



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
SISTEMAS**

Sistema web para el proceso de control de obras en LTA Ingenieros S.A.C. – Magdalena  
del Mar

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniero de Sistemas

**AUTOR:**

Br. Cárdenas Ortiz Saulo Josué (ORCID: 0000-0001-5206-1049)

**ASESOR:**

Mg. Perez Farfán Iván Martín (ORCID: 0000-0001-5833-9400)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Información y Comunicaciones

LIMA- PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

A mi madre que ha sido un gran ejemplo de esfuerzo y que desde el cielo me guía en mi camino. A mi familia que me ha apoyado y aconsejado a no dejar mis sueños, a mi pareja por todo el afecto y tiempo brindada en esta esta travesía universitaria.

## **Agradecimiento**

Agradezco a mi familia y amigos que me alentaron a seguir adelante en la carrera. A Italo Rivas, por brindarme su apoyo para continuar con el proyecto y sus conocimientos necesarios para entender la metodología. A mi equipo de trabajo de Pacifico Seguros, por brindarme las facilidades y empuje para continuar, así como brindarme de conocimientos para mi desarrollo profesional.

## Página del Jurado

|  |                                       |  |
|--|---------------------------------------|--|
|  <b>UCV</b><br>UNIVERSIDAD<br>CÉSAR VALLEJO | <b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b> | Código : F07-PP-PR-02.02<br>Versión : 10<br>Fecha : 10-06-2019<br>Página : 1 de 45 |
|--|---------------------------------------|--|

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a)

- CARDENAS ORTIZ, SAULO JOSUE

cuyo título es:

SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS  
S.A.C. - MAGDALENA DEL MAR

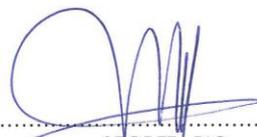
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por  
el estudiante, otorgándole el calificativo de: .....<sup>16</sup>.....(número)  
.....<sup>Dieciseis</sup>.....(letras).

Lima, .....<sup>18</sup>.....de.....<sup>Julio</sup>.....del 20.....<sup>19</sup>.....



.....  
PRESIDENTE

Mgtr. GALVEZ TAPIA, ORLEANS MOISES



.....  
SECRETARIO

Dr. ESTRADA ARO, WILLBALDO  
MARCELINO

  
.....  
VOCAL

Mgtr. PÉREZ FARFÁN, IVÁN MARTIN

|         |                               |        |   |        |           |
|---------|-------------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de<br>Investigación | Revisó | Representante de la Dirección /<br>Vicerrectorado de<br>Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|-------------------------------|--------|---|--------|-----------|

## Declaratoria de Autenticidad

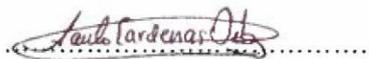
Yo, Saulo Josué Cárdenas Ortiz, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo, sede de Lima Norte, identificado con DNI 46426799, con el trabajo académico titulado "SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR", para la obtención del grado de Ingeniero de Sistemas.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis es de mi autoría.
2. Se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. En consecuencia, la tesis no ha sido plagiada.
3. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresadamente señaladas en este trabajo.
4. Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.

De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normativa vigente de la Universidad.

Lima, 5 de abril del 2019.



Cárdenas Ortiz, Saulo Josué

46426799

## **Presentación**

Señores miembros del Jurado:

Según las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos, en la sección de Pregrado de la Universidad César Vallejo para la experiencia curricular de Metodología de la Investigación Científica, presento el trabajo de investigación pre experimental denominado: Sistema Web para el Proceso de Control de Obras en LTA Ingenieros SAC – Magdalena del Mar”.

Dicha investigación, tiene como propósito fundamental: determinar la influencia de un Sistema Web en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

La presente investigación está dividida en siete capítulos:

En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, el cual incluye la formulación del problema, los objetivos, la hipótesis, la justificación y los antecedentes. En el segundo capítulo, contiene el marco metodológico de las variables de estudio, el diseño, población y muestra, la técnica empleada e instrumento de recolección de datos y el método de análisis. En el tercer capítulo se presenta la interpretación de los resultados. En el cuarto capítulo trata de la discusión del trabajo de estudio. En el quinto capítulo contempla las conclusiones, en el sexto capítulo se presentan las sugerencias y finalmente en el séptimo capítulo están las referencias bibliográficas.

# Índice

Página

|   |     |
|---|-----|
| Dedicatoria .....   | ii  |
| Agradecimiento .....  | iii |
| Página del Jurado .....   | iv  |
| Declaratoria de Autenticidad .....                                      | v   |
| Presentación.....   | vi  |
| Índice.....   | vii |
| Índice de tablas .....  | ix  |
| Índice de figuras .....   | x   |
| Resumen.....  | xi  |
| Abstract .....  | xii |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 13  |
| 1.1. Realidad Problemática .....  | 14  |
| 1.2. Antecedentes .....   | 18  |
| 1.3. Teorías relacionadas al tema.....                                  | 25  |
| 1.4. Formulación del problema .....                                     | 47  |
| 1.5. Justificación del estudio .....                                    | 48  |
| 1.6. Hipótesis.....   | 49  |
| 1.7. Objetivos .....  | 50  |
| II. MÉTODO.....   | 51  |
| 2.1. Diseño de investigación.....                                       | 52  |
| 2.2. Variables, Operacionalización .....                                | 55  |
| 2.3. Población y Muestra.....   | 59  |
| 2.4. Técnicas e instrumento de validación de datos y confiabilidad..... | 61  |
| 2.5. Métodos de análisis de datos.....                                  | 68  |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 2.6. | Aspectos éticos.....  | 73  |
| III. | RESULTADOS .....  | 74  |
| IV.  | DISCUSIÓN.....  | 89  |
| V.   | CONCLUSIONES.....   | 91  |
| VI.  | RECOMENDACIONES .....   | 93  |
| VII. | REFERENCIAS.....  | 95  |
|      | ANEXOS .....  | 101 |
|      | Anexo 1: Matriz de Consistencia .....                           | 102 |
|      | Anexo 2: Ficha Técnica Instrumento de recolección de datos..... | 103 |
|      | Anexo 3: Instrumento de investigación .....                     | 104 |
|      | Anexo 4: Base de datos experimental.....                        | 120 |
|      | Anexo 5: Resultados de la Confiabilidad del Instrumento .....   | 121 |
|      | Anexo 6: Validación del Instrumento.....                        | 131 |
|      | Anexo 7: Entrevista .....                                       | 140 |
|      | Anexo 8: Carta de aprobación de la empresa .....                | 143 |
|      | Anexo 9: Acta de implementación del Sistema Web .....           | 144 |

## Índice de tablas

|   | Página |
|---|--------|
| <i>Tabla 1: Criterios para la evaluación de la metodología de desarrollo de software .....</i>  | 38     |
| <i>Tabla 2: Evaluación de Expertos sobre las Metodologías de Desarrollo .....</i>   | 39     |
| <i>Tabla 3: Operacionalización de variables.....</i>  | 57     |
| <i>Tabla 4: Indicadores de la variable dependiente.....</i>   | 58     |
| <i>Tabla 5: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....</i>   | 62     |
| <i>Tabla 6: Validez del índice avance físico de obra.....</i>   | 63     |
| <i>Tabla 7: Validez de índice de desempeño del cronograma.....</i>  | 64     |
| <i>Tabla 8: Confiabilidad para Índice de Avance Físico de Obra .....</i>  | 67     |
| <i>Tabla 9: Confiabilidad para Índice de Desempeño del Cronograma .....</i>   | 67     |
| <i>Tabla 10: Medidas descriptivas del Índice de Avance Físico de Obra en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web.....</i>       | 75     |
| <i>Tabla 11: Medidas descriptivas del Índice de Desempeño del Cronograma en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web .....</i>   | 76     |
| <i>Tabla 12: Prueba de normalidad del Índice de Avance Físico de Obra en el proceso de control de obra antes y después de implementar el Sistema Web .....</i>      | 78     |
| <i>Tabla 13: Prueba de normalidad del Índice de Desempeño del Cronograma en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web .....</i>   | 80     |
| <i>Tabla 14: Prueba de T-Student para el Índice de Avance Físico de Obra en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web.....</i>    | 84     |
| <i>Tabla 15: Prueba de T-Student para el Índice de Desempeño del Cronograma en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web.....</i> | 87     |

## Índice de figuras

|   | Página |
|---|--------|
| <i>Figura 1: Avance Físico de Obra en LTA Ingenieros SAC</i> .....  | 17     |
| <i>Figura 2: Desempeño del cronograma en LTA Ingenieros SAC</i> .....   | 17     |
| <i>Figura 3: Círculo dinámico de control de obras</i> .....   | 28     |
| <i>Figura 4: Patrón Modelo, Vista, Controlador</i> .....  | 32     |
| <i>Figura 5: JasperReports integrado a Eclipse</i> .....  | 35     |
| <i>Figura 6: Flujo de Scrum para un Sprint</i> .....  | 40     |
| <i>Figura 7: Roles Scrum</i> .....  | 44     |
| <i>Figura 8: Formato de una historia de usuario</i> .....   | 47     |
| <i>Figura 9: Diseño pre - experimental</i> .....  | 54     |
| <i>Figura 10: Coeficiente de correlación de Pearson</i> .....   | 65     |
| <i>Figura 11: Interpretación del Coeficiente de Correlación</i> .....   | 66     |
| <i>Figura 12: Región de aceptación y rechazo de la Ho</i> .....   | 72     |
| <i>Figura 13: Índice de Avance Físico de Obra antes y después de implementar el sistema web</i> .....                     | 76     |
| <i>Figura 14: Índice de Desempeño del Cronograma antes y después de implementar el sistema web</i> .....                  | 77     |
| <i>Figura 15: Prueba de normalidad del Índice de Avance Físico de Obra antes de implementar el sistema web</i> .....      | 79     |
| <i>Figura 16: Prueba de normalidad del Índice de Avance Físico de Obra después de implementar el sistema web</i> .....    | 80     |
| <i>Figura 17: Prueba de normalidad del Índice de Desempeño del Cronograma antes de implementar el sistema web</i> .....   | 81     |
| <i>Figura 18: Prueba de normalidad del Índice de Desempeño del Cronograma después de implementar el sistema web</i> ..... | 82     |
| <i>Figura 19: Índice de Avance Físico de Obra – Comparativa General</i> .....   | 83     |
| <i>Figura 20: Prueba T-Student – Índice de Avance Físico de Obra</i> .....  | 85     |
| <i>Figura 21: Índice de Desempeño del Cronograma – Comparativa General</i> .....  | 86     |
| <i>Figura 22: Prueba T-Student – Índice de Desempeño del Cronograma</i> .....   | 88     |

## Resumen

La presente tesis detalla el desarrollo de un sistema web para el proceso de control de obras en LTA Ingenieros S.A.C., dado que la situación organizacional previa a la aplicación del sistema presentaba deficiencias relacionadas al control del índice de avance físico de obra e índice de desempeño del cronograma. El objetivo de la presente investigación fue determinar de qué manera influye un sistema web en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros S.A.C en Magdalena del Mar.

Por ello, se describe los aspectos teóricos del proceso de control de obras, de un sistema web, así como las metodologías que se emplearon para el desarrollo del sistema web. Para el desarrollo del sistema web, se empleó la metodología Scrum, por ser la que más se acomoda a las necesidades, además de permitir la constante retroalimentación del cliente, entregas incrementales en periodos cortos y permite una mejor visibilidad del avance del trabajo.

El tipo de investigación es aplicada, el diseño de la investigación es Pre-experimental y el enfoque es cuantitativo. La población se determinó por 415 partidas de obra agrupados en 24 fichas de registro. El tamaño de la muestra estuvo conformado por 200 partidas agrupadas por días. El muestreo es el aleatorio probabilístico simple. La técnica de recolección de datos fue el fichaje y el instrumento fue la ficha de registro, los cuales fueron validados por expertos.

Palabras claves: Sistema web, proceso de control de obras y Scrum.

## **Abstract**

This thesis details the development of a web system for the process of control of works in LTA Ingenieros SAC, given that the organizational situation prior to the application of the system has deficiencies related to the control of the index of the physical progress of work and the index of the performance of the schedule. The objective of the present investigation was to determine which way influences the control system of works in LTA Ingenieros S.A.C in Magdalena del Mar.

Therefore, it describes the theoretical aspects of the process of control of works, a web system, as well as the methodologies that were used for the development of the web system. For the development of the web system, the Scrum methodology was used, as it is the one that best suits the needs, in addition to allowing constant feedback from the client, incremental deliveries in short periods and allows a better visibility of the progress of the work.

The type of research is applied, the design of the research is Pre-experimental and the approach is quantitative. The population was determined by 415 work activities grouped into 24 record sheets. The sample size was made up of 200 group by days. The sampling is the simple probabilistic random. The technique of data collection was the signing and the instrument was the registration form, which were validated by experts.

**Keywords:** Web system, works control process and Scrum.

## I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad Problemática

En nuestros tiempos, toda organización tiene la necesidad de implementar procesos de control, supervisión o monitoreo dentro de sus proyectos de negocio, con el propósito de salvaguardar la calidad del producto o servicio y el cumplimiento del alcance dentro del costo y tiempo esperado. El sector de construcción civil es un rubro en constante crecimiento económico debido al alza de inversiones de obras públicas y privadas, en efecto, las organizaciones de este sector manejan grandes carteras de proyectos y es de vital importancia implementar procesos de control que aseguren el éxito de su implementación.

Según la revista de KPMG (2017, p. 12), determinó en un estudio internacional que "cuatro de diez organizaciones han formalizado sus controles como parte de la entrega del proyecto de construcción, simbolizando un 45% frente a un 34%. Donde se precisa que, si las empresas no fomentan el comportamiento correcto sobre el uso de controles, es muy probable que los proyectos fracasen, dado que el no contar con procedimientos para asegurar la calidad y el alcance del producto. [...] Según los directivos que se encargaron de gestionar los proyectos de construcción manifiestan que solo el 31% de los mismos finalizaron con éxito y con un margen de desviación del 10% en relación con el presupuesto, en este sentido, más de la mitad de los gerentes fueron responsables de ejecutar una serie de proyectos con resultados insatisfactorios en el año 2016, debido a la falta de controles adecuados".

Basándose en este análisis, la KPMG (2017, parr. 5) indica en su encuesta sobre la industria de la construcción, que en el esfuerzo por cerrar brechas "Solamente el 40% de las organizaciones cuentan con medidas flexibles para incrementar el incentivo mas que para promover un correcto desempeño. Esto orienta a la urgencia de contar con un sistema sencillo para los usuarios y que este mejore la eficacia de sus procedimientos". Frente a ello, es importante reconocer la importancia de los controles dentro de la ejecución de una obra

en construcciones pública o privada, ya que ello permite tener mejor desempeño y brindará una mejor visibilidad de avance a los involucrados.

En nuestro país y según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento precisa que: " En el mes de marzo del 2018 el horizonte sobre la economía presentó un incremento sostenible, logrando un crecimiento postivo de 3.93% en la mayoría de los sectores. En relación al sector de construcción se evidenció una elevación del 0.03% en el PBI, en consecuencia al aumento del consumo de cemento en 4.12%. Sin embargo, el avance físico de obra disminuyó en un 13.90%" (2018, parr. 2).

LTA Ingenieros SAC, es una organización con mas de 10 años instaurada en el rubro de construcción civil y es la empresa en estudio tomada por la presente investigación y debido al sector al que pertenece no se encuentra ajena a la problemática expuesta. La misión de LTA Ingenieros SAC es el apoyar al éxito de sus clientes, desplegando sus proyectos con calidad, seguridad, en el plazo y tiempo establecido. El desglose organizacional está conformado por el Gerente General, Director Técnico, Dirección de Obras, Dirección de Proyectos, Dirección Administrativa y Logística.

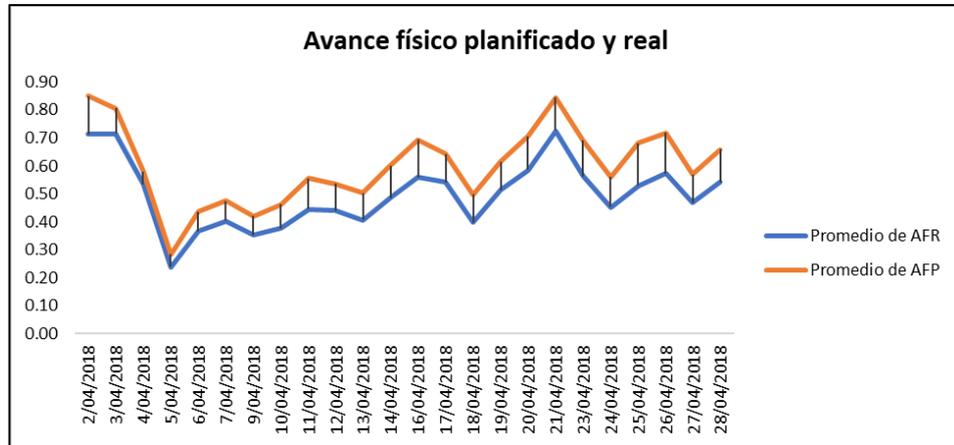
Luego de la interviú obtenida del Gerente General de la organización, Jhon Delgadillo Mosquera (ver anexo 7), se determinó que uno de los procesos clave para la organización es el proceso de control de obras, dado que este proceso les permite tener visibilidad del estado real del proyecto en niveles de costo, calidad, alcance y tiempo. El proceso de control de obras inicia cuando comienza la fase de ejecución del proyecto sobre el cronograma de actividades la cual detallan las partidas de avance, la responsabilidad del proceso recae directamente al jefe de proyecto, quién gestiona el abastecimiento oportuno de materiales, la mano de obra necesaria para cubrir con la capacidad del proyecto, custodiar por el cumplimiento de normativas de seguridad y calidad, mitigar los riesgos y controlar las desviaciones en función del tiempo y costo, asimismo, es responsable de comunicar los avances de la obra y de cualquier riesgo o eventualidad que impacte los compromisos con

el cliente. Para ello, diariamente lleva un control detallado del avance de las actividades en base a la planificación inicial, asimismo, maneja una bitácora de observaciones producto de las auditorías o revisiones de calidad y un registro de incidentes o eventualidades en la ejecución. Al finalizar la obra, es el responsable de la entrega y levantamiento de observaciones (retrabajos) por lado del cliente o el equipo auditor externo, a fin de entregar un producto que cubra las expectativas planteadas en el contrato.

Sin embargo, LTA Ingenieros SAC presenta algunos problemas y/o dificultades en el desarrollo competente del proceso de control de obras, produciendo pérdidas para el negocio por una mala gestión de este proceso. Según lo indicado algunos problemas que están presentando en la organización está vinculado a los retrasos con la entrega de obras según los hitos, cuya causa fundamental es el abastecimiento tardío de requerimientos de material y/o mano de obra por una comunicación no oportuna por lado del jefe de proyecto. Asimismo, el manejo de información inconsistente no refleja la realidad del avance del proyecto a causa del no registrar los cambios oportunamente, por ello se debe realizar sobre esfuerzo para poder mapear todas las actividades y validar que no se haya omitido información, tomando lapsos de tiempo que muchas veces el cliente no tolera. Otro inconveniente es que, al momento de realizar el cierre de proyecto de obra, se debe realizar sobre esfuerzo para poder regular gastos adicionales generados, penalidades informadas, pero no almacenadas en un repositorio, generando descuadres del presupuesto asignado generando en algunos casos sobrevaluación de obras en construcción.

En la figura 1 se puede evidenciar las desviaciones en el avance físico de obra que se presentan en las actividades de un proyecto de construcción civil con un 0.82 promedio de índice de avance, el cual hace resaltar los problemas que tiene sobre la dependencia de recursos materiales y humanos, la falta de comunicación hacia las áreas internas sobre el estado real sobre el consumo de ellos basados en las partidas de obras que aportan en la valorización de avance de obra para facilitarlo al cliente.

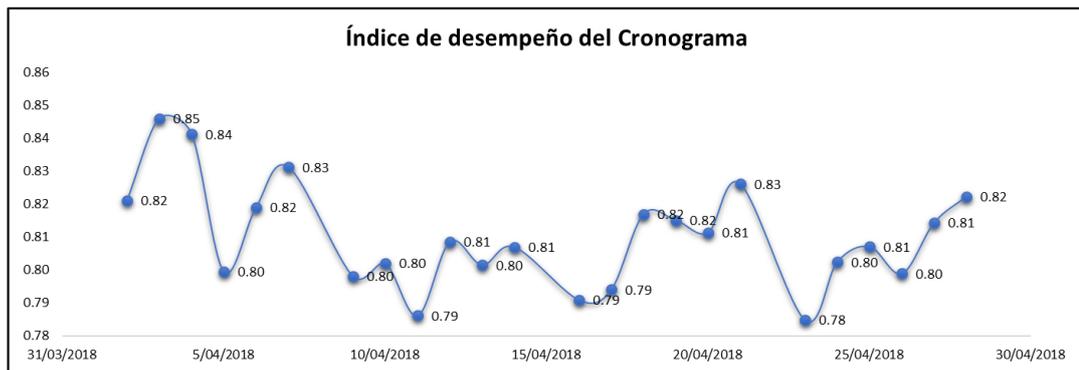
Figura 1: Avance Físico de Obra en LTA Ingenieros SAC



Fuente: elaboración propia

Asimismo, a consecuencia del manejo sobre el control de las partidas, el avance físico en obras, dependencia de materiales de exportación, adquisición de mano de obra adicional provocan un promedio del 0.79 de cumplimiento en el desempeño del cronograma mostrando un retraso promedio mensual sobre la programación, tal cual se aprecia en la figura 2.

Figura 2: Desempeño del cronograma en LTA Ingenieros SAC



Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, surge la siguiente interrogante ¿Qué sucedería si frente a la situación expuesta no se toman las medidas correctivas requeridas por el negocio?, se pudo determinar que, de persistir los problemas ocasionaría

pérdida de la cartera de clientes producto del malestar y/o disconformidad con el servicio prestado, asimismo se afectaría la competitividad y la prosperidad de la compañía en el mercado, lo que ocasionaría la inestabilidad del negocio.

## **1.2. Antecedentes**

En relación a los trabajos previos que sustenta el problema planteado de la presente investigación, se considera lo siguiente:

En el año 2015, Gutiérrez Muñoz Jorge, en su tesis “Aplicación Web para Mejorar el Monitoreo y Control de Obras de Infraestructura en la Sub Gerencia de Obras del Gobierno Regional la Libertad, 2014” desarrollada en la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, el autor realizó la presente investigación con la finalidad de implementar un sistema que permita monitorear y controlar las obras, dado que, en el Gobierno Regional de la Libertad se realizaban las obras basadas en los cronogramas facilitados por los proveedores de construcción, el cual a lo largo de la ejecución de estas generaron grandes cantidades de información que no eran actualizadas y/o registradas en sus informes logrando una desviación de primera instancia para el Gobierno Regional. Esta dificultad, impactó en la visibilidad real de los proyectos de construcción ya que se le brindaba información no correcta; asimismo, al momento de realizar los cuadros de informes del contratista y evaluarlo contra lo registrado por el supervisor, estos datos en su mayoría no cuadraban viéndose en la necesidad de conseguir tiempos para la validación y regularización de las observaciones que se puedan haber presentado. El método utilizado por el autor fue pre-experimental y se trabajó con una muestra representada al 70% de obras que se ejecutaron durante el año 2014 en el Gobierno Regional de la Libertad. Para ello se generaban reportes gerenciales sobre los proyectos, y se evidenciaba diferencia entre los informes del contratista contra los del supervisor de obra; haciendo que la evaluación del tiempo de retraso que obtuvo el informe mensual de cada obra. El efecto de la investigación realizada fueron favorables mejorando en un 35,5% la obtención de datos por el seguimiento de las obras, por medio de interfaces fáciles de manejar para el lado del usuario. Posterior a su investigación dedujo

que la implementación de un aplicativo web para el monitoreo y control logró los objetivos de la investigación.

Se tomó como aporte de este antecedente, el diseño de investigación, a fin de profundizar el enfoque científico preexperimental, que también es abordado por el presente estudio.

