Report. In *World Economic Forum* (Vol. 21, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.1999.tb00817.x>

Lafuente Ibáñez, C., & Marín Egoscozabal, A. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista EAN*, 64, 5.

<https://doi.org/10.21158/01208160.n64.2008.450>

Loera-Hernández, I., & Espinosa-Garza, G. (2014). Labor productivity in projects of construction and industrial maintenance. *Key Engineering Materials*, 615, 139–144.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.615.139>

Lorca Montoya, S., Carrera Farran, X., & Casanovas Català, M. (2016). ANÁLISIS DE HERRAMIENTAS GRATUITAS PARA EL DISEÑO DE CUESTIONARIOS ON-LINE.

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i49.06>

Loyola, M., & López, F. (2018). An evaluation of the macro-scale adoption of Building Information Modeling in Chile: 2013-2016. *Revista de La Construcción.*

<https://doi.org/10.7764/RDLC.17.1.158>

- Mačkov', D., & Mandičák, T. (2008). Acceptance Theories of Innovation and Modern Methods in Construction Industry. *Open Journal of Business Model Innovation*.
- Marcolin, F., Vezzetti, E., & Montagna, F. (2017). How to practise Open Innovation today: what, where, how and why. *Creative Industries Journal*, *10*(3), 258–291.
<https://doi.org/10.1080/17510694.2017.1393178>
- Martínez Rojas, M., Marín Ruiz, N., & Vila Miranda, M. A. (2013). *Aplicación de las TICs en el Ámbito de la Construcción* María Martínez Rojas, Nicolás Marín Ruiz, M^a Amparo Vila Miranda. *4*, 1–9. <http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ininv/article/view/1743/1520>
- Mesároš, P., & Mandičák, T. (2015). Factors affecting the use of modern methods and materials in construction. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *71*(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/71/1/012053>
- Mesároš, Peter, Mandičák, T., & Selín, J. (2015). Modern Methods for Cost Management in Construction Enterprises. *Selected Scientific Papers - Journal of Civil Engineering*, *10*(1), 109–118. <https://doi.org/10.1515/sspjce-2015-0012>
- Moctezuma, P., López, S., & Mungaray, A. (2017). Innovación Y Desarrollo: Programa De Estímulos a La Innovación Regional En México. *Problemas Del Desarrollo*, *48*(191), 133–159. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2017.11.007>
- Oca, A. O., Humanas, C., View, S., Principal, I., & Oca, A. O. (2017). *Enfoques y métodos de investigación en las ciencias humanas y sociales* (Issue April).
- Oh, J. C., & Yoon, S. J. (2014). Predicting the use of online information services based on a modified UTAUT model. *Behaviour and Information Technology*, *33*(7), 716–729.
<https://doi.org/10.1080/0144929X.2013.872187>
- Poirier, E. A., Staub-French, S., & Forgues, D. (2015). Assessing the performance of the building information modeling (BIM) implementation process within a small specialty contracting enterprise. *Canadian Journal of Civil Engineering*, *42*(10), 766–778.
<https://doi.org/10.1139/cjce-2014-0484>
- Rincón, D., & Romero, M. G. (2011). Tendencias organizacionales de las empresas. *Revista Venezolana de Gerencia*. <https://doi.org/10.31876/revista.v7i19.9542>

- Rouhani, S., Shahhosseini, M. A., & Rouhi, B. (2014). An ERP Selection Framework for Construction Industry Based on FAHP. *IUP Journal of Information Technology*, 10(3), 19–50.
<https://liverpool.idm.oclc.org/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iuh&AN=99267873&site=eds-live&scope=site>
- Saavedra García, M., & Tapia Sánchez, B. (2013). El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME). *Enl@ce: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 10(1), 85–104.
- Schindler, M., & Eppler, M. J. (2003). Harvesting project knowledge: A review of project learning methods and success factors. *International Journal of Project Management*.
[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00096-0)
- Secretaría de Hacienda. (2019). *Estrategia para la implementación del Modelado de Información de la Construcción (MIC) en México. Mic.*
- SEDESOL, Gobierno municipal Puebla, & CITELUM. (2012). *Documento de Análisis: Puebla y su zona metropolitana*. http://www.ateliers.org/IMG/pdf/2_documento_de_analisis_es.pdf
- Simancas-Pallares, M., Arrieta, K. M., & Arévalo, L. L. (2017). Validez de constructo y consistencia interna de tres estructuras factoriales y dos sistemas de puntuación del Cuestionario General de Salud-12. *Biomedica*.
<https://doi.org/10.7705/biomedica.v37i3.4057>
- Tarí, J. J., Molina-Azorín, J. F., & Heras, I. (2012). Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. In *Journal of Industrial Engineering and Management*.
<https://doi.org/10.3926/jiem.488>
- Wu, C. T., Pan, T. S., Shao, M. H., & Wu, C. S. (2013). An extensive QFD and evaluation procedure for innovative design. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013(2010).
<https://doi.org/10.1155/2013/935984>
- Yang, S., Liu, J., Wang, K., & Miao, Y. (2016). An uncertain QFD approach for the strategic management of logistics services. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016.
<https://doi.org/10.1155/2016/1486189>