En el año 2016, Aredo Rojas, Judy, en su tesis “Sistema de Control de Obras vía web para mejorar el Monitoreo de los Procesos en los Servicios de Construcción de la empresa constructora J&M en la ciudad de Trujillo”, fue desarrollado en la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, el autor realizó la presente investigación con el objetivo de mejorar el monitoreo en los procesos de servicios de construcción de la empresa J&M para disminuir el tiempo del registro de obras de servicios, disminuir el tiempo de asignación de herramienta de obras. La investigación se realizó en J&M Constructora, una organización que se esta en el sector de construcción, el cual no contaba con una experiencia tecnológica que soporta sus procesos de registro documentario, lo cual genera incomodidad en el personal administrativo, asimismo, la pérdida de materiales usualmente no es registrado, ocasionando pérdidas económicas difíciles de rastrear. Los procesos de registro de avance de actividades de obra se realizan tardíamente ya que el informe no se entrega a tiempo lo que genera la desactualización y desinformación real del Gerente de la organización. El método aplicado por el autor fue experimental, estando su muestra conformada por 20 empleados. El resultado de la investigación se vio reflejado en la reducción del tiempo de registro de contratos en 3.57 minutos lo que representó un 27,7% y el tiempo promedio para la generación de reportes de las obras se redujo en 5.9 minutos.

El presente antecedente se tomó como aporte para la fundamentación teórica de la variable dependiente, con el fin de poder tener un mejor panorama sobre la conducta de los procesos de control de obras.

En el 2015, Anselmo Zavala, Octavio, en su tesis “Sistema para el control de avance en Obras de Infraestructura ONNI”, realizada la Universidad Autónoma de México, en la Facultad de Ingeniería, la finalidad de su investigación fue la de realizar una aplicación para el control de obras en el área de ingeniería civil para permitir optimizar el control en el avance de obra y el control en la calidad de los materiales usados, asimismo, permita llevar el historial de la información para facilitar la revisión de los proyectos y lograr cumplir con las necesidades de la organización. La empresa Infraestructura ONNI, presentaba un proceso de gestión de obras, el cual implicaba el supervisar el avance económico real, estimaciones, volumetrías, conceptos y calidad que eran necesarios para el inicio de la realización del proyecto. Cuando iniciaban los proyectos se realizaban informes diarios, semanales y mensuales que eran anotados en una bitácora, estos datos eran capturados, procesados y presentados a la dirección de proyectos donde muchos eran erróneos o se generaban demasiado tarde; el almacenamiento se encontraba en hojas de cálculo que permitían entregar estimación y avances que se realizaban, el cual implicaba un margen de error .

humano. Cuando un proyecto cerraba se requería contar con toda la información, la cual no se encontraba centralizada provocando retrasos de cierre, discrepancias de montos físicos y económicos. La metodología de investigación que aplicó fue la experimental, para explicar la influencia que existió entre el sistema ONNI sobre el avance de obras, tomando como muestra un total de 5 obras en ejecución de la empresa. El resultado mostrado tras la implementación de la aplicación fue lo esperado, dado que se disminuyó la brecha de tiempo en entrega de información de avance en un 75%, al cierre de un proyecto se generaron los reportes relacionados al aspecto económico de la obra. El autor concluyó, que la aplicación de tecnologías de información facilita al avance correcto de una obra y agiliza su visibilidad a los interesados.

Se tomó esta investigación, como aporte para la justificación tecnológica en el desarrollo del sistema que resolverá la problemática del control en las obras de construcción.

En el año 2014, Kerubo Ogero, Diana, en la tesis “Influence of Project Management Information System Project Performance in the Construction Industry: A Case of Nairobi County, Kenya”, realizado en la Universidad de Nairobi. El autor identificó que los proyectos de construcción en la localidad de Nairobi superan el costo original, en ocasión se cancelan antes de completarse y otros tienden a fallar por temas relacionados a los hitos de entrega; estas empresas también presentaron servicios deficientes de documentación, mala toma de decisiones, por falta de control en el avance de obra que varían los tiempos de duración, que producen el estancamiento de los mismo o a la falla total, lo cual demuestra una mala gestión desde la planificación en los proyectos de construcción, ante esta situación el autor busco el determinar la influencia que tiene un sistema de información de proyectos en el rendimiento y control en terminos de calidad. Aplicó una investigación de diseño descriptivo para determinar la relación causa-efecto, para lo cual tomó una población de 98 empresas de construcción a las cuales se aplicó la técnica de encuesta, el resultado obtenido fue una optimización en la reducción del tiempo con una media de 3.852, una mejor visibilidad y seguimiento del avance de actividades del proyecto con una media de 3.688, una reducción del tiempo requerido para completar una tarea con una media de 3.377; estos resultados que presentó el autor llevaron a la conclusión que la implementación de sistemas de información de gestión de proyectos tiene una ventaja para los gerentes de proyectos, mejorando la eficacia y eficiencia en las tareas gerenciales en términos de mejora en planificación, programación, supervisión y control de proyectos.

Se tomó esta investigación, como aporte para la fundamentación teórica de los indicadores de la problemática hallada en términos de gestión de proyectos.

En el 2014, Di Hu, en su tesis “Automated Planning and Scheduling for Industrial Construction Processes”, realizada en la Universidad de Alberta, en el departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Investigación realizada para obtener el grado de doctor en Filosofía en Ingeniería y Gestión de la Construcción. Su investigación se enfocó en los excesos de costos y desviaciones en la planificación de los tiempos que se presentaban en los proyectos de construcción en el distrito de Alberta. La planificación manual de proyectos o los procesos de programación de proyectos no pueden cumplir con los requisitos de los proyectos de arenas bituminosas de gran tamaño. Uno de los objetivos de su investigación fue la de gestionar los lapsos de tiempos en las actividades por medio de dependencias y restricciones a través de una herramienta de gestión. Su investigación fue experimental puro, con una muestra de 5 proyectos de construcción de carreteras en toda la localidad de Alberta. Los resultados fueron óptimos al momento de realizar la planificación correcta para la gestión de los tiempos durante la ejecución de proyectos de construcción de carreteras, estos resultados se realizaron en 2 bloques para cubrir las casuísticas presentadas. La conclusión del autor fue que se redujo un 45% en el número total de soldaduras de posición, lo que se traduce en una reducción en el tiempo total del ciclo en un rango de 4.8% a 12%.

El aporte de esta investigación sirvió como parte de la fundamentación al indicador de desempeño del cronograma en tiempo como expresión en la tesis.

En el 2015, Navarro Armas Daniel y Gabriele Zevallos Giselle, en su tesis: “Control de obra del proyecto Multifamiliar ‘Los Freos’ a través de las Gestión del valor ganado (EVM)”, realizado en la Universidad Ricardo Palma Facultad de Ingeniería Civil, para obtener el título de Ingeniero Civil. En su investigación se basó obras de construcción de proyectos multifamiliares que dado por el volumen que se debe generar este tiende a tener problemas en el control vistos desde la perspectiva de costo y tiempo encontrándose con variaciones de o planificado contra lo que se viene ejecutando que no se informan oportunamente y no muestra estas desviaciones de forma oportuna, ocasionando desfases que impactan en actividades futuras y cuando se debe presentar informes a los involucrados se requiera de hacer retrabajos de levantamiento de información no oportuna. Esto hace que los avances diarios, semanales o mensuales no se aprovechen a un 100% por el inadecuado análisis. Su objetivo es aplicar la metodología del valor ganado del PMBOK en el control de obras para optimizar la rentabilidad del proyecto. La metodología de investigación fue cuantitativa de nivel correlacional cuya muestra estuvo conformada por 1 proyecto de la empresa Enterprise Inversiones SAC, los resultados tras aplicar la metodología del valor ganado desde la segunda fase implicaron un ahorro total de S/ 60 mil que si se hubiera aplicado desde la primera fase hubiera significado un ahorro de S/ 75 mil. En conclusión, la metodología apoya en el control y seguimiento de los costos y tiempo mediante gráficos de curva S permitiéndose ahorrar costos planificados, disminuir tiempos muertos de trabajo y reduciendo los plazos de entrega.

El aporte de la presenta investigación sirvió para la fundamentación al indicador del índice de desempeño del cronograma y su empleabilidad de los proyectos de construcción.

En el 2016, Caballero Gómez Alberto, en su tesis: “Sistema de Control de proyectos de construcción usando indicadores clave”, hecho en la Universidad Politécnica de Cataluña, para alcanzar el grado de doctor en

Ingeniería de Proyectos y Sistemas. Su investigación se enfocó en la complejidad de realizar un planeamiento y control correcto de las actividades que conforman un proyecto de construcción civil, ya que al manejar recursos, materiales, máquinas, entre otros implica un constante seguimiento al uso de los mismos dentro del ciclo de ejecución lo cual impide tener precisión del avance real del proyecto a escala de medición, asimismo, en cualquier momento puede surgir desviaciones respecto a lo planificado con lo cual si no está correctamente estructurada las actividades se tiene el riesgo de no lograr con los objetivos trazados. El principal objetivo en su investigación estuvo basas en proveer un modelo de control integral para el avance de los proyectos de construcción. Su población se estuvo conformado por 5 proyectos de construcción finalizados de diferentes magnitudes, su investigación fue de tipo correlaciona. Los resultados basados en los indicadores de avance demostraron que los proyectos están finalizando a un 84% y 95%. Y que el avance de la obra por cada actividad de obra aumenta su capacidad entre el 13% y el 26%.

Se tomó esta investigación, como aporte del indicador de avance físico de obra hallado en términos de avance obra en la tesis.

En el 2015, Larico Cahuaya Jaime, en su tesis: "Liquidación Financiera de obras ejecutadas por la modalidad de administración directa en el Gobierno Regional de Puno", en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez de la facultad de Ciencias Contable y Financieras, para obtener el grado de Contador Público. El Gobierno regional de puno no presentaba con una liquidación final técnica apropiada ya que al ser entregada no contaba con la información de avance real completa, por lo que tomaba tiempo en realizarla, asimismo, en algunos proyectos en los que se encontraban en fase de mantenimiento se originaba esfuerzo adicional no contemplado que muchas veces se debía de facturar ya que implicaba adicionales en la obra, las cuales no fueron solicitadas e implicaba que los avances de obras se alteren. La investigación tuvo como objetivo el examinar y analizar las incidencias de inversión en las obras y el grado de liquidación técnica basada en el avance.

Dicha investigación fue descriptiva, analítica, la población y muestra estuvo compuesta por 6 obras. Su investigación mostró diferencias entre el plan presupuestal inicial, con las valorizaciones que se tenían del avance hallando varianzas negativas que impactaban el estado financiero medianamente. Su investigación concluyó que el no tener un seguimiento correcto de la valorización del avance físico de obra esto impacta en un 6% de la actividad presupuestada inicialmente, lo cual recomendó llevar un control continuo del avance.

Se tomó esta investigación como referencia, para entender mejor el indicar del avance físico de obra y su importancia en las obras de construcción civil.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **A. Proceso de Control de Obras**

Según Alarcón y Campero (2014, p.371) define que: "Se conoce como proceso de control de obras, a las acciones necesarias para cumplir con los objetivos definidos en el proyecto, a través del monitoreo constante del desempeño del trabajo, velando por el cumplimiento de los hitos y salvaguardando la calidad del trabajo operativo, para que las metas se cumplan. [...] Las construcciones necesitan una mayor demanda para realizar el control a nivel del costo y la calidad para obtener la satisfacción de usuarios, en tal sentido, el control de obras garantiza el seguimiento en los procesos del proyecto hasta la finalización, buscando que se cumpla la calidad, los costos y los plazos definidos."

Según Shadan y Fleming (2013, p.100) nos indica que: "El proceso de control de obras proporciona procedimientos para rastrear y monitorear el alcance, costo y cronograma, respaldando los objetivos de la administración del proyecto y entregando un alcance que cubre las necesidades iniciales. [...] Establece una línea base de control y se hace un seguimiento en dicha línea, identificando los cambios para evaluar su impacto."

Según Mubarak (2012, p.163), define que: "El proceso de control de obras sucede cuando el propietario o el gerente de la construcción (como una entidad separada del constructor) puede 'monitorear' o 'rastrear' el proyecto al observar el progreso del trabajo y compararlo con el presupuesto base, el cronograma y la calidad esperada. Sin embargo, solo la parte que está físicamente haciendo el trabajo, es decir, el constructor, puede "controlar" el proyecto no solo monitoreando o rastreándolo, sino también tomando medidas correctivas cuando éstas sean necesarias."

### **Fases del Proceso Control de Obras**

Según Rodríguez (2014, p. 436), nos menciona que: "Las fases del control de obras están comprendidas en el círculo de retroalimentación (feedback), generando la mejora continua en los procesos y trabajos. Este ciclo consta de 4 etapas, que están interrelacionadas entre sí":

- **Planear**

Según Rodríguez (2014, p. 436), indica que: "En esta etapa entra en escena el equipo de planificación, que busca predecir la lógica constructiva y sus relaciones, para lo que genera información de objetivos físicos y plazos. Se compone de actividades de estudio (análisis del proyecto, visita al sitio, identificación y evaluación de interferencias, etc.), definir la metodología (definición de procesos constructivos, plan de ataque de obra, secuencia de actividades, logística de materiales y equipos, revisar la documentación de obras similares, etc.) y generar el cronograma (coordinar las informaciones de forma que la obra tenga un plazo razonable y factible). Esta planificación representa las intenciones operativas de la empresa: lo que debe controlarse para alcanzar el objetivo del proyecto".

- **Hacer (Programar)**

Según Rodríguez (2014, p. 436), indica que: “El segundo paso es la materialización de la planificación en la obra. Lo que se prescribe en la documentación pasa al terreno de la realización. Aquí se presentan actividades como: Informar (Aclarar a todo el interesado los métodos a utilizar, la secuencia de actividades y duración esperada. Se instruye a los capataces y supervisores sobre las previsiones, las tareas, los plazos, los recursos disponibles y los requisitos de calidad), realizar la actividad (Para que se pueda controlar adecuadamente la obra es necesario que lo que se decidió en la planificación se cumpla sobre el terreno, sin cambios de dirección por los ejecutores).”

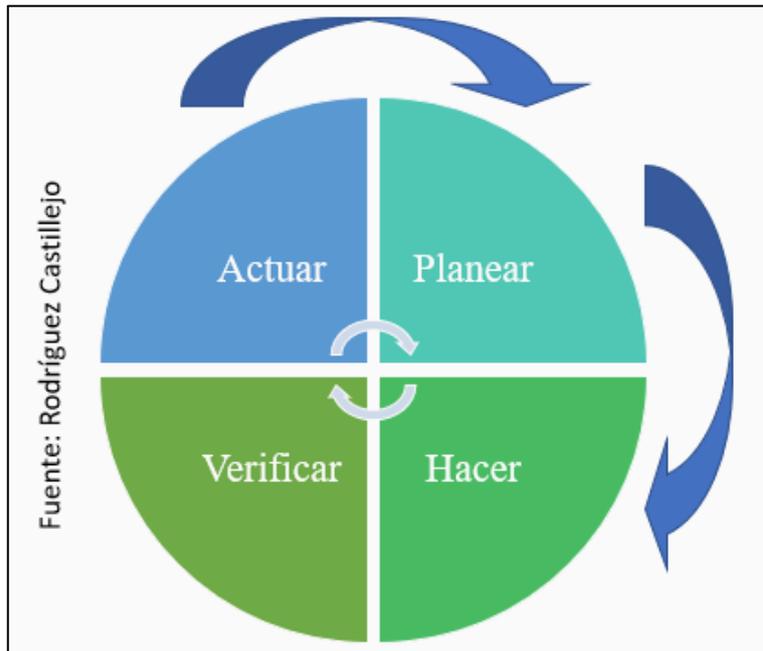
- **Verificar**

Según Rodríguez (2014, p. 436), indica que: “En esta fase, se debe monitorear el desempeño basándose en la obtención de datos durante la ejecución de las actividades para luego poder comparar sus resultados sobre la definición planificada inicialmente. Aquí se registran los resultados (Cuantificar en obra lo realizado durante el periodo. Es una tarea de recogida de datos, en la que se anotan las cantidades de cada unidad de obra construida) y Comparar lo previsto y lo realizado (Tras cuantificar lo ejecutado se compara con lo previsto en la planificación. Es un proceso vital para el constructor, ya que es principal fuente de información para la gestión)”.

- **Actuar**

Según Rodríguez (2014, p. 437), indica que: “En el cuarto cuadrante confluyen las opiniones y las sugerencias de todos los que participan en la operación, lo que ayuda a identificar posibilidad de mejora, el perfeccionamiento de los métodos, la detección de focos de error, el cambio de la estrategia, la evaluación de las medidas correctoras necesarias, etc.”

Figura 3: *Círculo dinámico de control de obras*



Fuente: Rodríguez Castillejo

## **Dimensión e Indicadores de Proceso de Control de Obras**

### **Dimensión:**

- **Verificar**

Según Mattos y Valderrama (2014, p. 51), nos indica que: “Es la etapa en la cual se mide lo que se ha hecho en la realidad. Esta función de verificación y monitorear consiste en comparar la predicción con lo ejecutado y señalar las diferencias en tiempo, costo, calidad y alcance. Es la etapa en la que se pone de manifiesto el monitoreo de obras como para del control total. [...] La toma de datos del avance puede ser realizada por los técnicos de la planificación o, más habitualmente, por personal de la obra, que los remite continuamente a la división de la planificación. En este cuadrante, el planificador mide los indicadores del desempeño real. Se calculan las productividades y pasan a formar parte de la colección de datos de la obra. Es importante generar indicadores de desempeño, porque representan fielmente las condiciones sobre el terreno, es decir, las circunstancias en que se han ejecutado las actividades”

Para esta dimensión se emplearon los siguientes indicadores:

➤ **Indicador 1: Índice de Avance Físico de Obra (IAF)**

Según Mattos y Valderrama (2014, p. 237), nos indica que: “El avance físico de obra en la construcción, permite conocer el nivel de cumplimiento en términos de metas que van teniendo las actividades en un determinado momento, lo que facilita a los responsables del proyecto conocer la situación real de la obra durante su ejecución y en un momento dado. [...] El registro para la medición se hace en base al avance de cantidades (m<sup>3</sup>, t, kg), en horas-hombre o en porcentajes de las actividades para calcular los valores que se ejecutaron y los que deberían ejecutarse, con la finalidad de obtener el índice real. [...] En el caso el resultado sea superior o igual a la unidad, el avance estará adelantado, caso contrario, el avance se encontrará retrasada.”

**Fórmula:**

$$IAF = \frac{AFR}{AFP}$$

**Dónde:**

- IAF: Índice de avance físico
  
- AFR: Avance físico realizado
  
- AFP: Avance físico programado

➤ **Indicador 2: Índice de desempeño del cronograma (SPI)**

Según Mattos y Valderrama (2014, p. 280), nos indica que: “El índice de desempeño del cronograma (Schedule Performance Index, SPI) viene dado por la relación entre el valor ganado y el valor planificado”

Fórmula:

$$SPI = \frac{EV}{PV}$$

Dónde:

- SPI: Índice de desempeño del cronograma
- EV: Valor ganado
- PV: Valor Planificado

“El SPI muestra qué porcentaje representa el valor ganado respecto del valor planificado, es, decir, la proporción en la que el proyecto avanza, convirtiendo PV en EV. En el caso el resultado sea superior a la unidad, se ha realizado más trabajo del previsto lo cual indica que está adelantado, si el resultado es igual a la unidad, el trabajo se está llevando a cabo a la velocidad prevista, caso contrario, se ha realizado menos trabajo de lo previsto, indicando que se encuentra retrasado.” (Mattos y Valderrama, 2014, p. 280-281)

## **B. Sistema Web**

Según Cardador, et al (2014, p.124), alude que: “Sistema Web es un conjunto de herramientas enfocados al usuario con el fin de que este pueda acceder mediante el uso de un navegador que se conecta a Internet o Intranet. Los sistemas web, se basan en el concepto de interactividad que mantienen el sistema con los usuarios, además se caracterizan por su independencia del sistema operativa que se tenga instalado del lado del usuario [...] Un sistema

web se basa en un lenguaje de programación, que es soportado por los navegadores, para este desarrollo se pueden usar entornos de desarrollo integrado, conocidos como el IDE, en el cual se diseñará el sistema.”

Según García (2015, p. 18), nos indica que: “Los sistemas web son elementos muy importantes en el día a día. El uso que se le vaya a dar es muy importante para el desarrollo del mismo, ya que según la dificultad en el uso de un usuario condicionará el buen desarrollo o no del sistema. [...] El sistema web, se ha transformado en una herramienta vital para actividades empresariales y como intercambio de información, por eso se hace preciso emplear métodos que van a comprobar la usabilidad que es una especificación para la web y que permita su desarrollo. [...] El sistema web generan de forma dinámica páginas web interconectadas entre sí, en formato estándar que es HTML, que es un lenguaje que soporta los navegadores, presenta una arquitectura simplificada del tipo cliente/servidor, en el que por un lado se encuentra el cliente que está constituido por browser web encargado de mostrar información solicitada y el servidor cuya función es la de atender los pedidos”.

Según Aedo (2010, p. 310), menciona que: “Un sistema web está estructurado por un lenguaje de marca de hipertexto (HTML). Al ser hipertexto, permite acceder a una serie de contenidos de un nodo a otro, permitiendo secuencialidad gracias a la navegación por enlace.”

### **Componentes de un Sistema Web**

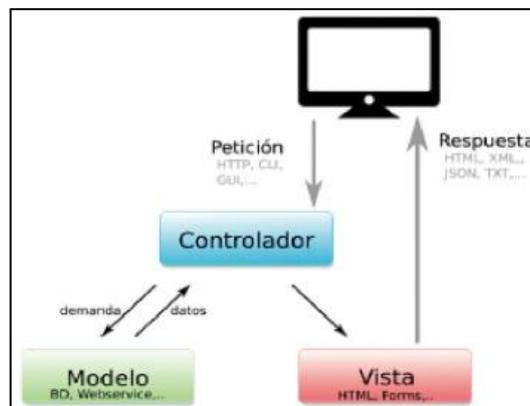
Según Granados (2014, p. 218), nos menciona que: “Un sistema web necesita de varios componentes funcionando en el servidor. Algunos son necesarios, pero otros se pueden instalar como módulos opcionales. Entre ellos se encuentra:

- **Aplicación Web:** Es el programa que se instala en el servidor, la cual está desarrollada teniendo como base algunas plataformas como Java o PHP.
- **Servidor Web:** Es el componente software que hay que instalar y configurar para que el servidor este operativo, entre ellos se encuentra: Apache Tomcat, IIS (Internet Information Server), JBoss, etc.
- **Infraestructura de red:** Es todo el hardware sobre el cual se va a apoyar el servidor. Básicamente consiste en un ordenador y conexión a Internet.
- **Servidor de base de datos:** Un sistema web requiere de una base de datos para funcionar. Al igual que los lenguajes, las tecnologías son muchas entre ellas se pueden encontrar: Oracle, SQL, MySQL, entre otras.”

### Arquitectura del Sistema Web

Según Eslava (2013, p. 109) indica que: “El modelo MVC es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de un sistema de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones”. De manera genérica, los componentes de MVC se podrían definir como sigue:

*Figura 4: Patrón Modelo, Vista, Controlador*



Fuente: Pérez Martínez (2015, p.89).

## **Modelo**

Eslava Muñoz, nos indica que: “Representación informática con la que el sistema opera, en tal sentido, valida y gestiona los accesos a esta información, actualizaciones, consultas, privilegios que se hayan descrito en las definiciones del negocio”. (2013, p.109)

## **Controlador**

Según Flórez Fernández, menciona que: “Es quien controla la interfaz gráfica a la cual accese el usuario mediante el uso de controles. Dichos controles se activan mediante eventos como dar click en un botón, oprimir una tecla, deslizar un mouse, etc. Este controlador modifica al modelo a traves del uso de estos eventos”. (2012, p.313)

## **Vista**

Según Flórez Fernández, menciona que: “Son los componentes en el cual interactua el usuario de la aplicación (periféricos de salida) La vista es actualizada conforme al estado del modelo, y esta que es modificada por el controlador. Lo que conlleva que la vista constantemente visualiza al modelo”. (2012, p. 313)

## **Lenguajes de Programación**

Según Granados (2014, p. 216), menciona que: “Para el desarrollo del lado del servidor, existen varios lenguajes de programación. La elección dependerá de diversos criterios (curva de aprendizaje, entornos de programación, lenguaje propietario, etc.):

- **PHP:** Lenguaje representado en scripts embebidos dentro de páginas HTML. Es gratuito y relativamente fácil de usar con las nociones clásicas de programación.

- **ASP:NET:** Es propietario de Microsoft, la presencia de este framework le da una gran integración con las aplicaciones de escritorio. Esta debe ser compilada antes de su utilización en el servidor.
- **JSP:** Java Server Pages es desarrollada por Sun Microsystem, debe ser compilado en el servidor para que sea accesible para el cliente. Cuenta con tecnología de Java, como los servlets.”

Según Granados (2014, p. 278), menciona que: “Los criterios de elección está determinado por el servidor que acogerá el sistema web. Dichos criterios son: la separación en capas, mantenibilidad, curva de aprendizaje, integración externa, las cuales son aplicadas a PHP para el caso de pequeños desarrollos, pero si ya se desea un sistema de gran complejidad a nivel empresarial, la elección de JSP es la recomendada.”

### **Motor de Base de Datos**

Según Urbano (2015, p. 152), menciona que: “Una base de datos se encarga de guardar, transaccionar y salvaguardar la información, además de procesar y proporcionar datos para los sistemas que lo solicitan. Entre los motores se encuentran:

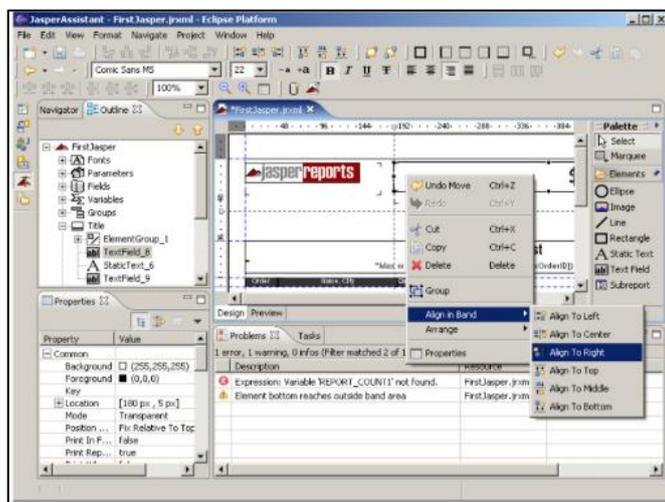
- **Oracle:** Es un sistema de gestión de base de datos objeto-relacional, es multiplataforma, emplea el lenguaje PL/SQL
- **SQL Server:** Es un sistema de gestión de datos de Microsoft, no es de código abierto. Su principal función es almacenar y consultar datos solicitados por otras aplicaciones.
- **MySQL:** Sistema de gestión de base de datos relacional, multiservicio, multiplataforma y de código abierto, el cual puede interactuar con PHP, Perl y Java.”

## Librerías para programación web en Java

### JasperReports API

Según Ávila Jiménez (2018, p. 177 - 179), nos indica que: “es un servidor de informes inteligente e independiente, que proporciona informes y análisis que puede ser embebido en una aplicación web o móvil. [...] El núcleo de la suite de JasperReports proporciona la capacidad de generar nuevos informes que se configuran y luego se integran a una aplicación Java o Java EE para re producirlos mediante el acceso a la base de datos”

Figura 5: JasperReports integrado a Eclipse



Fuente: Ávila Jiménez (2018, p. 178)

### Javax Mail API

Según Elliott Rusty (2013, p. 2), nos indica que: “el API de JavaMail es una representación de alto nivel de los componentes básicos de cualquier sistema de correo electrónico. Los componentes están representados por clase abstractas en el paquete java.mail que se incluyen dentro de una aplicación Java, para realizar envíos de mensajería mediante los protocolos SMTP, IMAP y POP según sea el caso”

### Jxl y Poi API

Según Prashant (2013, p. 2), nos indica que: “Apache POI y JXL son librerías java usada para manipular documentos Microsoft Excel, en formatos .xls y .xlsx. Esta es una extensión que se utiliza para automatizar la creación, modificación, lectura y escritura de datos en el Excel.”

### **Metodología de desarrollo software**

Según Hernández (2014, p. 9), menciona que: “Ante la necesidad de normalizar el proceso desarrollo de software se propusieron las metodologías en las que priman las fases, actividades y tareas. Existe una gran cantidad de metodologías segmentadas en ágiles y tradicionales. Las metodologías tradicionales se enfocan en la planificación para luego comenzar el ciclo de desarrollo, sin embargo, este procedimiento no es tan adaptable al cambio cuando se trata de requerimientos no predecibles, siendo estas metodologías: RUP, MSF, Iconix, ect.

Las metodologías ágiles brindan pautas y principios, junto a técnicas que se adaptan a cambios, logrando entregas incrementales y la satisfacción en los cliente y los equipos.”

En esta investigación se procedió a analizar 3 metodologías para el desarrollo de software, las cuales se detallan a continuación:

**Proceso Unificado Racional (RUP):** Proceso moderno que contiene las buenas prácticas en especificaciones y diseño. RUP es un modelo de fases estrechamente vinculadas y se encuentra conformada por 4 fases: Concepción (determinar la necesidad empresarial), Elaboración (diseño de la arquitectura), Construcción (se programa y se realizan las pruebas del sistema) y Transición (fase final y puesta en producción). (Sommerville, 2011, p. 50-51)

**Programación extrema (XP):** Es un tipo de metodología ágil, basada en la programación en pares, el cual consiste en desarrollar código y realizar pruebas por cada tarea, generando entregas de forma incremental. Maneja buenas prácticas en programación, liberaciones de software frecuentemente, mejora continua y la colaboración permanente del cliente en el equipo. (Sommerville, 2011, p. 71-77)

**Scrum:** Según Scrum Study (2016, p.2), nos indica que: “Es un marco de trabajo basado en la adaptación, es flexible y eficaz, diseñada para ofrecer un valor significativo para el proyecto en forma iterativa. Este marco crea un ambiente de responsabilidad colectiva y de progreso continuo [...] Scrum permite gestionar proyectos de cualquier tamaño y complejidad; el cual genera productos, servicios o cualquier otro resultado que se le entregarán a los socios”.

### **Criterios de las Metodologías para el desarrollo – Sistema Web**

Para seleccionar la metodología de desarrollo más adecuada se realizó una comparación de las 3 metodologías anteriormente expuestas, basándose en las características que cada una ofrece en el ciclo del desarrollo de un proyecto, el cual se tomó como referencia para realizar la ficha de juicio de expertos. A continuación, se detalla los criterios obtenidos para la evaluación de la metodología de desarrollo de software,

*Tabla 1: Criterios para la evaluación de la metodología de desarrollo de software*

| Ítem | Criterios  | Descripción   |
|------|--|---|
| 1    | Permite garantizar que el producto final sea de calidad                                | Scrum, maneja la calidad como la capacidad del producto en cubrir con los criterios de aceptación que el negocio espera.  |
| 2    | Proporciona una manera sistemática de diseñar, desarrollar e integrar los componentes. | RUP, usa una arquitectura basada en componentes y una estructura de forma metódica.   |
| 3    | Es flexible y adaptable a los cambios.   | Scrum, permite los cambios, dado que los socios pueden cambiar o agregar funciones constantemente.  |
| 4    | Permite controlar mejor los riesgos durante el proyecto.                               | Scrum, permite mitigar los riesgos anticipadamente, mediante el entendimiento de eventos inciertos que puedan afectar los objetivos.  |
| 5    | Permite un desarrollo incremental del producto a lo largo del proyecto.                | Scrum, presenta el principio de desarrollo iterativo el cual enfatiza el manejo de cambios y entregas incrementales.  |
| 6    | Permite involucrar al cliente y tener retroalimentación constante.                     | Scrum, mediante el uso de los timeboxing el equipo Scrum puede obtener retroalimentación constantemente para mejorar el progreso del proyecto.<br>XP, la retroalimentación es importante en XP (feedback) que se generan por los ciclos cortos de desarrollo. |
| 7    | Permite gestionar mejor los requerimientos en cada una de las etapas del proyecto.     | RUP, emplea la gestión de requerimientos en la que consiste documentar los requerimientos del cliente en cada fase del proyecto.  |

Fuente: Elaboración propia

## Evaluación de la Metodología de desarrollo – Sistema Web

Para escoger la metodología adecuada para el desarrollo de software se construyó una encuesta basada en características de las diferentes metodologías expuestas, con el fin de obtener una valoración de 3 expertos docentes en ingeniería de sistemas, el cual apoyó a saber que metodología es la más adecuada para el desarrollo del mismo. (ver Anexo 6).

*Tabla 2: Evaluación de Expertos sobre las Metodologías de Desarrollo*

| Experto                 | Grado    | Puntuación de Metodología |    |       |
|-------------------------|----------|---------------------------|----|-------|
|                         |          | RUP                       | XP | SCRUM |
| Flores Macilla Edward   | Doctor   | 36                        | 36 | 37    |
| Vargas Huaman Jonathan  | Magister | 29                        | 31 | 38    |
| Marin Verastegui Wilson | Magister | 30                        | 28 | 37    |
| <b>Total</b>            |          | 95                        | 95 | 112   |

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados visualizados en la Tabla 1, se puede validar que la metodología Scrum es quien obtuvo el puntaje más elevado con 112 pts. Por ende, en el desarrollo de la presente investigación se aplica la metodología Scrum para la implementación del sistema web para el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC, dado que se acopla mejor al tiempo de desarrollo y de las necesidades del negocio.

### **Metodología escogida: Scrum**

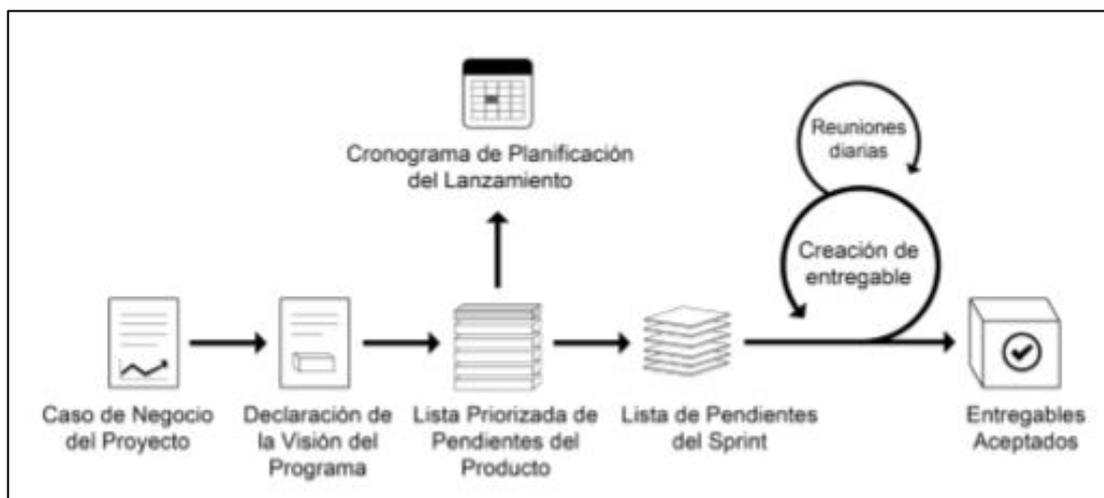
#### **Metodología Scrum**

Según Scrum study Inc (2016, p. 2), nos indica que: “Es un marco de trabajo basado en la adaptación, es flexible y eficaz, diseñada para ofrecer un valor significativo para el proyecto en forma iterativa. Este marco crea un ambiente de responsabilidad colectiva y de progreso continuo”

## Ciclo Scrum

El ciclo de Scrum inicia con una reunión entre product owner y los socios en la cual se genera la lista priorizada de pendientes del producto. Luego, se planifican los sprints donde se van considerando la inclusión de atención de requerimientos de la lista priorizada (cada sprints suele durar de 1-6 semanas). [...] Durante el desarrollo del sprint se cuentan con pequeñas reuniones para ver el avance e impedimentos del desarrollo, al culminar dicho tiempo se realiza la demo junto con el propietario del producto y se hace la entrega de artefactos y se obtendrá la retroalimentación; para luego finalizar con la aprobación de este y cerrar el ciclo incremental. (Scrum Study Inc, 2016, p. 2-3)

Figura 6: Flujo de Scrum para un Sprint



Fuente: Scrum Study Inc, 2016, p. 4

## Fase de Scrum

- **Inicio**, en esta fase se revisa el caso de negocio, se identifica a los involucrados, se genera la visión y la épica del requerimiento, el propietario del producto fragmenta y prioriza los requerimientos y finaliza cuando el equipo realiza la planificación y duración del sprint.

- **Planificación y estimación**, en esta fase se crean las historias de usuario que son entregadas al equipo para ser estimadas y generar las tareas por cada historia generada, y finaliza con la planificación del sprint.
- **Implementación**, en esta fase se generan los entregables, se realizan los daily meeting para ver el progreso y poder actualizar la lista priorizada.
- **Revisión y retrospectiva**, en esta fase se realiza la demostración y validación del sprint al propietario y a los socios, para obtener la aprobación. Finaliza con la retrospectiva del sprint, en la cual se discuten las lecciones aprendidas.
- **Lanzamiento**, en esta última fase de Scrum se realiza la entrega de documentación formalmente al socio y se realiza una retrospectivo a nivel de proyecto. (Scrum Study Inc, 2016, p. 15-19)

### **Principios Scrum:**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 9), menciona que: “El mantener los principios intactos y usarlos apropiadamente infunde confianza en relación al cumplimiento de los objetivos de un proyecto”.

#### ➤ **Control de proceso empírico**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 21), indica que: "El proceso empírico se basa en la experimentación y observación, mas que en la definición inicial planificada, logrando brindar transparencia (Permitiendo que en las fases de los procesos se observen promoviendo un flujo de información fácil y transparente), inspección (se da al usar radiadores de información como un tablero Scrum, las cuales permitan realizar retroalimentaciones) y adaptación (sucede cuando el equipo aprende mediante la transparencia e inspección para luego adaptarse a las mejoras en el trabajo que se lleva)".

➤ **Auto-organización**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 25), indica que: “Se fundamenta de equipos que cuentan con motivación propia y buscan aceptar mayores responsabilidades. [...] Un equipo Scrum auto-organizado cuenta con un sentido de compromiso y responsabilidad compartida, generando un ambiente de trabajo innovador que conduce al crecimiento”.

➤ **Colaboración**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 28), indica que: “La colaboración es un principio que se logra mediante la interacción entre el equipo Scrum y los socios, con la finalidad de poder generar y validar resultados optimos en el proyecto, y así poder, cumplir con los objetivos generales que se plantearon en la visión del proyecto”.

➤ **Priorización basada en valor**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 31), indica que: “La priorización basada en el valor es un principio que promueve el agilismo mediante la adopción y desarrollo iterativo del producto o servicio. Generando un producto valioso al usuario o cliente de forma incremental”.

➤ **Asignación de un bloque de tiempo**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 32), indica que: “Los bloques de tiempo es un principio que introduce aperturas de tiempos (Time-Boxing), la cual se basa en fijar una cantidad exacta de tiempo en cada proceso o actividad en un proyecto de esquema ágil, esto ocasiona que no se invierta mucho tiempo para un trabajo específico”.

➤ **Desarrollo Iterativo**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 37), indica que: “El marco Scrum es impulsado por el objetivo de ofrecer el máximo valor empresarial en un periodo de tiempo minimo. Para lograr esto de forma práctica, Scrum cree en el desarrollo iterativo

de entregables. El beneficio es la generación de entregables que se adaptan al entorno empresarial”.

### **Aspectos en Scrum:**

La Metodología Scrum, manejan aspecto que son importantes para abordar y tener una mejor gestión durante todo el proyecto, para Scrum study Inc (2016, p 10-14), estas son:

- **Organización**, entender los roles y responsabilidades definidos en un proyecto, es muy importante a fin de asegurar la implementación exitosa.
- **Justificación del Negocio**, basada en la entrega de valor y de la evaluación adecuada del negocio.
- **Calidad**, para Scrum es la capacidad que alcanza un producto o los entregables, a los criterios de aceptación y de alcanzar el valor que el negocio espera.
- **Cambios**, Scrum es una metodología que acepta los cambios, dado que los socios constantemente pueden modificar su opinión en referencia a lo que quieren.
- **Riesgo**, Scrum permite mitigar aquellos eventos inciertos que pueden afectar los objetivos positiva o negativamente

### **Roles en Scrum:**

Bajo la metodología Scrum, se maneja el concepto de equipos multidisciplinarios que generan valor iterativo de forma autoorganizada para la mejora constante, para SCRUM study Inc (2016, p. 10), estos roles son:

- **Propietario del producto (product owner)**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 39), nos menciona que: “Es la persona responsable de maximizar el valor al negocio para el proyecto. Este rol es

responsable de articular los requisitos del cliente y de mantener la justificación del negocio del proyecto. El propietario representa la voz del cliente”.

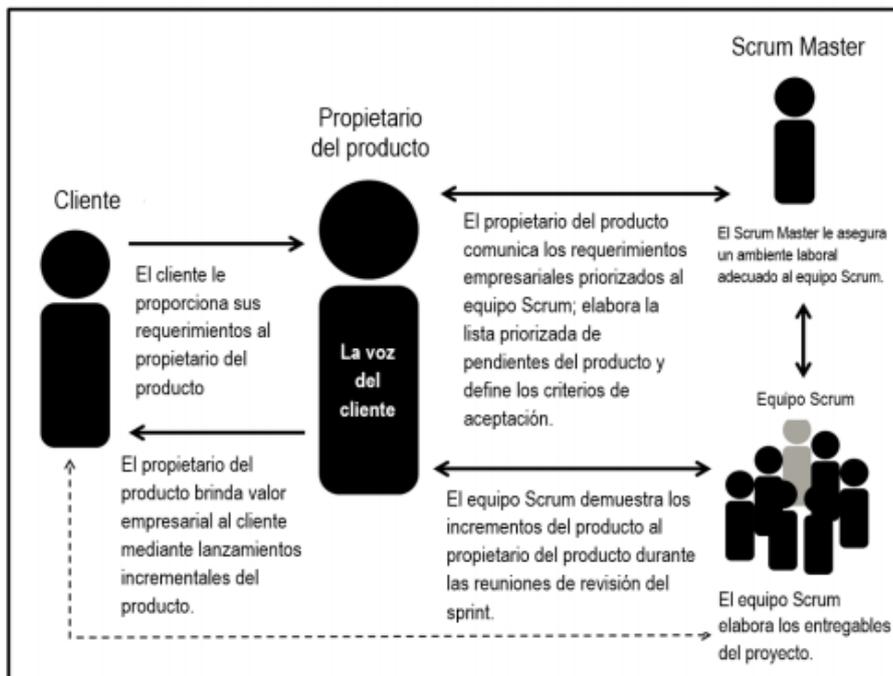
➤ **Scrum Master**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 39), nos menciona que:” Es un facilitador que asegura que el equipo Scrum esté dotado de un ambiente propicio para completar con éxito el desarrollo del producto. El Scrum Master guía, facilita e imparte prácticas de Scrum a todos los participantes en el proyecto, elimina los impedimentos que enfrenta el equipo, y asegura que estén siguiendo los procesos”.

➤ **Equipo Scrum**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 39), nos menciona que: “Es un grupo o equipo de personas que son responsables de la comprensión de los requerimientos del negocio que se especifican por el propietario del producto, de la estimación de historias de usuario y de la creación final de los entregables del proyecto”.

Figura 7: Roles Scrum



Fuente: Scrum Study Inc, 2016, p. 40

## **Bloques de tiempo de Scrum:**

La asignación de bloques de tiempo es una práctica muy importante en Scrum, y esta se debe aplicar con cuidado, para SCRUM study Inc (2016, p. 32), estos bloques de tiempo son:

### ➤ **Sprint**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 32), nos menciona que: "Es una iteración que se asigna un tiempo aproximado de 6 semanas, en el cual el Scrum Master guía y protege al equipo de impedimentos tanto internos como externos durante el proceso de creación de entregables. Durante este tiempo, el equipo trabaja en convertir las necesidades de la lista priorizada de pendientes del producto en funcionalidades de productos fáciles de enviar. Se recomienda un bloque de tiempo de 4 a 6 semanas dependiendo de la estabilidad de los requisitos".

### ➤ **Reunión diaria**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 35), nos menciona que: "Es una reunión diaria de corta duración, que se asigna a un bloque de tiempo de 15 minutos. En esta reunión se informa sobre la marcha del proyecto, respondiendo las siguientes preguntas: ¿Qué terminé ayer?, ¿Qué terminaré hoy? Y ¿Qué impedimentos estoy enfrentando?".

### ➤ **Planificación del sprint**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 35), nos menciona que: "Esta reunión se realiza antes del inicio del sprint, como parte del proceso de creación de la lista de pendientes del sprint. Se asigna un bloque de tiempo de 8 horas, en la cual primero se define el objetivo, el alcance y se presenta la lista priorizada; y luego se procede a realizar las estimaciones".

### ➤ **Revisión del sprint**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 35), nos menciona que: "Durante esta reunión se efectúa el proceso de demostración y validación del sprint, el equipo Scrum

le presenta los entregables al propietario de producto. Este revisa contra los criterios de aceptación y luego acepta o rechaza las historias de usuario “.

➤ **Retrospectiva del sprint**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 36), nos menciona que: “En este tiempo el equipo revisa y reflexiona sobre el sprint anterior en relación a los procesos que se siguieron, es decir, se discute lo que salió bien y lo que salió mal, con el objetivo de aprender y mejorar sprints futuros”.

**Artefactos Scrum:**

La asignación de bloques de tiempo es una práctica muy importante en Scrum, y esta se debe aplicar con cuidado, para SCRUM study Inc (2016, p. 32), estos bloques de tiempo son:

➤ **Lista de pendientes del producto (Product Backlog)**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 84), nos menciona que: “Es un documento que define el alcance del proyecto, proporcionando una lista de prioridades de las características del producto a ser entregado por el proyecto. Las características se describen en forma de historias de usuario. El propietario del producto es el responsable de actualizar de lista, incluyendo su contenido, disponibilidad y orden”.

➤ **Historia de usuario (User Store)**

Según Scrum Study Inc (2016, p. 185), nos menciona que: “Las historias de usuario mantienen una estructura específica en la que se documentan los requerimientos y funcionalidades que desea el usuario final. Una historia de usuario incluye tres elementos sobre el requerimiento: ¿Quién? ¿Qué? Y ¿Por qué?. Cada historia de usuario, cuenta con criterios de aceptación que brindan la objetividad requerida para considerar terminada o no una historia durante la revisión del sprint “.

Figura 8: Formato de una historia de usuario

Formato de historia de usuario:  
Como <rol/prototipo de cliente>, yo debería <requerimiento> a fin de <beneficio>.

Ejemplo de historia de usuario:  
Como administrador de una base de datos, yo debería contar con la capacidad de revertir una cantidad selecta de actualización de la base de datos a fin de que se restablezca a la versión deseada.

Fuente: Scrum Study Inc, 2016, p. 185

### ➤ Lista de pendientes del sprint (Sprint Product Backlog)

Según Scrum Study Inc (2016, p. 204), nos menciona que: "Es una práctica común que la lista de pendientes del sprint se represente en un tablero Scrum o en un tablero de tareas, el cual brinda una percepción visual constante sobre el estado de las historias de usuario en la lista de pendientes. En la lista de pendientes del sprint se incluye también cualquier riesgo asociado con las varias tareas. Cualquier actividad de mitigación para atender los riesgos identificados también se incluiría como tarea en la lista de pendientes del sprint".

## 1.4. Formulación del problema

### Problema General

**PG:** ¿De qué manera el sistema web influye en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC?

### Problemas Específicos

**P1:** ¿De qué manera el sistema web influye en el índice de avance físico de obra, en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC?

**P2:** ¿De qué manera el sistema web influye en el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC?

## **1.5. Justificación del estudio**

### **Justificación Institucional**

Según Riasocs y Arias (2016), “los sistemas de Información son herramientas usadas por organizaciones para apoyar al desarrollo de sus actividades; donde su objetivo es entregar información válida para la toma de decisiones y su empoderamiento en el mercado.” (p. 286)

LTA Ingenieros SAC constantemente envían información sobre el avance físico de obras por medio de valorizaciones en el cual le detallan la planificación, lo acumulado, lo trabajo en el tiempo de entrega y la pendiente por avanzar. Para llegar mejorar los tiempos de entrega y evitar los re trabajos el sistema web como herramienta apoyó a los procesos de control de obras en los proyectos de construcción y brindó información detalla del avance en términos porcentuales por partida en la estructura de un proyecto de construcción, la cual está alineada a la misión que tiene la empresa de brindar un adecuado servicio de construcción a sus clientes, manteniendo un avance correcto según el alcance y cronograma establecido; contribuyendo con el éxito de la organización.

### **Justificación Económica**

Según Ríos, López y Contreras (2013) “Las TIC son consideradas una herramienta que impulsa y fortalece la competitividad, incrementando la productividad, disminuyendo los costos y por ende aumenta el crecimiento de las empresas al adoptar las tecnologías. Asimismo, la información que brindan las TIC conduce a disminuir tiempos y costos en la cadena de valor.” (p. 7)

### **Justificación Operativa**

Según Mosquera (2010) “La tecnología permite a la organizaciones definir nuevas y mejores formas de poder trabajar, haciendo funcionar de una forma más eficiente los procesos viejos.” (p. 80)

El Sistema web para el control de obras que se implementó en LTA Ingenieros SAC, brindó un mejor control del avance y desempeño de obras por medio del registro oportuno del avance de partidas de las obras, dicha información se encuentra centralizada, la cual se pudo acceder desde cualquier navegador con conexión a Internet. El sistema permitió generar reportes constantes basado en los registros, la cual es validada por la dirección de obras y proyectos. Asimismo, permitió mediante los reporting y dashboards, analizar el estado actual de la obra, brindando un mejor control por medio de la herramienta.

### **Justificación Tecnológica**

Según Saavedra y Tapia (2013) “El uso de las TIC cobra vital importancia en las empresas ya que incrementan la competitividad. Dichas tecnologías mejoran el desempeño de la empresa por medio de la automatización.” (p. 103)

El presente desarrollo para LTA Ingenieros SAC, hizo que la empresa pueda tener un sistema bajo la plataforma web que sustente sus procesos generales de control de obras, cuya solución tecnológica permitió disponer de la información de forma oportuna e inmediata desde cualquier punto de conexión, mediante el uso de credenciales; con la finalidad de cumplir con los estándares de seguridad de la organización. Por lo tanto, el sistema web de control de obras que proporcionó un valor al negocio a través de funcionalidades que ayudaron al desempeño de los supervisores o auditores; con el fin de asegurar el cumplimiento de los lineamientos en los proyectos.

## **1.6. Hipótesis**

### **Hipótesis General**

**HG:** El sistema web mejora el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

## **Hipótesis Específica**

**H1:** El sistema web aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

**H2:** El sistema web aumenta el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

### **1.7. Objetivos**

#### **Objetivo General**

**OG:** Determinar de qué manera influye un sistema web en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

#### **Objetivos Específicos**

**O1:** Determinar de qué manera influye un sistema web en el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

**O2:** Determinar de qué manera influye un sistema web en el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

## II. MÉTODO

## **2.1. Diseño de investigación**

### **Método de investigación: Hipotético - deductivo**

El método que se aplicó para la investigación presente estuvo contenido en el hipotético-deductivo, para Cegarra (2012, p. 82), nos indica que: “El método hipotético - deductivo es la forma lógica para hallar la solución a determinados problemas encontrados. Implica en formular una hipótesis sobre las posibles alternativas de solución ante un problema situado y en probar con los datos si estos se encuentran acorde con ellas”

En tal sentido, la presente investigación empleó el método hipotético-deductivo, dado que se realizó el planteamiento del problema en la organización evaluada (del proceso de control de obras), para poder generar la hipótesis con la solución a implementar (sistema web) y mediante el análisis de la información obtener, contrastar y refutar dicha hipótesis para poder aceptarla o rechazarla.

### **Tipo de estudio**

#### **Explicativa**

Según Arias (2012, p. 26), nos indica que: “La investigación explicativa, busca el porqué se dan los hechos mediante la utilización de las relaciones causa - efecto. En este sentido, este tipo de investigación se encarga respecto de la determinación de la causa así como de los efectos, por medio de la aplicación de la prueba de hipótesis. Sus resultados conforman un nivel más profundo de sensibilización al conocimiento.”

En tal sentido, por la profundidad de estudio, la investigación fue de tipo explicativa, dado que por medio del estudio del problema se pudo explicar las causas que presenta LTA Ingenieros SAC frente a un proceso de control de obras, como consecuencia del análisis cuantitativo de sus indicadores identificados.

### **Experimental**

Según Arias (2012, p. 34), nos indica que: “La investigación experimental consiste en el proceso de someter al grupo de individuo o objeto, a una definida índole o tratamiento (variable independiente), para mirar y observar las reacciones que producen (variable dependiente).”

En relación a lo presentado, la manipulación de variables la investigación fue de tipo experimental dado que se sometieron las actividades de obras que se ejercen en una construcción civil al estímulo que para este caso fue el sistema web (variable independiente) para poder ver su efecto sobre el proceso de control de obras (variable dependiente) en LTA Ingenieros SAC.

### **Aplicada**

Según Arias (2012, p. 22), nos indica que: “La investigación Aplicada, es de aplicación inmediata a la solución de problemas prácticos la cual presenta un gran valor por la utilización del conocimiento que proviene de la investigación básica.”

En consecuencia, en la presente investigación es de tipo aplicada ya que busca satisfacer las necesidades del negocio, mediante la búsqueda de soluciones tecnológicas y el aporte de los conocimientos adquiridos en el rubro de construcción civil.

### **Diseño de estudio: Pre - experimental**

Según Arias (2012, p. 35), nos indica que: “La investigación pre - experimental aplica un tipo de prueba el cual se realiza previo al experimento verdadero. La limitación principal es el caso del control sobre el proceso, dado que el valor científico es cuestionable. El modelo básico es el pretest - posttest enfocado en un solo grupo”

Figura 9: Diseño pre - experimental

| Aplicación del pre-test o medición inicial |    | Aplicación del estímulo o tratamiento | Aplicación del posttest o medición final |
|--|----|---------------------------------------|--|
| G  | O1 | X                                     | O2                                       |

Fuente: Arias (2012, p. 36)

Donde:

**G (Grupo experimental):** Es el grupo a quien se le aplicó la medición (actividades de obra) para evaluar el proceso de control de obras que permitió medir el índice de avance físico e índice de desempeño del cronograma

**O1 (Pre-test):** Es la medición que se realizó antes de implementar la aplicación del sistema web en el proceso de control de obras, la cual se comparó con el posttest.

**O2 (Post-test):** Es la medición que se realizó luego de haber implementado la aplicación del sistema web en el proceso de control de obras.

**X (Estímulo):** Es el sistema web que se usó para el proceso de control de obras en LTA Ingenieros S.A.C.

Según esto, el diseño de tipo preexperimental permitió realizar una evaluación del estado en el que se encuentra actualmente la empresa sobre su proceso de control de obras que es la variable dependiente, para posteriormente aplicar el sistema web (que es la variable independiente) y ver la variación que tuvo bajo el nuevo escenario.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

### **Definición Conceptual**

#### **Variable Dependiente (VD): Proceso de Control de Obras**

Según Alarcón y Campero (2014, p.371) define que: "Se conoce como proceso de control de obras, a las acciones necesarias para cumplir con los objetivos definidos en el proyecto, a través del monitoreo constante del desempeño del trabajo, velando por el cumplimiento de los hitos y salvaguardando la calidad del trabajo operativo, para que las metas se cumplan. [...] Las construcciones necesitan una mayor demanda para realizar el control a nivel del costo y la calidad para obtener la satisfacción de usuarios, en tal sentido, el control de obras garantiza el seguimiento en los procesos del proyecto hasta la finalización, buscando que se cumpla la calidad, los costos y los plazos definidos."

#### **Variable Independiente (VI): Sistema Web**

Según Aedo (2010, p. 310), menciona que: "Un sistema web está estructurado por un lenguaje de marca de hipertexto (HTML). Al ser hipertexto, permite acceder a una serie de contenidos de un nodo a otro, permitiendo secuencialidad gracias a la navegación por enlace

### **Definición Operacional**

#### **Variable Dependiente (VD): Proceso de Control de Obras**

Son actividades que se realizan para mantener controlada la obra durante su ejecución, mediante el levantamiento de información sobre el uso de los recursos materiales, humanos, así como el control de la calidad y cumplimiento de las medidas de seguridad estipuladas, las mismas que se realizan de forma diaria y son registradas y notificadas a la central de proyectos, las cuales generan las valorizaciones y solicitudes adicionales para los clientes sobre el consumo real del proyecto de obra.

### **Variable Independiente (VI): Sistema Web**

El sistema web permitió registrar los proyectos de construcción civil, registrando las actividades y detalle de fechas, consumo y programación, asimismo permitió realizar el control de obras in situ accediendo al sistema registrando el avance de obra, requerimiento, problemas, actividades adicionales y generar reportes automáticamente sobre dicho avance para los correspondientes análisis organizacionales y notificación interna mediante los accesos.

## Operacionalización de Variables

Tabla 3: Operacionalización de variables

| Variable                           | Definición Conceptual  | Definición Operacional  | Dimensión | Indicador                                | Escala de Medición |
|------------------------------------|--|---|-----------|--|--------------------|
| <b>Sistema Web</b>                 | Un sistema web está estructurado por un lenguaje de marca de hipertexto (HTML). Al ser hipertexto, permite acceder a una serie de contenidos de un nodo a otro, permitiendo secuencialidad gracias a la navegación por enlace (Aedo, 2010, p. 310)   | Registrar los proyectos de construcción civil, registrando las actividades, detalle de fechas, consumo y programación, asimismo realizar el control de obras in situ accediendo al sistema registrando el avance de obra, requerimiento, problemas, actividades adicionales y generar reportes automáticamente para el análisis.  |           |  |                    |
| <b>Proceso de Control de Obras</b> | Son las acciones necesarias para cumplir con los objetivos definidos en el proyecto, a través del monitoreo constante del desempeño del trabajo, velando por el cumplimiento de los hitos y salvaguardando la calidad del trabajo operativo, para que las metas se cumplan. (Alarcón y Campero, 2014, p. 371). | Son actividades que se realizan para mantener controlada la obra durante su ejecución, mediante el levantamiento de información sobre el uso de los recursos materiales, humanos, así como el control de la calidad y cumplimiento de las medidas de seguridad estipuladas, las mismas que se realizan de forma diaria y son registradas y notificadas a la central de proyectos, las cuales generan las valorizaciones y solicitudes adicionales para los clientes sobre el consumo real del proyecto de obra. | Verificar | Índice de Avance Físico de Obra (IAF)    | Razón              |
|                                    |  |   |           | Índice de Desempeño del Cronograma (SPI) | Razón              |

Fuente: Elaboración propia

## Indicadores

Tabla 4: Indicadores de la variable dependiente

| Indicador                                       | Descripción   | Técnica | Instrumento       | Unidad de Medida | Fórmula   |
|---|---|---------|-------------------|------------------|---|
| <b>Índice de Avance Físico de Obra (IAF)</b>    | El avance físico de obra en la construcción, permite conocer el nivel de cumplimiento en términos de metas que van teniendo las actividades en un determinado momento, lo que facilita a los responsables del proyecto conocer la situación real de la obra (Mattos y Valderrama, 2014, p. 237) | Fichaje | Ficha de Registro | Unidades         | $IAF = \frac{\text{Avance físico realizado}}{\text{Avance físico planificado}}$ |
| <b>Índice de Desempeño del Cronograma (SPI)</b> | El SPI muestra qué porcentaje representa el valor ganado respecto del valor planificado, es, decir, la proporción en la que el proyecto avanza, convirtiendo PV en EV. (Mattos y Valderrama, 2014, p. 280)  | Fichaje | Ficha de Registro | Unidades         | $SPI = \frac{\text{Valor Ganado}}{\text{Valor Planificado}}$                    |

Fuente: Elaboración propia

## 2.3. Población y Muestra

### Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174), “la población es la agrupación de todos los casos que coinciden con una serie de especificaciones. Las poblaciones deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y en el tiempo”.

En la presente investigación se empleó como objeto de estudio a la empresa LTA Ingenieros SAC, del cual se tomó como población cuatrocientos quince (415) partidas de obras, la cual se agrupó en días, y organizadas en 24 fichas de registro por un periodo de un mes (cuatro semanas). En tal sentido, la población estuvo segmentada en 24 fichas para los dos indicadores presentados (índice de avance físico de obra e índice de desempeño del cronograma).

### Muestra

Según Arias (2012) indica que: “La muestra representa un subconjunto finito extraído de la población, que permite hacer inferencias o generalizar los resultados sobre la población y que presenta un margen de error conocido” (p. 85) Asimismo, Arias (2012) afirma que “para calcular la muestra poblacional y si se conoce el tamaño de la población, se debe aplicar la siguiente fórmula:” (p.90)

$$n = \frac{N * Z_c^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + Z_c^2 * p * q}$$

Nomenclatura:

n= Tamaño de la muestra.

N= Total de elementos que integran la población.

$Z_c^2$ =Nivel de Confianza, se elige para la investigación una confianza al 95% que equivale a 1.96.

p= Probabilidad de éxito, se elige para la investigación una probabilidad del 50%=0.5.

q= Probabilidad de fracaso, se elige para la investigación una probabilidad del 50%=0.5.

e= Error muestral, se elige para la investigación un error muestral del 5%=0.05.

$$n = \frac{415 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{(4152 - 1) * 0.05^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$
$$n = \frac{398.566}{1.9954}$$
$$n = 199.742 \Rightarrow n = 200$$

En este sentido el tamaño de la muestra para la investigación se determinó por doscientas (**200**) partidas de obras, y se agrupo por días en un periodo de un mes (cuatro semanas). Por lo tanto, la muestra quedó conformada en 24 fichas de registro para los indicadores.

### **Muestreo**

El tipo de muestreo que se empleó en la investigación fue el muestreo probabilístico simple, según Arias (2012) indica que: “el muestreo probabilístico es un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra [...] El muestreo aleatorio simple implica seleccionar cualquier elemento al azar de la muestra” (p. 84).

En tal sentido, dado que el objeto de estudio (partidas de obra) presenta las mismas características de ser evaluadas se escogió aleatoriamente dichas actividades para ser evaluadas en la ficha de registro en la empresa LTA Ingenieros SAC.

## **2.4. Técnicas e instrumento de validación de datos y confiabilidad**

### **Técnica de recolección de datos**

#### **Fichaje**

Según Sáez (2017, p. 149) indica que: “El fichaje es la técnica que permite el registro de información seleccionada para el proceso de investigación. Su aplicación requiere el uso de fichas para recoger y organizar la información extraída de diversas fuentes”.

En este sentido, se tomó el fichaje como técnica de recolección de datos ya que se requirió revisar documentación, datos históricos y actuales sobre documentos involucrados con el avance físico y desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

### **Instrumento de recolección de datos**

#### **Ficha de registro**

Según Sáez (2017, p. 150) indica que “La ficha de registro es la herramienta que nos permite registrar hechos y fenómenos de forma coherente, para interpretarlos posteriormente”.

Por ende, se elaboraron las fichas de registro para el Índice de avance físico de obras e Índice de desempeño del cronograma (ver anexo 3), en la cual se registraron los datos obtenidos en la investigación. La técnica e instrumento que se implementó para la recolección de datos, se detalla a continuación:

Tabla 5: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

| VARIABLE                           | DIMENSION | INDICADOR                          | TÉCNICA | INSTRUMENTO       |
|------------------------------------|-----------|------------------------------------|---------|-------------------|
| <b>Proceso de Control de Obras</b> | Verificar | Índice de Avance Físico de Obras   | Fichaje | Ficha de registro |
|                                    |           | Índice de Desempeño del Cronograma | Fichaje | Ficha de registro |

Fuente: Elaboración propia

### **Validez**

Según Meneses et al. (2014) nos indica que: “La validez de un instrumento de recolección de información es definida como la propiedad del instrumento para medir/observar lo que se pretende medir/observar. Esta condición es fundamental para obtener la confiabilidad” (p. 86).

### **Validez de Criterio**

Según Meneses et al. (2014) manifiesta: “La validez de criterio, se hace alusión al nivel en que un cifrado de observación localiza variaciones que pretende observar, es decir, lo que se está midiendo sea símil a la medición del objeto en evaluación” (p. 85).

### **Validez de Contenido**

Según Meneses et al. (2014) manifiesta: “La validez de contenido de un artefacto de observación hace mención al nivel en que el conjunto de categorías preparado es una muestra de representación del universo potencialmente observables” (p. 84).

## Validez de Constructo

Según Meneses et al. (2014) manifiesta: “La validez de constructo es el nivel en que unos conjuntos de indicadores suman pruebas a favor de la variable no directamente observable, [...] y cuyos posibles resultados permitan poner a prueba la hipótesis” (p. 86).

Las fichas de registro de datos que se emplearon fueron revisados en base criterios por juicio de expertos, para cada indicador del cual se detallan a continuación:

### Indicadores:

#### Índice de Avance Físico de Obra

Por medio de Juicio de expertos se validó el indicador de Índice de avance físico de obra (ver Anexo 6), la cual se puede ver en la Tabla 6 que contiene el resumen sobre los resultados tras la aplicación de dicha evaluación.

*Tabla 6: Validez del índice avance físico de obra*

| EXPERTO<br>(A):                   | PUNTUACIÓN |      |      |      |      |      |      |      | VALIDEZ |
|-----------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
|                                   | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |         |
| Marín<br>Verástegui,<br>Wilson    | 0.95       | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95    |
| Aradiel<br>Castañeda,<br>Hilario  | 0.79       | 0.75 | 0.80 | 0.76 | 0.75 | 0.73 | 0.73 | 0.75 | 0.76    |
| Valenzuela<br>Zegarra,<br>Anselmo | 0.72       | 0.78 | 0.78 | 0.72 | 0.78 | 0.74 | 0.79 | 0.80 | 0.77    |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, para el indicador de índice de avance físico de obra se obtuvo un resultado promedio de 82.66% tras el juicio de experto dando un nivel aceptable para el levantamiento de información.

### Índice de Desempeño del Cronograma

Por medio de Juicio de expertos se validó el indicador de Índice de desempeño del cronograma (ver Anexo 6), la cual se puede ver en la Tabla 7 que contiene el resumen sobre los resultados tras la aplicación de dicha evaluación.

*Tabla 7: Validez de índice de desempeño del cronograma*

| EXPERTO<br>(A):                   | PUNTUACIÓN |      |      |      |      |      |      |      | VALIDEZ |
|-----------------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
|                                   | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |         |
| Marín<br>Verástegui,<br>Wilson    | 0.95       | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95    |
| Aradiel<br>Castañeda,<br>Hilario  | 0.73       | 0.80 | 0.79 | 0.76 | 0.80 | 0.73 | 0.75 | 0.76 | 0.77    |
| Valenzuela<br>Zegarra,<br>Anselmo | 0.80       | 0.75 | 0.80 | 0.75 | 0.80 | 0.72 | 0.78 | 0.80 | 0.78    |

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, en relación al indicador de índice de desempeño del cronograma, se consiguió un resultado promedio de 83.33% tras el juicio de experto, dando un nivel aceptable para el levantamiento de información.

### Confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), nos indica que: “Se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo objeto produce resultados

iguales [...] Hay diversidad de procedimientos para evaluar la confiabilidad de un mecanismo conformado por una o diversas escalas que estiman las variables. Todas utilizan una formulación que generan coeficientes que pueden cambiar entre cero y uno, en dónde el valor cero es equivalente a la nula confiabilidad y uno la máxima confiabilidad” (p. 200, 327)

### **Método: test - retest**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), menciona que: “La confiabilidad por test-retest, es un procedimiento en donde un mismo instrumento de medición se aplica dos o más veces a un mismo grupo de personas o casos, después de cierto periodo. Si la correlación es muy positiva, el instrumento se considera confiable” (p. 328)

En base a ello, se empleó este método en dos lapsos de tiempos dentro del mismo mes, para realizar el llenado de las fichas de registro de información, a la cual se le aplicó la técnica de correlación de Pearson para validar su confiabilidad de medición sobre los indicadores evaluados.

### **Técnica: Correlación de Pearson**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), nos indica que: “La correlación de Pearson es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables en un nivel por intervalos o de razón. [...] Se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra de dos variables. Se relacionan las puntuaciones recolectadas de una variable con la puntuación obtenida de la otra” (p. 304).

*Figura 10: Coeficiente de correlación de Pearson*

$$\begin{array}{l} \text{Población: } \rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \\ \text{Muestra: } r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x \cdot s_y} \end{array}$$

Fuente: Guardia (2018)

Dónde:

$\rho_{xy}$  = Coeficiente de correlación de Pearson de la Población

$r_{xy}$  = Coeficiente de correlación de Pearson de la Muestra

$\sigma_{xy} = S_{xy}$  = Covarianza de x e y

$\sigma_x = S_x$  = Desviación típica de la variable x

$\sigma_y = S_y$  = Desviación típica de la variable y

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), nos indica que: “La interpretación de los resultados puede variar de -1.00 a +1.00 donde -1.00 significa una correlación negativa perfecta y +1.00 significa una correlación positiva perfecta” (p. 305).

*Figura 11: Interpretación del Coeficiente de Correlación*

| Rangos      | Magnitud |
|-------------|----------|
| 0,81 a 1,00 | Muy Alta |
| 0,61 a 0,80 | Alta     |
| 0,41 a 0,60 | Moderada |
| 0,21 a 0,40 | Baja     |
| 0,01 a 0,20 | Muy Baja |

Fuente: Corral (2009, p. 244)

En relación a ello, en cuanto los resultados se encuentren cerca a la unidad, los instrumentos mantendrán un mayor grado de confiabilidad para el análisis de sus objetos de medición, y para la presente investigación fueron: Índice de avance físico de obra e Índice de desempeño del cronograma.

En el Anexo 5, se puede visualizar los resultados sobre el valor de confiabilidad de ambos indicadores, lo cuales se detallan a continuación:

*Tabla 8: Confiabilidad para Índice de Avance Físico de Obra*

|   |                        | Test  | Retest |
|---|------------------------|-------|--------|
| <b>Índice de Avance Físico (test)</b>   | Correlación de Pearson | 1     | 0,741  |
|   | Sig. (bilateral)       |       | 0.004  |
|   | N                      | 12    | 12     |
| <b>Índice de Avance Físico (retest)</b> | Correlación de Pearson | 0,741 | 1      |
|   | Sig. (bilateral)       | 0.004 |        |
|   | N                      | 12    | 12     |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se puede evidenciar sobre el análisis de confianza para el indicador de índice de avance físico de obra, la que en base al SPSS evidencia una correlación de 0.741, el cual presenta una correlación superior y, por ende, el instrumento para este indicador es aceptable.

*Tabla 9: Confiabilidad para Índice de Desempeño del Cronograma*

|  |                        | Test  | Retest |
|--|------------------------|-------|--------|
| <b>Desempeño del Cronograma (test)</b>   | Correlación de Pearson | 1     | 0,794  |
|  | Sig. (bilateral)       |       | 0.002  |
|  | N                      | 12    | 12     |
| <b>Desempeño del Cronograma (retest)</b> | Correlación de Pearson | 0,794 | 1      |
|  | Sig. (bilateral)       | .002  |        |
|  | N                      | 12    | 12     |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se puede evidenciar sobre el análisis de confiabilidad para el indicador de índice de desempeño del cronograma, la cual según SPSS muestra una correlación de 0.794, que precisa que tienen una correlación superior y, por consiguiente, el mecanismo para este indicador es aceptable.

## 2.5. Métodos de análisis de datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), sostienen que: “El análisis de contenido cuantitativo es una técnica que tiene la finalidad de investigar cualquier clase de problema de forma objetiva y sistemática en cual mide numéricamente el contenido sometiendolos a un análisis estadístico.”

A tal efecto, e la investigación presente se fijó que el enfoque de análisis de datos sea el cuantitativo, puesto que, apoya al cuantificar los datos y permite contrastar las hipótesis.

### Prueba de Normalidad

Según Díaz Abel (2009), menciona que: “La prueba de Shapiro-Wilk, una de las pruebas con un superior grado de sensibilidad a la no normalidad, aquí no se requiere evaluar la media ni la varianza sobre la muestra con el fin de incorporarlas a la hipótesis, sin embargo, necesitan que el tamaño muestral sea menor igual a un valor de 50 casos de estudio” (p. 35).

En tal sentido, se consideró la prueba de Shapiro-Wilk como la más adecuada, dado que la dimensión muestral estuvo conformada por 24 fichas de registro.

### Hipótesis Estadística

Según Cáceres José (2008) mencionan que:” La hipótesis estadística, es una alegación positiva en relación a una de las características sobre la población y, por ende, un expuesto sobre una variable al azar respecto a su ley de probabilidades. Permitiendo la distribución de la variable al azar de un determinado tipo, el cual puede elaborarse un enunciado del criterio del que depende la distribución de dicha constante” (p. 370).

Para la presente investigación se planteó las siguientes hipótesis:

### Hipótesis General

**Hipótesis  $H_0$ :** El sistema web no mejora el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

**Hipótesis  $H_a$ :** El sistema web mejora el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

### **Hipótesis Específicas**

#### **$HE_1$ =Hipótesis Específica 1**

$HE_1$ = El sistema web aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

#### **Indicador 1: Índice de Avance Físico de Obras**

$IAF_i$  = Índice de avance físico de obra antes de utilizar el Sistema web.

$IAF_f$  = Índice de avance físico de obra después de utilizar el Sistema web.

#### **Hipótesis estadística 1**

**Hipótesis nula  $H_0$ :** El sistema web no aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

$$H_0: IAF_f \leq IAF_i$$

**Hipótesis alternativa  $H_a$ :** El sistema web aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

$$H_0: IAF_f > IAF_i$$

#### **$HE_2$ =Hipótesis Específica 2**

El sistema web aumenta el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

#### **Indicador 2: Índice de Desempeño del Cronograma**

$ISP_i$ : Índice de desempeño del cronograma antes de utilizar el Sistema web.

$ISP_f$ : Índice de desempeño del cronograma después de utilizar el Sistema web.

**Hipótesis nula  $H_0$ :** El sistema web no aumenta el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

$$H_0: ISP_f \leq ISP_i$$

**Hipótesis alternativa  $H_a$ :** El sistema web mejora el índice de desempeño del cronograma en LTA Ingenieros SAC.

$$H_a: ISP_f > ISP_i$$

### **Nivel de Significancia**

Según Del Río Sadornil (2013) nos menciona que: “Nivel de significancia es la probabilidad de declinar la hipótesis nula; precisa que el margen de error aceptado al desechar la hipótesis de nulidad. Científicamente esa probabilidad de error o nivel riesgo no debería de superar el 5%, denominado  $\alpha$  y el nivel de seguridad que habitualmente se usa con el 95%” (p.157)

$$\alpha = 5\% \Rightarrow 0.05$$

Por lo tanto, el nivel de confiabilidad  $(1 - \alpha) = 0.95$

Y, el error = 0.05

### **Test estadístico o estadístico de prueba**

Según los resultados basados en las pruebas de normalidad, se aplicarán los test estadísticos apropiados para validar la hipótesis, el cual, en caso los datos tengan una distribución normal, se utilizará la Prueba T de Student, que aplica para una muestra poblacional menor a 30 elementos.

Según Gutierrez y Vladimirovna (2016) nos menciona que: “La distribución t de Student, es usado cuando la distribución se asemeja a la de un modelo normal y usada para tamaño muestral menor o igual a 30 sujeto. Emplea una distribución simétrica y tiene forma de campana. La diferencia entre la distribución normal y la t-Student reside en que esta última a menos grados

de libertad tiene colas más pesadas que la normal". (p. 69)

En relación a ello, el test estadístico se basó en la siguiente formula:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

Donde:

$S_1$  = Varianza grupo pre-test

$S_2$  = Varianza grupo post-test

$\bar{x}_1$  = Media muestral pre-test

$\bar{x}_2$  = Media muestral post-test

$N$  = tamaño de la muestra

Cálculo de la media

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

Cálculo de la desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Cálculo de la varianza

$$S^2 = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2$$

Donde:

$S$  = Desviación estándar

$S^2$  = Varianza

$\bar{x}$  = Media

$x_i$  = es el dato que va desde el 1 dato hasta el N

$N$  = cantidad de datos

### Región crítica o región de rechazo

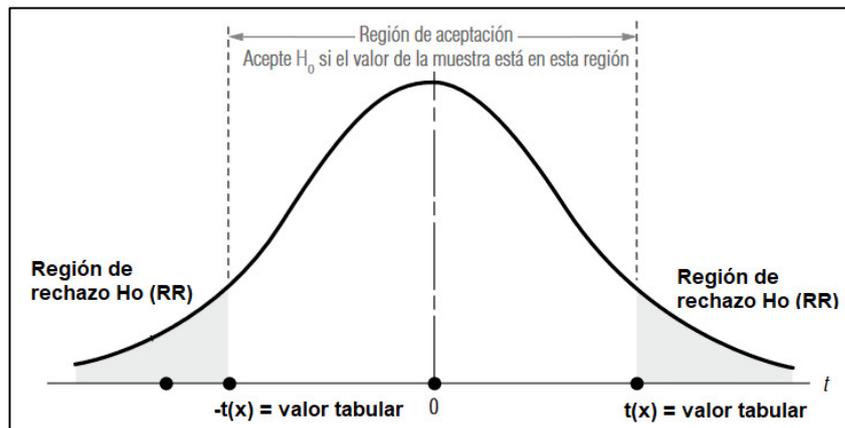
La región de rechazo es:  $T = t_x$

Para lo cual se establece:  $P(T > t_x) = 0.05$

Donde  $t_x$  = Valor tabular, empleando la t de Student

Luego (RR):  $T > t_x$

Figura 12: Región de aceptación y rechazo de la  $H_0$



Fuente: Gutierrez y Vladimirovna, 2016, p. 75

Para el caso de rangos de signos de Wilcoxon ( $w$ ):

Se determina el valor crítico de contraste (Sig.) o p-value, a fin de evaluar los siguientes criterios de aceptación:

Si (Sig.)  $< 0.05$ , Se rechaza la Hipótesis Nula ( $H_0$ )

Si (Sig.)  $> 0.05$ , Se acepta la Hipótesis Nula ( $H_0$ )

## **2.6. Aspectos éticos**

- La investigación acepta el guardar la veracidad de los resultados obtenidos y la confiabilidad de la información obtenida de la empresa LTA Ingenieros SAC
- La información presentada en la investigación fue procesada de forma apropiada basada en la data que brindó la empresa y registrados en el instrumento aplicado en el pretest y postest.
- Se respetó el procesamiento de información de la empresa, mediante la aprobación de las partes involucradas la cual se encuentra registrada en las fichas.
- El uso de información se basó en criterios de criterios de transparencia, garantizando la confidencialidad de la información adquirida.
- La investigación es única y no existe una investigación similar de estudio.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Análisis Descriptivo

En el estudio se aplicó un sistema web para evaluar el índice de avance físico de obra y el índice de desempeño del cronograma, en el proceso de Control de Obras; para ello se aplicó un Pre-Test que permita conocer las condiciones iniciales del indicador; posteriormente se implementó el sistema web y de nuevo se registró el índice de avance físico de obras y el índice de desempeño del cronograma, en el proceso de Control de Obras. Los resultados obtenidos de estas medidas se pueden visualizar de forma descriptiva en las Tablas 10 y 11.

- **Indicador:** Índice de Avance Físico de Obra.

Los resultados descriptivos del Índice de avance físico de obra, de estas medidas se observan en la Tabla 10.

Tabla 10: Medidas descriptivas del Índice de Avance Físico de Obra en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web

| Estadísticos descriptivos                  |    |        |        |        |            |
|--|----|--------|--------|--------|------------|
|  | N  | Mínimo | Máximo | Media  | Desv. típ. |
| Pre Test: Índice de Avance Físico de Obra  | 24 | 0,65   | 0,83   | 0,7654 | 0,04273    |
| Post Test: Índice de Avance Físico de Obra | 24 | 0,98   | 1,03   | 1,0017 | 0,01523    |
| N válido (según lista)                     | 24 |        |        |        |            |

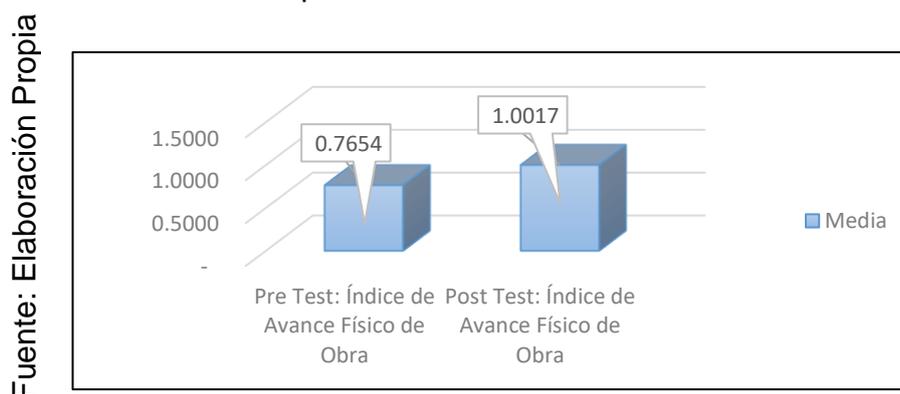
Fuente: Elaboración Propia

Para el Índice de Avance Físico de Obra, para el proceso de control de obras; se obtuvo en el pre- test un valor de 0.76 mientras que el post-test fue de 1.00, tal como se puede visualizar en la Figura 13; esto muestra un brecha pre y posterior a la implementación del sistema web. Asimismo, el Índice de avance

físico de obra mínima fue del 0.65 antes y 0.98 98 posterior a la implementación del sistema web (ver Tabla 10).

En cuanto a la dispersión del índice de avance físico de obras, en el pre-test se tuvo una variabilidad de 0.4273; no obstante, en el post-test tuvo un valor de 0.01523.

Figura 13: Índice de Avance Físico de Obra antes y después de implementar el sistema web



- **Indicador:** Índice de Desempeño del cronograma.

Los resultados descriptivos del Índice de desempeño del cronograma, de estas medidas se observan en la Tabla 11.

Tabla 11: Medidas descriptivas del Índice de Desempeño del Cronograma en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web

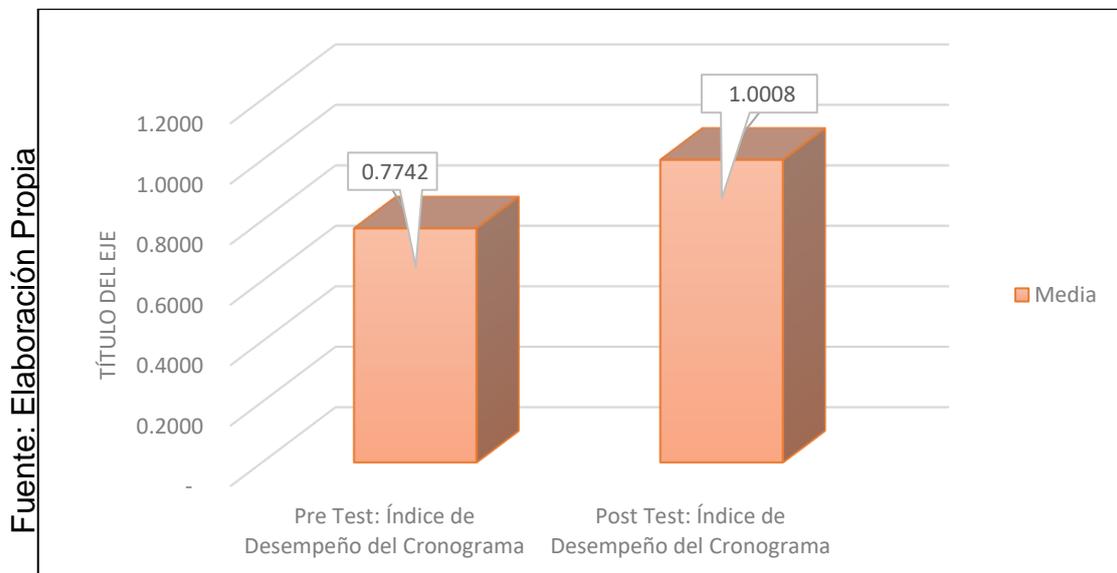
| Estadísticos descriptivos                     |    |        |        |        |            |
|---|----|--------|--------|--------|------------|
|   | N  | Mínimo | Máximo | Media  | Desv. típ. |
| Pre Test: Índice de Desempeño del Cronograma  | 24 | 0,73   | 0,82   | 0,7742 | 0,02185    |
| Post Test: Índice de Desempeño del Cronograma | 24 | 0,98   | 1,02   | 1,0008 | 0,01176    |
| N válido (según lista)                        | 24 |        |        |        |            |

Fuente: Elaboración Propia

Para el del Índice de Desempeño del Cronograma, para el proceso de control de obras; se obtuvo en el pre-test un valor de 0.77 en cambio el post-test fue de 1.00, tal cual se puede visualizar en la Figura 14; esto muestra un brecha pre y posterior a la implementación del sistema web. Asimismo, el Índice de desempeño del cronograma mínima fue del 0.73 antes y 0.98 posterior a la implementación del sistema web (ver Tabla 11).

En relación a la dispersión sobre índice de desempeño del cronograma, en el pre-test hubo una variabilidad de 0.02185; sin embargo, en el post-test se tuvo un valor de 0.01176.

Figura 14: Índice de Desempeño del Cronograma antes y después de implementar el sistema web



### 3.2. Análisis Inferencial

#### Prueba de Normalidad

Se realizó las pruebas de normalidad en el índice de avance físico de obra y el índice de desempeño del cronograma, por medio del método de Shapiro-Wilk, dado que la dimensión de la muestra está conformado por 24 fichas registros y esta, es inferior al tamaño máximo muestra de 50 objetos que

puede manipular el método presentado, tal como lo indica Díaz Abel (2009, p. 35). La prueba se hizo al introducir los datos de los indicadores en el SPSS 21.0 (software estadístico), obteniendo un nivel de confiabilidad del 95% con las siguientes condiciones:

Si:

Sig. < 0.05 adopta una distribución no normal.

Sig.  $\geq$  0.05 adopta una distribución normal.

Dónde:

Sig.: P-Valor o nivel crítico del contraste.

Los resultados fueron los siguientes:

- **Indicador:** Índice de Avance Físico de Obra

Con la finalidad de seleccionar la prueba de hipótesis; los datos del índice de avance físico de obra, se sometieron a la validación y comprobación de su distribución, justamente si los datos presentaban una distribución normal.

Tabla 12: Prueba de normalidad del Índice de Avance Físico de Obra en el proceso de control de obra antes y después de implementar el Sistema Web

| Pruebas de normalidad                       |              |    |        |
|---|--------------|----|--------|
|   | Shapiro-Wilk |    |        |
|   | Estadístico  | gl | Sig.   |
| Pre Test: Índice de Avance Física de Obras  | 0.917        | 24 | 0.0507 |
| Post Test: Índice de Avance Física de Obras | 0.924        | 24 | 0.0705 |

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia en la Tabla 12 los resultados indican que el Sig. del Índice de avance físico de obra en el proceso de control de obra obtenido del Pre-Test fue de 0.0507, cuyo valor es superior que 0.05. Por consiguiente, el Índice de avance físico de obra se distribuye normalmente. Asimismo, el producto del Post-Test indican que el Sig. del Índice de avance físico de obra fue de 0.0705, cuyo valor es superior a 0.05, por lo que se precisa que el Índice de avance físico de obra en el post test, se distribuye normalmente. En tal sentido, se corroboró que las distribuciones de los datos en la muestra son normales, se puede visualizar en las Figuras 15 y 16.

Figura 15: Prueba de normalidad del Índice de Avance Físico de Obra antes de implementar el sistema web

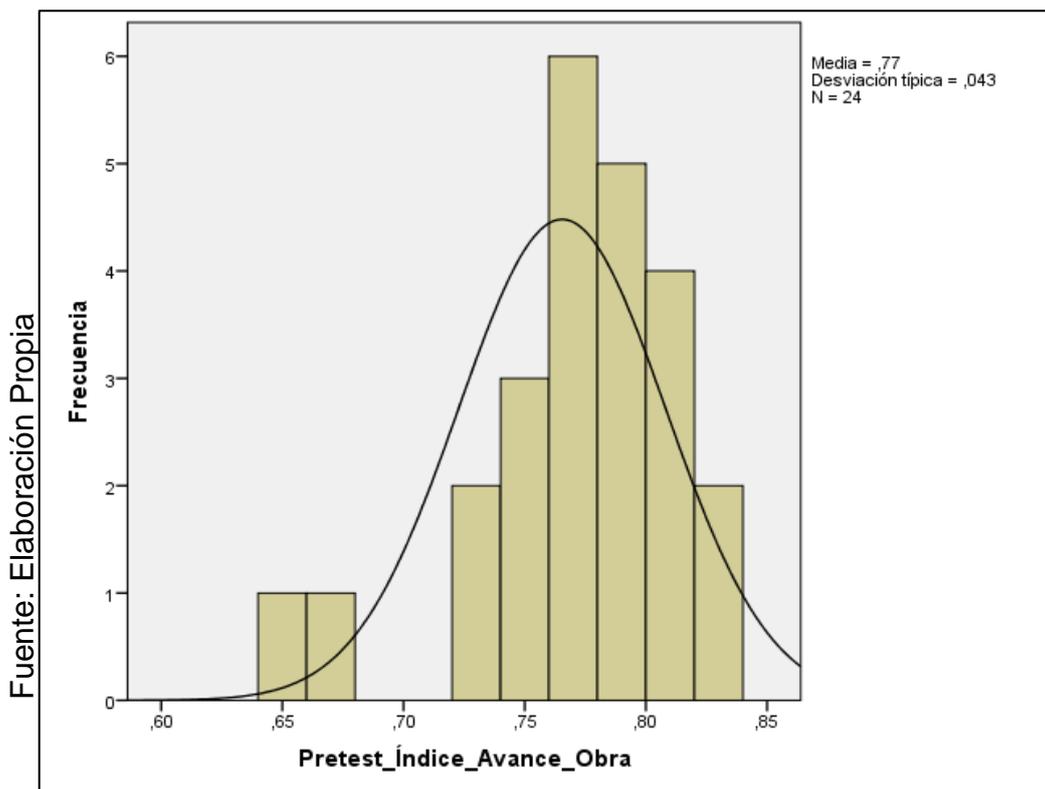
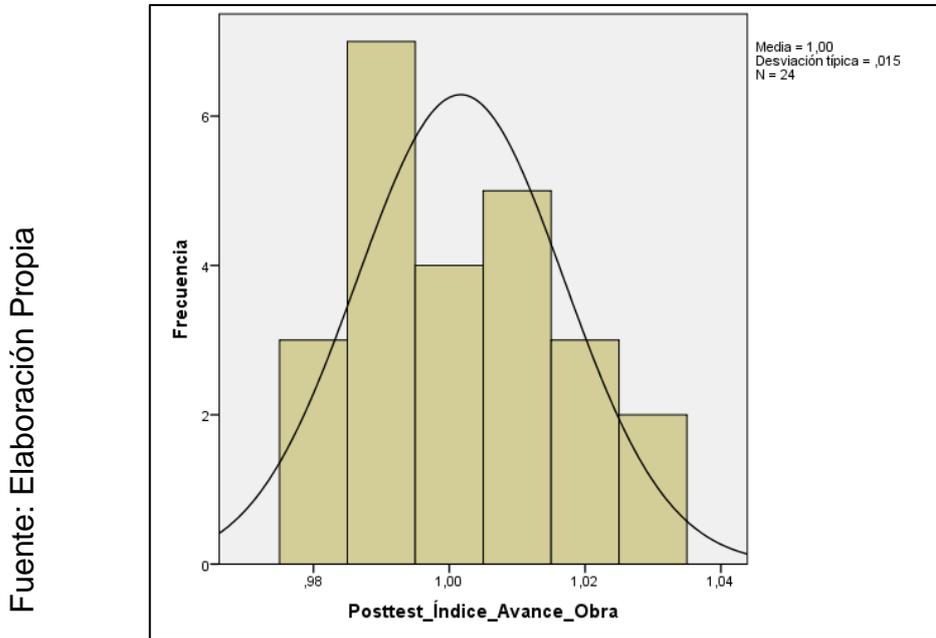


Figura 16: Prueba de normalidad del Índice de Avance Físico de Obra después de implementar el sistema web



- **Indicador:** Índice de Desempeño del Cronograma

Con la finalidad de seleccionar la prueba de hipótesis; los datos del índice de desempeño del cronograma, se sometieron a la validación y comprobación de su distribución, justamente si los datos presentaban una distribución normal.

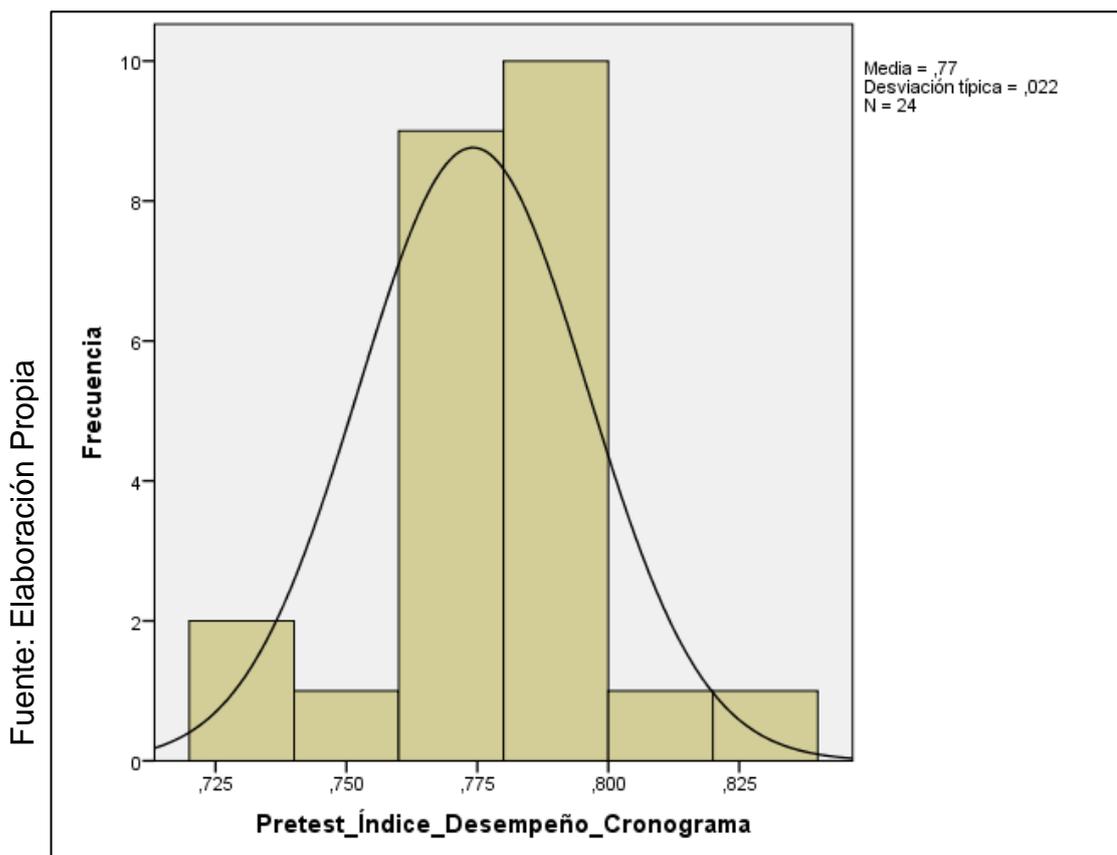
Tabla 13: Prueba de normalidad del Índice de Desempeño del Cronograma en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web

| Pruebas de normalidad                         |              |    |       |
|---|--------------|----|-------|
|   | Shapiro-Wilk |    |       |
|   | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Pre Test: Índice de Desempeño del Cronograma  | 0.930        | 24 | 0.099 |
| Post Test: Índice de Desempeño del Cronograma | 0.924        | 24 | 0.072 |

Fuente: Elaboración Propia

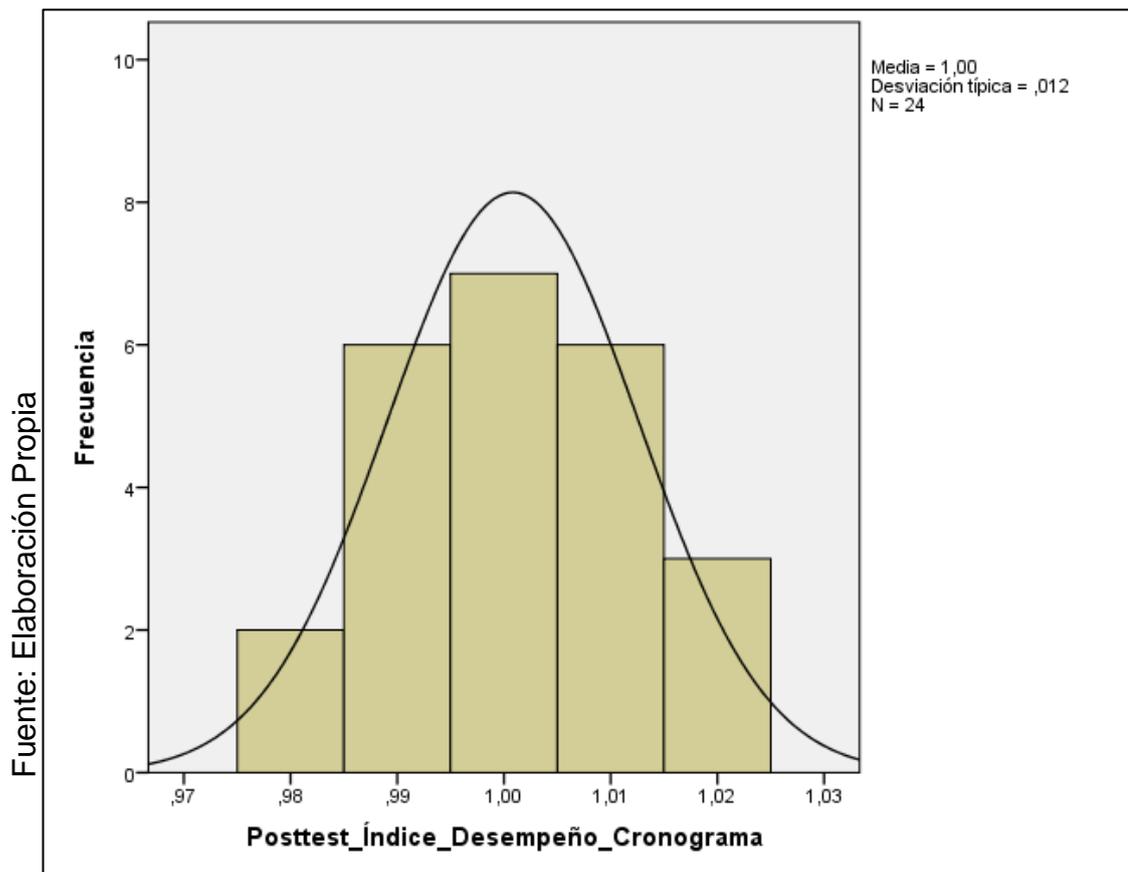
Como se aprecia en la Tabla 13 los resultados indican que el Sig. del Índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obra obtenido del Pre-Test fue de 0.099, cuyo valor es superior que 0.05. Por ende, el Índice de desempeño del cronograma en el Pre-test se distribuye normalmente. Asimismo, los resultados del Post-Test indican que el Sig. del Índice de desempeño del cronograma fue de 0.072, cuyo valor es superior a 0.05, por lo que se precisa que el Índice de desempeño del cronograma en el post test, se distribuye normalmente. En tal sentido, se corroboró que las distribuciones de ambos datos de la muestra son normales, se puede visualizar en las Figuras 17 y 18.

Figura 17: Prueba de normalidad del Índice de Desempeño del Cronograma antes de implementar el sistema web



Fuente: Elaboración Propia

Figura 18: Prueba de normalidad del Índice de Desempeño del Cronograma después de implementar el sistema web



### 3.3. Prueba de Hipótesis

#### Hipótesis Específicas

##### $HE_1$ = Hipótesis Específica 1

$HE_1$  = El sistema web aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

##### Indicador 1: Índice de Avance Físico de Obra

$IAF_i$  = Índice de avance físico de obra antes de implementar el sistema web.

$IAF_f$  = Índice de avance físico de obra después de implementar el sistema web.

## Hipótesis estadística 1

**Hipótesis nula  $H_0$ :** El sistema web no aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

$$H_0: IAF_f \leq IAF_i$$

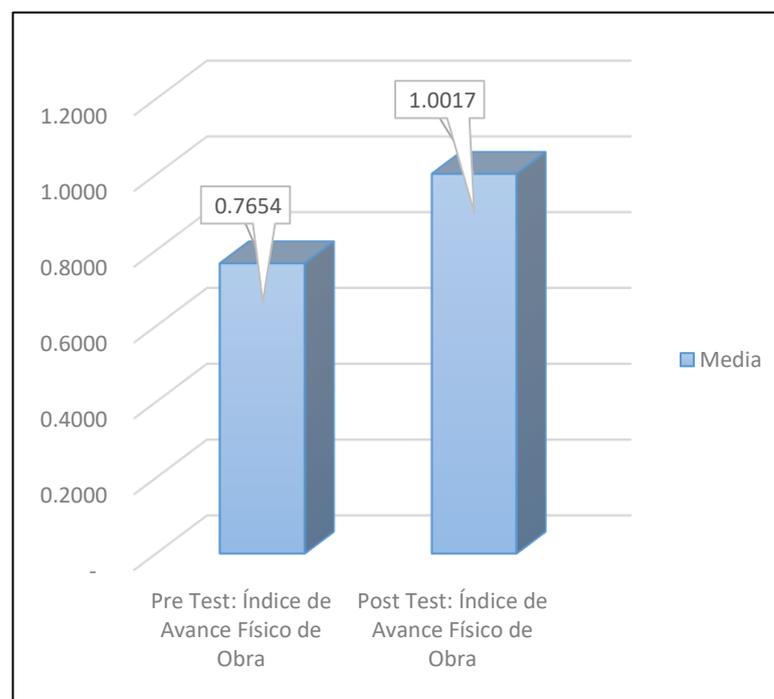
**Hipótesis alternativa  $H_a$ :** El sistema web aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

$$H_0: IAF_f > IAF_i$$

El indicador de índice de avance físico de obra, con el sistema web es mejor que el indicador sin el sistema web.

En la Figura 19, el Índice del Avance Físico de Obra (Pre Test), es de 0.7654 y el Post-Test es 1.0017.

Figura 19: Índice de Avance Físico de Obra – Comparativa General



Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 19, se puede concluir que el incremento en el Índice de Avance Físico de Obra, el cual se puede notar al contrastar las medidas y del que asciende de 0.7654 al valor de 1.0017.

En relación al resultado sobre el contraste de hipótesis se aplicó la Prueba T-Student, puesto que los datos adquiridos en la investigación (Pre-Test y Post-Test) se distribuyeron normalmente. El valor de T contraste es de -27.492, el cual es visiblemente inferior que -1.7139 (Ver Tabla 14).

Tabla 14: Prueba de T-Student para el Índice de Avance Físico de Obra en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web

| Prueba de T-student                        |        |                 |         |    |                  |
|--|--------|-----------------|---------|----|------------------|
|  | Media  | Desviación típ. | t       | gl | Sig. (bilateral) |
| Pre Test: Índice de Avance Físico de Obra  | 0.7654 | 0.04273         | -27.492 | 23 | 0.000            |
| Post Test: Índice de Avance Físico de Obra | 1.0017 | 0.01523         |         |    |                  |

Fuente: Elaboración Propia

Reemplazando entonces en T:

$$T_c = \frac{0.7654 - 1.0017}{\frac{0.0421}{\sqrt{24}}}$$

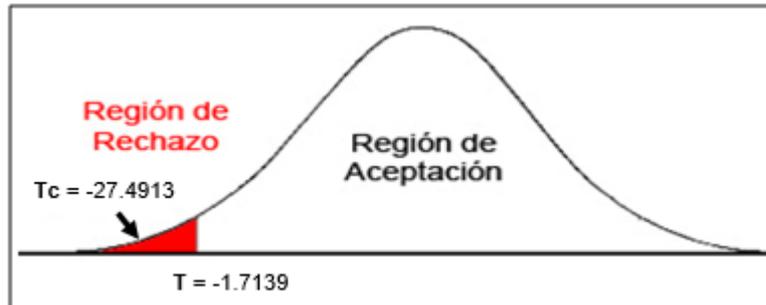
$$T_c = \frac{-0.24}{0.008594}$$

$$T_c = -27.4913$$

En relación a este resultado se puede precisar que, el T contraste arroja un valor de -27.4913 el cual es menor a -1.7139 por ello se infiere el rechazo de la hipótesis nula dado que se encuentra en la zona de rechazo, admitiendo la hipótesis alterna con un 95% de confianza. Asimismo, el valor T resultante, tal como se muestra en la Figura 20, se ubica en la zona de rechazo. En tal

sentido, el sistema web aumenta el índice de avance físico de obra, en el proceso de control de obra en la empresa LTA Ingenieros S.A.C.

Figura 20: Prueba T-Student – Índice de Avance Físico de Obra



Fuente: Elaboración Propia

### **$HE_2$ =Hipótesis Específica 2**

El sistema web aumenta el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

### **Indicador 2: Índice de Desempeño del Cronograma**

$ISP_i$ : Índice de desempeño del cronograma antes de utilizar el Sistema web.

$ISP_f$ : Índice de desempeño del cronograma después de utilizar el Sistema web.

### **Hipótesis estadística 2**

**Hipótesis nula  $H_0$ :** El sistema web no aumenta el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC.

$$H_0: ISP_f \leq ISP_i$$

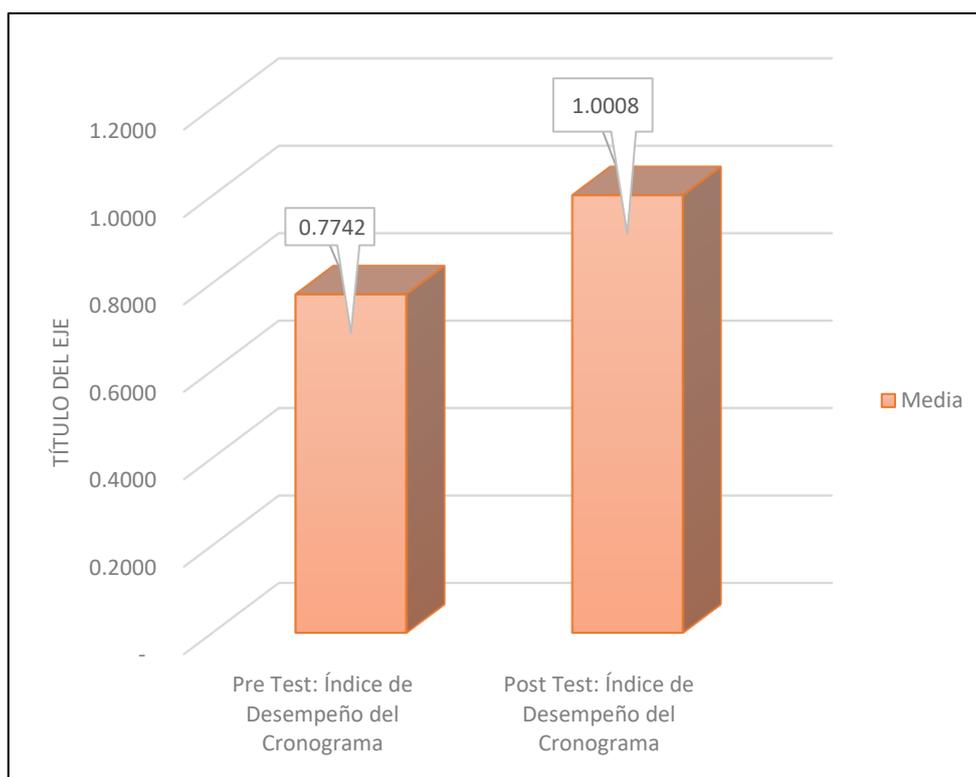
**Hipótesis alternativa  $H_a$ :** El sistema web mejora el índice de desempeño del cronograma en LTA Ingenieros SAC.

$$H_a: ISP_f > ISP_i$$

El indicador de índice de desempeño del cronograma, con el sistema web es mejor que el indicador sin el sistema web.

En la Figura 21, el Índice de Desempeño del Cronograma (Pre Test), es de 0.7742 y el Post-Test es 1.0008.

Figura 21: Índice de Desempeño del Cronograma – Comparativa General



Fuente: Elaboración Propia

De la Figura 21, se puede concluir el incremento en el Índice de Desempeño del Cronograma, el cual se puede notar al contrastar las medidas, el cual asciende de 0.7742 al valor de 1.0008.

En relación al resultado sobre el contraste de hipótesis se aplicó la Prueba T-Student, puesto que los datos adquiridos en la investigación (Pre-Test y Post-Test) se distribuyeron normalmente. El valor de T contraste es de -49.156, el cual es visiblemente inferior que -1.7139 (Ver Tabla 15).

Tabla 15: Prueba de T-Student para el Índice de Desempeño del Cronograma en el proceso de control de obra antes y después de implementar el sistema web

| Prueba de T-student                           |        |                 |         |    |                  |
|---|--------|-----------------|---------|----|------------------|
|   | Media  | Desviación típ. | t       | gl | Sig. (bilateral) |
| Pre Test: Índice de Desempeño del Cronograma  | 0.7742 | 0.02185         | -49.156 | 23 | 0.000            |
| Post Test: Índice de Desempeño del Cronograma | 1.0008 | 0.01176         |         |    |                  |

Fuente: Elaboración Propia

Reemplazando entonces en T:

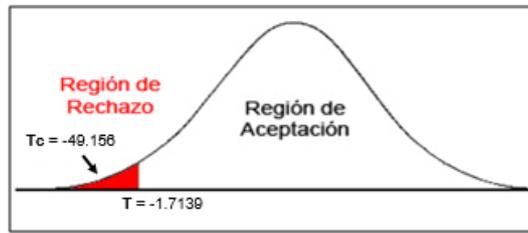
$$T_c = \frac{0.7742 - 1.0008}{\frac{0.02259}{\sqrt{24}}}$$

$$T_c = \frac{-0.23}{0.00461}$$

$$T_c = -49.156$$

En relación a este resultado se puede precisar que, el T contraste arroja un valor de -49.156 el cual es menor a -1.7139 por ello se infiere el rechazo de la hipótesis nula dado que se encuentra en la zona de rechazo, aceptando la hipótesis alterna con un 95% de confianza. Además, el valor T obtenido, tal cual se visualiza en la Figura 22, se ubica en la zona de rechazo. En tal sentido, el sistema web aumenta el índice de desempeño del cronograma, en el proceso de control de obra en la empresa LTA Ingenieros S.A.C.

Figura 22: Prueba T-Student – Índice de Desempeño del Cronograma



Fuente: Elaboración Propia

## **IV. DISCUSIÓN**

Según los resultados obtenidos en el Pre-test, se validó una media de 0.76 para el índice de avance físico de obra y un 0.77 para el índice de desempeño del cronograma, evidenciando que la situación inicial en LTA Ingenieros S.A.C. sobre el proceso de control de obras, presentaba un escaso control y consistencia de información, ocasionando que se realicen re trabajos para sincerar el valor de avance. Sin embargo, luego de la implementación del sistema web, se evidenció un incremento del índice de avance físico de obra y del índice de desempeño del cronograma en 1.00, lo que equivale a un incremento del 32% para el índice de avance físico y 30% para el índice de desempeño del cronograma, logrando así un mejoramiento en el proceso de control bajo el periodo de implementación del sistema.

De la misma manera, para el incremento del 32% sobre el índice de avance físico de obra, Caballero Gómez, en su investigación "Sistema de Control de proyectos de construcción usando indicadores clave", llegó a la conclusión que el indicador de avance físico de obra ha logrado cumplir con un 95% sobre las actividades, el cual implica la mejora sobre el incremento de la capacidad de avance de obra entre el 13% y 26%.

Asimismo, para el incremento del 30% sobre el índice de desempeño del cronograma, Gutierrez Muñoz, en su investigación "Aplicación Web para Mejorar el Monitoreo y Control de Obras de Infraestructura en la Sub Gerencia de Obras del Gobierno Regional la Libertad, 2014", tuvo la resolución de que el desarrollo e implementación de un sistema desarrollado en plataforma web es viable para sostener las actividades de seguimiento y control de las obras enfocada en costos y tiempo, mostrando que el porcentaje sobre el índice de desempeño del cronograma incrementó en 35.5%.

## **V. CONCLUSIONES**

De la presente investigación se pudo concluir lo siguiente:

**PRIMERO:** Se concluye sobre el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros S.A.C sin el sistema web es de 0.76 obteniendo este valor como ineficiente. Mientras que, con el sistema el nivel incrementa a 1.00 generando un mejor control sobre el indicador. Por lo tanto, la implementación del sistema web incrementó el índice de avance físico de obra en un 32% para el proceso de control de obra en LTA Ingenieros SAC.

**SEGUNDO:** Se concluye sobre el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros S.A.C sin el sistema web es de 0.77 obteniendo este valor como ineficiente. Mientras que, con el sistema el nivel incrementa a 1.00 generando un mejor control sobre el indicador. Por lo tanto, la implementación del sistema web incrementó el índice de desempeño del cronograma en un 30% para el proceso de control de obra en LTA Ingenieros SAC.

**TERCERO:** Se concluye que la implementación de un sistema web influye positivamente en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros S.A.C, dado que los usuarios pueden realizar un manejar los presupuestos, generar los cronogramas, asignar proyectos, registrar avances y exportar información adecuada almacenando la información en un solo repositorio.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Debido al alcance de la investigación estuvo limitado a la solución para el control de obras basadas en los indicadores de avance de obra y desempeño del cronograma de la empresa. Se recomienda, continuar la investigación abarcando temas relacionado a la logística y el control del inventario asignado a las obras; así como, el control de caja chica y facturación aplicadas a la empresa en estudio, integrándolas para brindar una gestión integral.

Se recomienda el uso del indicador del avance físico de obra para futuras investigaciones, con la finalidad de incrementar el control de avance de obra que son validados por el área de proyectos y obras en una empresa del sector de construcción civil.

Se recomienda el uso del indicador del desempeño del cronograma para futuras investigaciones, dado que al incrementar este indicador mejorará la atención y cumplimiento de hitos de partidas en una estructura enfocada a la atención de partidas de obras que se les hace seguimiento en el área de proyectos en una empresa del sector de construcción civil.

## **VII. REFERENCIAS**

AREDO Rojas, Judy. Sistema de Control de Obras vía web para mejorar el Monitoreo de los Procesos en los Servicios de Construcción de la empresa constructora J & M en la ciudad de Trujillo. Tesis (Magister en Sistemas). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2016. 122pp

ANSELMO Zavala, Octavio. Sistema para el Control de Avance en Obras de Infraestructura ONNI. Tesis (Ingeniero en Computación). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. 198pp

ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación, Introducción a la metodología científica. 6 ed. Venezuela: Editorial Episteme CA, 2012. 146 pp. ISBN: 980-07-8529-9

AVILA, José. UF2215 - Herramientas de los sistemas gestores de base de datos. 5° ed. España: Editorial Elearning SL, 2018. 527pp. ISBN: 978-84-16424-48-1

ALARCON, Luis y CAMPERO, Mario. Administración de Proyectos Civiles. 3° ed. Chile: Editorial Universidad Católica de Chile, 2014. 378pp. ISBN:978-956-14-0990-3

CEGARRA, José. Los métodos de Investigación. 1° ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2012. 138 pp. ISBN: 978-84-7978-624-3

CABALLERO, Alberto. Sistema de Control de proyectos de construcción de vivienda usando indicadores clave. Tesis (Doctorado en Ingeniería de proyectos y sistemas). España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2016. 106pp

CARDADOR, Antonio. Implantación de aplicaciones web en entornos internet, intranet y extranet. 1° ed. Málaga: IC Editorial, 2014. 228pp. ISBN: 978-84-16433-09-4

DI HU. Automated Planning and Scheduling for Industrial Construction Processes. Tesis (Doctorado en Ingeniería de Construcción). Edmonton, Alberta: Universidad de Alberta, 2014. 396pp

DIAZ, Abel. Diseño estadístico de experimentos [en línea]. 2° ed. Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2009 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2019]. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=0x0DW6dNiyAC&pg=PA35&dq=prueba+de+normalidad+de+shapiro+wilk&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiHoJyA87riAhXMxlkKHVmvBbMQ6AEIKDAA#v=onepage&q=prueba%20de%20normalidad%20de%20shapiro%20wilk&f=false>. ISBN: 978-958-714-264-8

DEL RIO, Sadornil. Diccionario - Glosario de Metodología de la Investigación Social. 1° ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED, 2013. 393pp. ISBN: 978-84-362-6803-4

ESLAVA, Vicente. El nuevo PHP, conceptos avanzados. 1° ed. España: Bubok Publishing S.L, 2013. 210pp. ISBN: 978-84-686-4499-2

ELLIOTTE, Rusty. JavaMail API: Sending and Receiving Email with Java. 1° ed. Kindle: Editorial O'reilly, 2013. 98pp. ISBN: 978-1-44936-724-4

FLOREZ, Hector. Programación Orientada a Objetos usando Java [en línea]. 1° ed. Bogota DC: Ecoar Ediciones, 2012 [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Programacion-orientada-a-objetos-1ra-Edici%C3%B3n.pdf>. ISBN: 978-958-648-796-2

GUTIERREZ, Jorge. Aplicación Web para Mejorar el Monitoreo y Control de Obras de Infraestructura en la Sub Gerencia de Obras del Gobierno Regional la Libertad, 2014. Tesis (Magister en Sistemas). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2015. 189pp

GRANADOS, Rafael. UF1844: Desarrollo de aplicaciones web en el entorno servidor. IFCD0210. 1° ed. Málaga: IC Editorial, 2014. 342pp. ISBN: 978-84-16433-06-3

GARCIA, Ana. UF2405: Modelo de programación web y bases de datos. 5° ed. España: Elearning SL, 2015. 475pp. ISBN: 978-84-16492-59-6

GUTIERREZ, Eduardo y VLADIMIROVNA, Olga. Estadística Inferencial 1: Para ingeniería y ciencias. 1° ed. México: Grupo Editorial Patria SA, 2016. 360 pp. ISBN: 978-607-744-487-9

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. 6° ed. México DF: Editorial Mc Graw Hill, 2014. 634pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

KERUBO, Diana. Influence of Project Management Information System on Project Performance in the Construction Industry: A case of Nairobi County, Kenya. Tesis (Magister en Gestión de Proyectos). Kenya: Universidad de Nairobi, 2014. 78pp

La Industria de la construcción y el esfuerzo por cerrar brechas [blog]. México: KPMG (28 de noviembre de 2017). [Fecha de consulta: 20 de marzo de 2019]. Recuperado de <https://home.kpmg.com/mx/es/home/sala-de-prensa/press-releases/2017/11/la-industria-de-construccion-se-sigue-esforzando-por-cerrar-brechas.html>

LARICO, Jaime. Liquidación Financiera de Obras Ejecutadas por la modalidad de Administración Directa en el Gobierno Regional de Puno. Tesis (Contador Público). Juliaca: Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez, 2015. 124pp

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Información Estadística, Panorama económico nacional y el sector Construcción. [Fecha de consulta: 12 de setiembre de 2018]. Disponible en: <http://www3.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica.aspx>

MUBARAK, Saleh. Construction project scheduling and control. 2° ed. New Jersey: Jhon Wiley & Sons, Inc, 2012. 479pp. ISBN: 978-0-470-50533-5

MATTOS, Aldo y VALDERRAMA, Fernando. Metodos de Planificacion y Control de Obras, del diagrama de barra al BIM. 1° ed, España: Reverte SA, 2014. 526pp. ISBN: 978-291-3104-8

MOSQUERA, Alexander [et al.]. La organización basada en los sistemas de información. Opción, Vol 34. 68:85. diciembre del 2010. ISSN: 1012-1587

NAVARRO, Daniel y GABRIELE, Giselle. Control de Obra del Proyecto Multifamiliar 'Los Fresnos' a través de la Gestión del Valor Ganado. Tesis (Magister en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2015. 107pp

PSICOMETRIA por Julio [et al.]. 1° ed. Barcelona: Editorial UOC, 2014. 283pp. ISBN: 978-84-9064-297-9

PRASHANTH, Sams. Selenium Essentials. 1° ed. UK Birmingham: Editorial Packt Publishing Ltd, 2015. 196pp. ISBN: 978-1-78439-433-2

PEREZ Eugenia. Desarrollo de aplicaciones mediante el framework de Spring. 1° ed. Madrid: Editorial RA-MA SA, 2015. 296pp. IBN: 987-84-9964-556-8

RIASCOS, Sandra y ARIAS, Victor. Análisis del impacto organizacional en el proceso de implementación de los Sistemas de Información – Caso de Estudio. Ingeniería y Tecnología. Vol. 12 (1) 284:302. Julio del 2016. ISSN: 184-3536

RIOS, Martha, LOPEZ, Alejandra y CONTRERAS, Ricardo. Reconocimiento y Compromiso de las TIC en las empresas del Estado de Guanajuato. Vol 7 (13). 5:24. julio- diciembre 2013. ISSN: 1794-8347

RODRÍGUEZ, Walter. Gerencia de Construcción y del Tiempo - Costo, Programación y control de obras, 2° ed. Perú: Editora Macro,2014. 600pp. ISBN: 978-612-304-102-1

SHADAN, Kam. y FLEMING, Gannett. Construction Project Management Handbook, FTA Research. 1° ed. Whashintong: Mill Valley, 2013. 195pp. ISBN 978-951-799-452-1

SISTEMAS Multimedia: Análisis, Diseño y Evaluación por Ignacio [et al.] [en línea]. Madrid: Universidad Nacional de Educación, 2010 [Fecha de consulta: 25 de abril de 2019]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=l48uBQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Sistema+Multimedia:+an%C3%A1lisis,+dise%C3%B1o+y+evaluaci%C3%B3n.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjXkrLIyvrAhXGuVkkHRMMAuYQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 978-84-362-4791-6

SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería de Software. 9° ed. México: Pearson Education, 2011. 792pp. ISBN: 978-607-32-0603-7

SCRUM study Inc. Cuerpo de Conocimiento de SCRUM (Guía SBOK). 6° ed. Arizona: Scrum Study Inc, 2016. 330.pp. ISBN: 978-0-9899252-0-4

SAAVEDRA, María y TAPIA, Blanca. El uso de las tecnologías de información y comunicación TIC en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyME) industriales [en línea]. Enero-abril 2013, nº. 1. [Fecha de consulta:06 de abril de 2018]. Disponible es <http://www.redalyc.org/pdf/823/82326270007.pdf> ISSN: 1690-7515. p.87

SÁEZ, José. Investigación educativa. Fundamentos teóricos, procesos y elementos prácticos (Enfoque práctico con ejemplos, esencial para TFG, TFM y tesis). 1º ed. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED, 2017. 204pp. ISBN: 978-84-362-7220-8

URBANO, María. Administración y auditoría de los servicios Web. IFCT0509. 1º ed. Málaga: IC Editorial, 2015. 228pp. ISBN: 978-84-17343-77-4

## **ANEXOS**

### Anexo 1: Matriz de Consistencia

| PROBLEMAS   | OBJETIVOS  | HIPÓTESIS  | VARIABLES                   | DIMENSIÓN | INDICADORES                                      | FÓRMULA   | METODOLOGÍA   |
|---|--|--|-----------------------------|-----------|--|---|---|
| <b>PRINCIPAL</b>  |  |  | <b>INDEPENDIENTE</b>        |           |  |   | <p><b>Método de investigación:</b><br/>Hipotético – deductivo</p> <p><b>Tipo de Estudio:</b> Explicativa, Aplicada y Experimental</p> <p><b>Diseño de Estudio:</b><br/>Pre-experimental</p> <p><b>Población:</b><br/>415 partidas de obras agrupados en 24 fichas de registro.</p> <p><b>Muestra:</b><br/>24 fichas de registro con 200 partidas de obra</p> <p><b>Muestreo:</b><br/>Probabilístico aleatorio – simple</p> <p><b>Técnica:</b><br/>Fichaje</p> <p><b>Instrumento:</b><br/>Ficha de Registro</p> <p><b>Prueba de Normalidad:</b><br/>Shapiro-Wilk</p> <p><b>Test Estadístico:</b><br/>Prueba T de Student</p> |
| <p><b>PG:</b> ¿De qué manera el sistema web influye en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC?</p>  | <p><b>OG:</b> Determinar de qué manera influye un sistema web en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC</p>  | <p>El sistema web mejora el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC</p>  | Sistema Web                 |           |  |   |   |
| <b>ESPECÍFICOS</b>  |  |  | <b>DEPENDIENTE</b>          | Verificar |  |   |   |
| <p><b>P1:</b> ¿De qué manera un sistema web influye en el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC?</p>    | <p><b>O1:</b> Determinar de qué manera influye un sistema web en el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC</p>    | <p><b>H1:</b> El sistema web aumenta el índice de avance físico de obra en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC</p>    | Proceso de Control de Obras |           | <p><b>Índice de Avance Físico de Obra</b></p>    | $IAF = \frac{AFR}{AFP}$ <p><b>IAF:</b> Índice de Avance Físico<br/><b>AFR:</b> Avance físico real<br/><b>AFP:</b> Avance físico planificado</p> |   |
| <p><b>P2:</b> ¿De qué manera un sistema web influye en el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC?</p> | <p><b>O2:</b> Determinar de qué manera influye un sistema web en el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC</p> | <p><b>H2:</b> El sistema web aumenta el índice de desempeño del cronograma en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC</p> |                             |           | <p><b>Índice de Desempeño del Cronograma</b></p> | $SPI = \frac{EV}{PV}$ <p><b>SPI:</b> Índice de desempeño del cronograma<br/><b>EV:</b> Valor ganado<br/><b>PV:</b> Valor planificado</p>        |   |

## Anexo 2: Ficha Técnica Instrumento de recolección de datos

### Ficha Técnica – Instrumento de recolección de datos

|   |   |                    |
|---|---|--------------------|
| Autor   | Cárdenas Ortiz Saulo Josué  |                    |
| Nombre del Instrumento                              | Ficha de Registro   |                    |
| Lugar   | LTA Ingenieros SAC  |                    |
| Fecha de Aplicación                                 | 01 de octubre del 2018  |                    |
| Objetivo  | Determinar de qué manera influye un sistema web en el proceso de control de obras en LTA Ingenieros SAC |                    |
| Tiempo de duración                                  | 24 días (de lunes a sábado)   |                    |
| Elección de técnica e instrumento                   |   |                    |
| <b>Variable</b>                                     | <b>Técnica</b>  | <b>Instrumento</b> |
| Variable dependiente<br>Proceso de Control de Obras | Fichaje   | Ficha de Registro  |
| Variable independiente<br>Sistema Web               | -----   | -----              |
| Fuente: Elaboración Propia                          |   |                    |

### Anexo 3: Instrumento de investigación

## Instrumento de investigación para el Índice de Avance Físico de Obra- Pre - Test

| Ficha de Registro           |                                 |                                 |        |  |  |            |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------|--|--|------------|
| Investigador                |                                 | Saulo Cárdenas Ortiz            |        | Tipo de Prueba   |  | Pre-test   |
| Empresa Investigada         |                                 | LTA Ingenieros SAC              |        |  |  |            |
| Motivo de Investigación     |                                 | Índice de Avance Físico de Obra |        |  |  |            |
| Fecha de Inicio             |                                 | 01/10/2018                      |        | Fecha Final  |  | 27/10/2018 |
| Variable                    | Indicador                       | Técnica                         | Medida | Fórmula  |  |            |
| Proceso de Control de Obras | Índice de Avance Físico de Obra | Fichaje                         | Unidad | $IAF = \frac{AFR}{AFP}$ <p>IAF = Índice de Avance Físico de Obra<br/>AFR= Avance Físico Real<br/>AFP = Avance Físico Planificado</p> |  |            |

Consideración: Partidas de obras que tienen unidad de medida diferente a las globales.

**AFR:** Es el avance real en metrados sobre una partida (tarea), que se está ejecutando.

**AFP:** Es el avance planificado en metrados sobre una partida (tarea), que se ejecutará.

| N°       | Fecha     | Id Partida | AFP    | AFR    | IAF   | Promedio |
|----------|-----------|------------|--------|--------|-------|----------|
| 1        | 1/10/2018 | 01.01.02   | 13.81  | 10.00  | 0.724 | 0.76     |
|          |           | 05.01.22   | 2.40   | 1.80   | 0.750 |          |
|          |           | 05.01.23   | 14.69  | 10.91  | 0.743 |          |
|          |           | 05.01.24   | 9.20   | 7.85   | 0.853 |          |
|          |           | 05.01.25   | 14.00  | 10.50  | 0.750 |          |
|          |           | 05.01.26   | 22.00  | 16.00  | 0.727 |          |
| 2        | 2/10/2018 | 01.01.02   | 5.93   | 3.90   | 0.658 | 0.77     |
|          |           | 05.01.19   | 4.64   | 3.85   | 0.830 |          |
|          |           | 05.01.20   | 47.30  | 37.27  | 0.788 |          |
|          |           | 05.01.21   | 6.40   | 4.62   | 0.722 |          |
|          |           | 01.02.01   | 375.00 | 290.00 | 0.773 |          |
|          |           | 01.02.02   | 113.15 | 89.00  | 0.787 |          |
|          |           | 05.01.01   | 160.00 | 119.00 | 0.744 |          |
| 05.01.03 | 2.40      | 2.00       | 0.833  |        |       |          |
| 3        | 3/10/2018 | 05.01.23   | 7.34   | 5.59   | 0.761 | 0.67     |
|          |           | 05.01.24   | 4.60   | 2.50   | 0.543 |          |
|          |           | 05.01.25   | 7.00   | 4.30   | 0.614 |          |
|          |           | 05.01.26   | 3.00   | 2.40   | 0.800 |          |
|          |           | 05.01.27   | 3.00   | 2.30   | 0.767 |          |
|          |           | 05.01.28   | 3.00   | 1.50   | 0.500 |          |
|          |           | 01.02.01   | 18.00  | 13.20  | 0.733 |          |
| 4        | 4/10/2018 | 05.01.01   | 6.24   | 4.90   | 0.785 | 0.73     |
|          |           | 05.01.02   | 6.56   | 5.60   | 0.854 |          |
|          |           | 05.01.03   | 4.80   | 2.60   | 0.542 |          |
|          |           | 05.01.04   | 3.52   | 2.65   | 0.753 |          |
|          |           | 05.01.05   | 7.36   | 6.12   | 0.832 |          |
|          |           | 05.01.06   | 11.85  | 8.85   | 0.747 |          |
|          |           | 05.01.07   | 3.04   | 1.50   | 0.494 |          |
|          |           | 05.01.08   | 11.85  | 9.35   | 0.789 |          |
|          |           | 05.01.15   | 10.28  | 8.00   | 0.778 |          |
| 5        | 5/10/2018 | 05.01.02   | 9.84   | 5.60   | 0.569 | 0.78     |
|          |           | 05.01.03   | 7.20   | 5.90   | 0.819 |          |
|          |           | 05.01.04   | 5.28   | 3.90   | 0.739 |          |

|    |            |          |        |        |       |             |
|----|------------|----------|--------|--------|-------|-------------|
|    |            | 05.01.05 | 11.04  | 9.33   | 0.845 |             |
|    |            | 05.01.06 | 17.78  | 13.85  | 0.779 |             |
|    |            | 05.01.07 | 4.55   | 4.00   | 0.878 |             |
|    |            | 05.01.08 | 17.78  | 14.43  | 0.812 |             |
| 6  | 6/10/2018  | 05.01.02 | 13.12  | 7.90   | 0.602 | <b>0.75</b> |
|    |            | 05.01.03 | 9.60   | 8.30   | 0.865 |             |
|    |            | 05.01.04 | 7.04   | 5.10   | 0.724 |             |
|    |            | 05.01.05 | 14.72  | 12.53  | 0.851 |             |
|    |            | 05.01.06 | 23.70  | 13.85  | 0.584 |             |
|    |            | 05.01.07 | 6.07   | 4.75   | 0.783 |             |
|    |            | 05.01.08 | 23.70  | 19.43  | 0.820 |             |
|    |            | 05.01.09 | 28.02  | 22.72  | 0.811 |             |
| 7  | 8/10/2018  | 05.01.04 | 8.80   | 6.86   | 0.780 | <b>0.77</b> |
|    |            | 05.01.05 | 18.40  | 16.21  | 0.881 |             |
|    |            | 05.01.06 | 29.63  | 18.95  | 0.640 |             |
|    |            | 05.01.07 | 7.59   | 5.75   | 0.758 |             |
|    |            | 05.01.12 | 19.50  | 14.15  | 0.726 |             |
|    |            | 05.01.13 | 19.50  | 15.13  | 0.776 |             |
|    |            | 05.01.14 | 19.50  | 15.78  | 0.809 |             |
| 8  | 9/09/2018  | 05.01.02 | 19.68  | 12.58  | 0.639 | <b>0.80</b> |
|    |            | 05.01.05 | 22.08  | 19.89  | 0.901 |             |
|    |            | 05.01.06 | 35.56  | 22.20  | 0.624 |             |
|    |            | 05.01.07 | 9.11   | 6.95   | 0.763 |             |
|    |            | 05.01.08 | 35.56  | 31.29  | 0.880 |             |
|    |            | 05.01.09 | 42.04  | 36.73  | 0.874 |             |
|    |            | 05.01.10 | 8.64   | 7.68   | 0.889 |             |
|    |            | 05.01.11 | 8.64   | 6.85   | 0.792 |             |
| 9  | 10/10/2018 | 05.01.02 | 22.96  | 14.93  | 0.650 | <b>0.80</b> |
|    |            | 05.01.03 | 16.80  | 15.50  | 0.923 |             |
|    |            | 05.01.10 | 10.08  | 8.20   | 0.813 |             |
|    |            | 05.01.11 | 10.08  | 7.17   | 0.711 |             |
|    |            | 05.01.20 | 165.54 | 145.45 | 0.879 |             |
|    |            | 05.01.21 | 22.40  | 18.56  | 0.828 |             |
|    |            | 05.01.22 | 8.40   | 6.43   | 0.765 |             |
|    |            | 05.01.23 | 51.41  | 42.82  | 0.833 |             |
|    |            | 05.01.24 | 32.20  | 25.25  | 0.784 |             |
| 10 | 11/10/2018 | 05.01.07 | 12.14  | 9.99   | 0.823 | <b>0.82</b> |
|    |            | 05.01.08 | 47.41  | 38.54  | 0.813 |             |
|    |            | 05.01.09 | 56.05  | 44.37  | 0.792 |             |
|    |            | 05.01.11 | 11.52  | 8.67   | 0.752 |             |
|    |            | 05.01.12 | 31.20  | 24.80  | 0.795 |             |
|    |            | 05.01.13 | 31.20  | 24.93  | 0.799 |             |
|    |            | 05.01.14 | 31.20  | 27.58  | 0.884 |             |
|    |            | 05.01.15 | 41.12  | 37.80  | 0.919 |             |
| 11 | 12/10/2018 | 05.01.04 | 15.84  | 12.55  | 0.792 | <b>0.83</b> |
|    |            | 05.01.05 | 33.12  | 28.24  | 0.853 |             |
|    |            | 05.01.11 | 12.96  | 10.11  | 0.780 |             |
|    |            | 05.01.12 | 35.10  | 27.80  | 0.792 |             |
|    |            | 05.01.13 | 35.10  | 28.83  | 0.821 |             |
|    |            | 05.01.14 | 35.10  | 31.48  | 0.897 |             |
|    |            | 05.01.15 | 46.26  | 43.10  | 0.932 |             |
|    |            | 05.01.16 | 683.57 | 526.22 | 0.770 |             |
| 12 | 13/10/2018 | 05.01.02 | 32.80  | 21.85  | 0.666 | <b>0.77</b> |
|    |            | 05.01.03 | 24.00  | 18.36  | 0.765 |             |
|    |            | 05.01.04 | 17.60  | 13.75  | 0.781 |             |
|    |            | 05.01.05 | 36.80  | 31.44  | 0.854 |             |
|    |            | 05.01.06 | 59.26  | 41.00  | 0.692 |             |
|    |            | 05.01.07 | 15.18  | 13.03  | 0.858 |             |
|    |            | 05.01.08 | 59.26  | 47.84  | 0.807 |             |
|    |            | 05.01.19 | 23.20  | 17.09  | 0.737 |             |

|    |            |          |        |        |       |      |
|----|------------|----------|--------|--------|-------|------|
| 13 | 15/10/2018 | 05.01.03 | 26.40  | 20.76  | 0.786 | 0.79 |
|    |            | 05.01.04 | 19.36  | 15.51  | 0.801 |      |
|    |            | 05.01.13 | 42.90  | 32.60  | 0.760 |      |
|    |            | 05.01.14 | 42.90  | 37.88  | 0.883 |      |
|    |            | 05.01.15 | 56.54  | 48.92  | 0.865 |      |
|    |            | 05.01.16 | 835.47 | 601.22 | 0.720 |      |
|    |            | 05.01.25 | 77.00  | 56.34  | 0.732 |      |
| 14 | 16/10/2018 | 05.01.26 | 33.00  | 26.53  | 0.804 | 0.78 |
|    |            | 05.01.06 | 71.11  | 49.98  | 0.703 |      |
|    |            | 05.01.07 | 18.22  | 16.07  | 0.882 |      |
|    |            | 05.01.08 | 71.11  | 58.09  | 0.817 |      |
|    |            | 05.01.09 | 84.07  | 64.34  | 0.765 |      |
|    |            | 05.01.10 | 17.28  | 11.67  | 0.676 |      |
|    |            | 05.01.15 | 61.68  | 54.06  | 0.876 |      |
|    |            | 05.01.16 | 911.42 | 670.72 | 0.736 |      |
|    |            | 05.01.17 | 23.55  | 20.77  | 0.882 |      |
| 15 | 17/10/2018 | 05.01.18 | 120.00 | 75.29  | 0.627 | 0.81 |
|    |            | 05.01.24 | 55.20  | 46.07  | 0.835 |      |
|    |            | 05.01.03 | 31.20  | 25.19  | 0.808 |      |
|    |            | 05.01.04 | 22.88  | 18.16  | 0.793 |      |
|    |            | 05.01.05 | 47.84  | 38.77  | 0.810 |      |
|    |            | 05.01.06 | 77.04  | 54.28  | 0.705 |      |
|    |            | 05.01.07 | 19.73  | 17.59  | 0.891 |      |
|    |            | 05.01.13 | 50.70  | 38.86  | 0.766 |      |
| 16 | 18/10/2018 | 05.01.14 | 50.70  | 44.73  | 0.882 | 0.80 |
|    |            | 05.01.15 | 66.82  | 59.20  | 0.886 |      |
|    |            | 05.01.16 | 987.38 | 740.72 | 0.750 |      |
|    |            | 03.02.03 | 38.00  | 30.57  | 0.804 |      |
|    |            | 03.02.04 | 24.00  | 17.00  | 0.709 |      |
|    |            | 05.01.03 | 33.60  | 27.59  | 0.821 |      |
|    |            | 05.01.04 | 24.64  | 19.92  | 0.808 |      |
|    |            | 05.01.05 | 51.52  | 42.45  | 0.824 |      |
| 17 | 19/10/2018 | 05.01.06 | 82.96  | 58.60  | 0.706 | 0.65 |
|    |            | 05.01.07 | 21.25  | 19.09  | 0.898 |      |
|    |            | 05.01.08 | 82.96  | 69.95  | 0.843 |      |
|    |            | 05.01.09 | 98.08  | 76.02  | 0.775 |      |
|    |            | 02.03.01 | 66.11  | 22.34  | 0.338 |      |
|    |            | 03.02.05 | 16.00  | 11.56  | 0.723 |      |
|    |            | 05.01.01 | 46.80  | 39.88  | 0.852 |      |
|    |            | 05.01.02 | 49.20  | 36.21  | 0.736 |      |
|    |            | 05.01.22 | 18.00  | 14.83  | 0.824 |      |
|    |            | 05.01.23 | 110.16 | 85.33  | 0.775 |      |
| 18 | 20/10/2018 | 05.01.24 | 69.00  | 56.09  | 0.813 | 0.76 |
|    |            | 05.01.25 | 105.00 | 80.75  | 0.769 |      |
|    |            | 05.01.26 | 45.00  | 16.50  | 0.367 |      |
|    |            | 05.01.27 | 45.00  | 22.34  | 0.496 |      |
|    |            | 05.01.28 | 45.00  | 20.34  | 0.452 |      |
|    |            | 05.01.03 | 38.40  | 31.59  | 0.823 |      |
|    |            | 05.01.04 | 28.16  | 22.74  | 0.807 |      |
|    |            | 05.01.05 | 58.88  | 44.13  | 0.749 |      |
|    |            | 05.01.06 | 94.82  | 67.92  | 0.716 |      |
| 19 | 22/10/2018 | 05.01.07 | 24.29  | 22.61  | 0.931 | 0.78 |
|    |            | 05.01.08 | 94.82  | 56.20  | 0.593 |      |
|    |            | 05.01.09 | 112.10 | 83.34  | 0.743 |      |
|    |            | 05.01.10 | 23.04  | 17.02  | 0.739 |      |
|    |            | 05.01.11 | 23.04  | 17.94  | 0.779 |      |
|    |            | 05.01.12 | 62.40  | 47.25  | 0.757 |      |
|    |            | 03.02.01 | 30.24  | 24.07  | 0.796 |      |
| 19 | 22/10/2018 | 05.01.03 | 40.80  | 34.09  | 0.836 | 0.78 |
|    |            | 05.01.05 | 62.56  | 35.77  | 0.572 |      |
|    |            | 05.01.07 | 25.81  | 24.61  | 0.954 |      |

|              |            |            |        |        |       |             |
|--------------|------------|------------|--------|--------|-------|-------------|
|              |            | 05.01.08   | 100.74 | 85.22  | 0.846 |             |
|              |            | 05.01.09   | 119.10 | 84.66  | 0.711 |             |
|              |            | 05.01.10   | 24.48  | 18.46  | 0.754 |             |
|              |            | 05.01.11   | 24.48  | 18.33  | 0.749 |             |
| 20           | 23/10/2018 | 05.01.19   | 41.76  | 28.44  | 0.681 | 0.79        |
|              |            | 05.01.20   | 425.66 | 316.66 | 0.744 |             |
|              |            | 05.01.21   | 57.60  | 42.53  | 0.738 |             |
|              |            | 05.01.22   | 21.60  | 16.93  | 0.784 |             |
|              |            | 05.01.23   | 132.19 | 123.96 | 0.938 |             |
|              |            | 05.01.24   | 82.80  | 65.09  | 0.786 |             |
|              |            | 05.01.25   | 126.00 | 92.00  | 0.730 |             |
|              |            | 05.01.26   | 54.00  | 42.31  | 0.783 |             |
|              |            | 05.01.27   | 54.00  | 40.96  | 0.758 |             |
|              |            | 05.01.28   | 54.00  | 52.30  | 0.969 |             |
| 21           | 24/10/2018 | 05.01.04   | 33.44  | 19.44  | 0.581 | 0.73        |
|              |            | 05.01.05   | 69.92  | 45.33  | 0.648 |             |
|              |            | 05.01.06   | 112.59 | 81.69  | 0.726 |             |
|              |            | 05.01.07   | 28.84  | 28.61  | 0.992 |             |
|              |            | 05.01.08   | 112.59 | 95.44  | 0.848 |             |
|              |            | 05.01.09   | 133.11 | 96.66  | 0.726 |             |
|              |            | 05.01.10   | 27.36  | 15.22  | 0.556 |             |
| 05.01.11     | 27.36      | 21.96      | 0.803  |        |       |             |
| 22           | 25/09/2018 | 03.02.02   | 36.50  | 35.29  | 0.967 | 0.74        |
|              |            | 03.02.03   | 95.00  | 68.30  | 0.719 |             |
|              |            | 03.02.04   | 60.00  | 35.44  | 0.591 |             |
|              |            | 03.02.05   | 32.00  | 19.56  | 0.611 |             |
|              |            | 04.01.02   | 60.00  | 33.24  | 0.554 |             |
|              |            | 05.01.05   | 73.60  | 54.98  | 0.747 |             |
|              |            | 05.01.06   | 118.52 | 86.01  | 0.726 |             |
| 05.01.07     | 30.36      | 30.13      | 0.992  |        |       |             |
| 23           | 26/09/2018 | 05.01.04   | 28.80  | 23.40  | 0.813 | 0.72        |
|              |            | 05.01.05   | 78.00  | 45.33  | 0.581 |             |
|              |            | 05.01.06   | 78.00  | 59.86  | 0.767 |             |
|              |            | 05.01.13   | 78.00  | 60.34  | 0.774 |             |
|              |            | 05.01.14   | 102.80 | 95.33  | 0.927 |             |
|              |            | 05.01.15   | 60.00  | 23.44  | 0.391 |             |
|              |            | 05.01.16   | 60.00  | 46.61  | 0.777 |             |
| 05.01.17     | 60.00      | 45.55      | 0.759  |        |       |             |
| 24           | 27/09/2018 | 05.01.14   | 85.80  | 79.53  | 0.927 | 0.75        |
|              |            | 05.01.15   | 113.08 | 95.22  | 0.842 |             |
|              |            | 05.01.17   | 43.18  | 17.33  | 0.401 |             |
|              |            | 05.01.25   | 154.00 | 105.22 | 0.683 |             |
|              |            | 05.01.26   | 66.00  | 53.76  | 0.814 |             |
|              |            | 05.01.27   | 66.00  | 52.61  | 0.797 |             |
|              |            | 05.01.28   | 66.00  | 59.33  | 0.899 |             |
| 05.01.29     | 43.18      | 26.44      | 0.612  |        |       |             |
| <b>Total</b> |            | <b>200</b> |        |        |       | <b>0.76</b> |

  
 LTA INGENIEROS SAC  
 ING. JUAN DELGADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

## Instrumento de investigación para el Índice de Avance Físico de Obra- Post - Test

| Ficha de Registro              |                                 |                                 |        |   |            |  |
|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------|---|------------|--|
| <b>Investigador</b>            |                                 | Saulo Cárdenas Ortiz            |        | <b>Tipo de Prueba</b>   | Post-test  |  |
| <b>Empresa Investigada</b>     |                                 | LTA Ingenieros SAC              |        |   |            |  |
| <b>Motivo de Investigación</b> |                                 | Índice de Avance Físico de Obra |        |   |            |  |
| <b>Fecha de Inicio</b>         |                                 | 06/05/2019                      |        | <b>Fecha Final</b>  | 01/06/2019 |  |
| Variable                       | Indicador                       | Técnica                         | Medida | Fórmula   |            |  |
| Proceso de Control de Obras    | Índice de Avance Físico de Obra | Fihaje                          | Unidad | $IAF = \frac{AFR}{AFP}$ IAF = Índice de Avance Físico de Obra<br>AFR= Avance Físico Real<br>AFP = Avance Físico Planificado |            |  |

Consideración: Partidas de obras que tienen unidad de medida diferente a las globales.

| N° | Fecha      | Id Partida | AFP     | AFR     | IAF   | Promedio |
|----|------------|------------|---------|---------|-------|----------|
| 1  | 6/05/2019  | 02.01.02   | 26.600  | 26.000  | 0.977 | 0.99     |
|    |            | 03.02.01   | 5.125   | 5.125   | 1.000 |          |
| 2  | 7/05/2019  | 03.02.01   | 10.250  | 10.250  | 1.000 | 1.01     |
|    |            | 03.04.03   | 6.000   | 6.5     | 1.083 |          |
|    |            | 02.01.02   | 53.200  | 52.000  | 0.977 |          |
|    |            | 02.02.02   | 74.480  | 71.860  | 0.965 |          |
| 3  | 8/05/2019  | 03.04.03   | 12.000  | 12.000  | 1.000 | 1.01     |
|    |            | 03.02.01   | 15.375  | 18.000  | 1.171 |          |
|    |            | 04.12.02   | 65.875  | 65.875  | 1.000 |          |
|    |            | 02.01.02   | 79.800  | 78.000  | 0.977 |          |
|    |            | 02.02.02   | 111.720 | 107.790 | 0.965 |          |
|    |            | 02.02.04   | 113.160 | 107.790 | 0.953 |          |
| 4  | 9/05/2019  | 03.04.03   | 18.000  | 18.000  | 1.000 | 0.99     |
|    |            | 03.02.01   | 20.500  | 20.500  | 1.000 |          |
|    |            | 04.12.02   | 131.750 | 131.750 | 1.000 |          |
|    |            | 02.01.02   | 106.400 | 106.4   | 1.000 |          |
|    |            | 02.02.02   | 148.960 | 143.720 | 0.965 |          |
|    |            | 02.02.04   | 150.880 | 150     | 0.994 |          |
| 5  | 10/05/2019 | 04.12.02   | 197.625 | 197.625 | 1.000 | 0.98     |
|    |            | 03.04.03   | 24.000  | 24.000  | 1.000 |          |
|    |            | 04.08.02   | 87.833  | 87.833  | 1.000 |          |
|    |            | 04.08.01   | 109.933 | 107.500 | 0.978 |          |
|    |            | 02.01.02   | 133.000 | 130.000 | 0.977 |          |
|    |            | 02.02.02   | 186.200 | 179.650 | 0.965 |          |
|    |            | 02.02.04   | 188.600 | 179.650 | 0.953 |          |
| 6  | 11/05/2019 | 03.04.03   | 30.000  | 30.000  | 1.000 | 1.03     |
|    |            | 04.08.02   | 175.667 | 195.3   | 1.112 |          |
|    |            | 04.12.02   | 263.500 | 263.500 | 1.000 |          |
|    |            | 04.11.02   | 131.750 | 146.32  | 1.111 |          |
|    |            | 04.08.01   | 219.867 | 235.3   | 1.070 |          |
|    |            | 02.01.02   | 159.600 | 156.000 | 0.977 |          |
|    |            | 04.11.01   | 164.900 | 159.000 | 0.964 |          |
| 7  | 13/05/2019 | 02.03.02   | 62.067  | 59.883  | 0.965 | 0.99     |
|    |            | 04.11.01   | 329.800 | 320.000 | 0.970 |          |
|    |            | 04.11.02   | 263.500 | 258.750 | 0.982 |          |
|    |            | 02.03.05   | 67.600  | 66.667  | 0.986 |          |
|    |            | 02.03.04   | 98.250  | 98.000  | 0.997 |          |

|          |            |          |         |         |       |      |
|----------|------------|----------|---------|---------|-------|------|
|          |            | 02.03.03 | 123.517 | 123.517 | 1.000 |      |
|          |            | 03.04.03 | 36.000  | 36.000  | 1.000 |      |
|          |            | 04.08.02 | 263.500 | 263.500 | 1.000 |      |
| 8        | 14/05/2019 | 04.04.01 | 62.2    | 61.000  | 0.981 | 1.00 |
|          |            | 02.03.05 | 133.2   | 133.333 | 1.001 |      |
|          |            | 04.01.01 | 78.375  | 77.500  | 0.989 |      |
|          |            | 04.01.02 | 74.600  | 73.750  | 0.989 |      |
|          |            | 02.03.04 | 196.500 | 196.000 | 0.997 |      |
|          |            | 04.01.03 | 65.125  | 65.000  | 0.998 |      |
|          |            | 02.03.03 | 247.033 | 247.033 | 1.000 |      |
|          |            | 03.04.03 | 42.000  | 42.000  | 1.000 |      |
|          |            | 04.10.02 | 65.875  | 65.875  | 1.000 |      |
|          |            | 04.04.02 | 59.680  | 59.680  | 1.000 |      |
| 9        | 15/05/2019 | 04.01.02 | 149.200 | 147.500 | 0.989 | 1.01 |
|          |            | 03.01.03 | 104.880 | 103.750 | 0.989 |      |
|          |            | 04.01.01 | 156.750 | 155.000 | 0.989 |      |
|          |            | 02.03.04 | 294.750 | 294.000 | 0.997 |      |
|          |            | 04.01.03 | 130.250 | 130.000 | 0.998 |      |
|          |            | 02.03.03 | 370.550 | 370.550 | 1.000 |      |
|          |            | 04.10.02 | 131.750 | 131.750 | 1.000 |      |
|          |            | 04.04.02 | 119.360 | 119.360 | 1.000 |      |
|          |            | 03.01.04 | 95.380  | 101.326 | 1.062 |      |
| 03.01.05 | 1.850      | 2.01     | 1.086   |         |       |      |
| 10       | 16/05/2019 | 03.01.03 | 209.760 | 210     | 1.001 | 1.02 |
|          |            | 04.01.01 | 235.125 | 232.500 | 0.989 |      |
|          |            | 04.01.02 | 223.800 | 221.250 | 0.989 |      |
|          |            | 04.01.03 | 195.375 | 195.000 | 0.998 |      |
|          |            | 04.04.02 | 179.040 | 180     | 1.005 |      |
|          |            | 03.01.04 | 190.760 | 200     | 1.048 |      |
|          |            | 02.05.02 | 6.500   | 6.6     | 1.015 |      |
|          |            | 03.01.05 | 3.700   | 4.1     | 1.108 |      |
|          |            | 03.06.02 | 2.283   | 2.153   | 0.943 |      |
| 04.10.02 | 197.625    | 215.32   | 1.090   |         |       |      |
| 11       | 17/05/2019 | 04.05.03 | 86.833  | 84.500  | 0.973 | 0.99 |
|          |            | 04.01.01 | 313.500 | 310.000 | 0.989 |      |
|          |            | 04.01.02 | 298.400 | 295.000 | 0.989 |      |
|          |            | 03.01.03 | 314.640 | 311.250 | 0.989 |      |
|          |            | 04.05.02 | 99.467  | 99.000  | 0.995 |      |
|          |            | 04.01.03 | 260.500 | 260.000 | 0.998 |      |
|          |            | 02.05.02 | 13.000  | 13.000  | 1.000 |      |
|          |            | 03.01.05 | 5.550   | 5.550   | 1.000 |      |
|          |            | 04.05.01 | 104.500 | 104.500 | 1.000 |      |
|          |            | 03.06.02 | 4.567   | 4.567   | 1.000 |      |
| 04.10.02 | 263.500    | 263.500  | 1.000   |         |       |      |
| 04.04.02 | 238.720    | 238.720  | 1.000   |         |       |      |
| 12       | 18/05/2019 | 02.04.01 | 313.500 | 305.000 | 0.973 | 1.00 |
|          |            | 03.01.06 | 173.667 | 169.000 | 0.973 |      |
|          |            | 03.06.01 | 419.520 | 415.000 | 0.989 |      |
|          |            | 04.02.02 | 198.933 | 198.000 | 0.995 |      |
|          |            | 04.04.04 | 6.850   | 6.850   | 1.000 |      |
|          |            | 04.04.01 | 65.125  | 65.125  | 1.000 |      |
|          |            | 04.05.03 | 298.400 | 298.400 | 1.000 |      |
|          |            | 03.01.03 | 381.520 | 381.520 | 1.000 |      |
|          |            | 04.05.02 | 19.500  | 19.5    | 1.000 |      |
| 03.06.02 | 7.400      | 7.9      | 1.068   |         |       |      |
| 13       | 20/05/2019 | 04.14.02 | 298.400 | 293.320 | 0.983 | 1.03 |
|          |            | 04.02.02 | 164.900 | 163.500 | 0.992 |      |
|          |            | 04.05.03 | 524.400 | 520.000 | 0.992 |      |
|          |            | 04.05.02 | 476.900 | 473.573 | 0.993 |      |
|          |            | 04.14.01 | 131.750 | 131.750 | 1.000 |      |
|          |            | 03.01.03 | 26.000  | 29.32   | 1.128 |      |
| 03.01.04 | 9.250      | 10.25    | 1.108   |         |       |      |

|          |            |          |            |          |        |      |
|----------|------------|----------|------------|----------|--------|------|
|          |            | 04.14.03 | 164.900    | 165.3    | 1.002  |      |
|          |            | 02.05.02 | 313.500    | 341.32   | 1.089  |      |
|          |            | 03.01.05 | 130.250    | 135      | 1.036  |      |
| 14       | 21/05/2019 | 02.06.03 | 235.125    | 229.000  | 0.974  | 1.01 |
|          |            | 04.02.01 | 572.280    | 565.627  | 0.988  |      |
|          |            | 03.01.04 | 329.800    | 327.000  | 0.992  |      |
|          |            | 04.14.01 | 629.280    | 628.323  | 0.998  |      |
|          |            | 03.01.03 | 29.440     | 29.400   | 0.999  |      |
|          |            | 02.06.02 | 11.100     | 12       | 1.081  |      |
|          |            | 03.01.05 | 329.800    | 329.8    | 1.000  |      |
|          |            | 04.09.01 | 263.500    | 281.32   | 1.068  |      |
|          |            | 04.14.03 | 195.375    | 201      | 1.029  |      |
|          |            | 15       | 22/05/2019 | 02.06.03 | 26.920 |      |
| 03.01.04 | 667.660    |          |            | 657.680  | 0.985  |      |
| 04.02.01 | 313.500    |          |            | 309.000  | 0.986  |      |
| 03.01.03 | 734.160    |          |            | 730.000  | 0.994  |      |
| 02.06.02 | 58.880     |          |            | 58.800   | 0.999  |      |
|          |            | 03.01.05 | 12.950     | 12.950   | 1.000  |      |
| 16       | 23/05/2019 | 04.03.03 | 86.833     | 85.043   | 0.979  | 1.02 |
|          |            | 03.01.04 | 763.040    | 749.733  | 0.983  |      |
|          |            | 03.01.03 | 839.040    | 845.32   | 1.007  |      |
|          |            | 02.06.02 | 88.320     | 97.3     | 1.102  |      |
|          |            | 03.05.01 | 120.000    | 120.000  | 1.000  |      |
|          |            | 03.01.05 | 14.800     | 14.800   | 1.000  |      |
|          |            | 04.03.04 | 18.667     | 20.01    | 1.072  |      |
| 17       | 24/05/2019 | 02.06.03 | 53.840     | 52.000   | 0.966  | 0.98 |
|          |            | 04.03.01 | 209.000    | 202.667  | 0.970  |      |
|          |            | 02.04.01 | 107.800    | 105.000  | 0.974  |      |
|          |            | 04.03.02 | 198.933    | 194.460  | 0.978  |      |
|          |            | 04.03.03 | 173.667    | 170.087  | 0.979  |      |
|          |            | 03.01.04 | 858.420    | 841.787  | 0.981  |      |
|          |            | 03.01.03 | 943.920    | 940.000  | 0.996  |      |
|          |            | 02.06.02 | 117.760    | 117.600  | 0.999  |      |
| 18       | 25/05/2019 | 04.03.04 | 37.333     | 37.333   | 1.000  | 1.00 |
|          |            | 04.15.03 | 7.400      | 7.350    | 0.993  |      |
|          |            | 03.01.03 | 1048.800   | 1045.000 | 0.996  |      |
|          |            | 02.06.02 | 147.200    | 147.000  | 0.999  |      |
|          |            | 04.03.04 | 56.000     | 56.000   | 1.000  |      |
|          |            | 03.07.02 | 4.500      | 4.500    | 1.000  |      |
|          |            | 04.15.01 | 120.000    | 120.000  | 1.000  |      |
|          |            | 03.05.01 | 360.000    | 360.000  | 1.000  |      |
|          |            | 03.01.05 | 18.500     | 18.500   | 1.000  |      |
|          |            | 04.13.01 | 219.867    | 219.867  | 1.000  |      |
| 19       | 27/05/2019 | 03.07.01 | 90.000     | 90.000   | 1.000  | 1.01 |
|          |            | 04.15.04 | 13.000     | 13.000   | 1.000  |      |
|          |            | 04.16.02 | 6.000      | 6.000    | 1.000  |      |
|          |            | 02.04.01 | 127.400    | 124.833  | 0.980  |      |
|          |            | 04.13.01 | 329.800    | 325.187  | 0.986  |      |
|          |            | 02.07.04 | 80.300     | 80.000   | 0.996  |      |
|          |            | 04.13.03 | 263.500    | 263.330  | 0.999  |      |
|          |            | 03.07.01 | 180.000    | 180.000  | 1.000  |      |
| 20       | 28/05/2019 | 04.15.04 | 26.000     | 26.000   | 1.000  | 0.98 |
|          |            | 03.07.02 | 9.000      | 10       | 1.111  |      |
|          |            | 04.15.01 | 240.000    | 243      | 1.013  |      |
|          |            | 05.06.02 | 160.600    | 160.000  | 0.996  |      |
|          |            | 02.04.01 | 13.500     | 13.05    | 0.967  |      |
|          |            | 05.05.01 | 360.000    | 356.3    | 0.990  |      |
| 21       | 29/05/2019 | 02.07.04 | 270.000    | 265.3    | 0.983  | 0.99 |
|          |            | 03.07.02 | 39.000     | 36.9     | 0.946  |      |
|          |            | 04.15.01 | 188.600    | 189      | 1.002  |      |
|          |            | 03.07.01 | 139.650    | 138.6    | 0.992  |      |
|          |            | 02.08.03 | 23.575     | 22.500   | 0.954  |      |

|              |            |          |            |          |       |             |
|--------------|------------|----------|------------|----------|-------|-------------|
|              |            | 05.06.02 | 1751.714   | 1683.600 | 0.961 |             |
|              |            | 02.04.01 | 147.000    | 144.500  | 0.983 |             |
|              |            | 05.05.01 | 288.571    | 286.120  | 0.992 |             |
|              |            | 03.07.02 | 18.000     | 18.000   | 1.000 |             |
|              |            | 04.15.01 | 480.000    | 480.000  | 1.000 |             |
|              |            | 02.08.01 | 1.000      | 1.05     | 1.050 |             |
| 22           | 30/05/2019 | 05.03.02 | 83.333     | 81.667   | 0.980 | 1.00        |
|              |            | 02.04.01 | 156.800    | 154.333  | 0.984 |             |
|              |            | 05.05.01 | 432.857    | 429.180  | 0.992 |             |
|              |            | 04.15.04 | 65.000     | 65.000   | 1.000 |             |
|              |            | 05.03.01 | 138.333    | 138.333  | 1.000 |             |
|              |            | 03.08.02 | 11.667     | 11.667   | 1.000 |             |
|              |            | 04.06.03 | 86.833     | 86.833   | 1.000 |             |
|              |            | 04.07.02 | 52.700     | 52.700   | 1.000 |             |
|              |            | 05.01.01 | 103.750    | 103.750  | 1.000 |             |
|              |            | 03.08.01 | 60.000     | 60.000   | 1.000 |             |
|              |            | 04.06.02 | 99.467     | 99.467   | 1.000 |             |
| 23           | 31/05/2019 | 05.01.02 | 125.000    | 116.867  | 0.935 | 0.99        |
|              |            | 05.02.02 | 83.333     | 79.500   | 0.954 |             |
|              |            | 02.08.03 | 70.725     | 67.500   | 0.954 |             |
|              |            | 04.06.01 | 209.000    | 200.667  | 0.960 |             |
|              |            | 05.02.01 | 138.333    | 139      | 1.005 |             |
|              |            | 05.06.02 | 3503.429   | 3367.200 | 0.961 |             |
|              |            | 05.03.02 | 166.667    | 164.3    | 0.986 |             |
|              |            | 02.04.01 | 166.600    | 164.167  | 0.985 |             |
|              |            | 05.05.01 | 577.143    | 578.3    | 1.002 |             |
|              |            | 03.08.02 | 23.333     | 26.3     | 1.127 |             |
|              |            | 04.06.03 | 173.667    | 176.3    | 1.015 |             |
|              |            | 04.07.02 | 105.400    | 107.3    | 1.018 |             |
| 24           | 1/06/2019  | 05.02.01 | 276.667    | 265.600  | 0.960 | 1.02        |
|              |            | 05.06.02 | 4379.286   | 4209.000 | 0.961 |             |
|              |            | 05.03.02 | 250.000    | 245.000  | 0.980 |             |
|              |            | 02.04.01 | 176.400    | 176      | 0.998 |             |
|              |            | 05.05.01 | 721.429    | 715.300  | 0.992 |             |
|              |            | 02.08.01 | 4.000      | 4.000    | 1.000 |             |
|              |            | 02.08.02 | 1.000      | 1.000    | 1.000 |             |
|              |            | 02.08.05 | 136.950    | 137.000  | 1.000 |             |
|              |            | 05.03.01 | 415.000    | 423.3    | 1.020 |             |
|              |            | 03.08.02 | 35.000     | 46       | 1.314 |             |
| <b>Total</b> |            |          | <b>200</b> |          |       | <b>1.00</b> |

  
 LTA INGENIEROS SAC  
 ING. JUAN DELGADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

## Instrumento de investigación para el Índice de Desempeño del Cronograma - Pre - Test

| Ficha de Registro              |                                    |                                    |        |  |            |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|--|------------|
| <b>Investigador</b>            |                                    | Saulo Cárdenas Ortiz               |        | <b>Tipo de Prueba</b>  | Pre-test   |
| <b>Empresa Investigada</b>     |                                    | LTA Ingenieros SAC                 |        |  |            |
| <b>Motivo de Investigación</b> |                                    | Índice de Desempeño del Cronograma |        |  |            |
| <b>Fecha de Inicio</b>         |                                    | 01/10/2018                         |        | <b>Fecha Final</b>   | 27/10/2018 |
| Variable                       | Indicador                          | Técnica                            | Medida | Fórmula  |            |
| Proceso de Control de Obras    | Índice de Desempeño del Cronograma | Fichaje                            | Unidad | $SPI = \frac{EV}{PV}$ SPI = Índice de Desempeño del Cronograma<br>EV= Valor ganado<br>PV = Valor planificado |            |

Consideración: Partidas de obras que tienen unidad de medida diferente a las globales.

**EV:** Es el presupuesto acumulado para un % de avance real (este se calcula en base al registro del avance físico real y de los días consumidos).

**PV:** Es el presupuesto prorrateado acumulado para el avance planificado.

| N° | Fecha     | Id Partida | EV      | PV         | SPI   | Promedio |
|----|-----------|------------|---------|------------|-------|----------|
| 1  | 1/10/2018 | 01.01.02   | 24      | 31.2       | 0.769 | 0.77     |
|    |           | 05.01.22   | 26      | 32.8       | 0.793 |          |
|    |           | 05.01.23   | 104     | 124.8      | 0.833 |          |
|    |           | 05.01.24   | 10.4    | 14.08      | 0.739 |          |
|    |           | 05.01.25   | 37.5    | 46         | 0.815 |          |
|    |           | 05.01.26   | 897     | 1362.98    | 0.658 |          |
| 2  | 2/10/2018 | 01.01.02   | 181.35  | 211.761    | 0.856 | 0.77     |
|    |           | 05.01.19   | 530.4   | 654.823    | 0.810 |          |
|    |           | 05.01.20   | 60      | 105.09     | 0.571 |          |
|    |           | 05.01.21   | 175.5   | 194.4      | 0.903 |          |
|    |           | 01.02.01   | 27.5    | 36         | 0.764 |          |
|    |           | 01.02.02   | 400     | 487.5      | 0.821 |          |
|    |           | 05.01.01   | 72      | 78         | 0.923 |          |
|    |           | 05.01.03   | 80      | 156        | 0.513 |          |
| 3  | 3/10/2018 | 05.01.23   | 80      | 102.8      | 0.778 | 0.76     |
|    |           | 05.01.24   | 1432.9  | 1746.896   | 0.820 |          |
|    |           | 05.01.25   | 127.2   | 208.0568   | 0.611 |          |
|    |           | 05.01.26   | 1645    | 2350       | 0.700 |          |
|    |           | 05.01.27   | 160     | 185.6      | 0.862 |          |
|    |           | 05.01.28   | 1496.25 | 1773.6     | 0.844 |          |
| 4  | 4/10/2018 | 01.02.01   | 172.5   | 240        | 0.719 | 0.76     |
|    |           | 05.01.01   | 90.25   | 114        | 0.792 |          |
|    |           | 05.01.02   | 698.75  | 918        | 0.761 |          |
|    |           | 05.01.03   | 955.5   | 1127       | 0.848 |          |
|    |           | 05.01.04   | 129.25  | 164.5      | 0.786 |          |
|    |           | 05.01.05   | 180     | 225        | 0.800 |          |
|    |           | 05.01.06   | 80.5    | 105        | 0.767 |          |
|    |           | 05.01.07   | 45      | 90         | 0.500 |          |
|    |           | 05.01.08   | 2368    | 2880       | 0.822 |          |
| 5  | 5/10/2018 | 05.01.15   | 1580.4  | 1989       | 0.795 | 0.76     |
|    |           | 05.01.02   | 150     | 198.25     | 0.757 |          |
|    |           | 05.01.03   | 55      | 60.8333333 | 0.904 |          |

|    |            |          |          |            |       |      |
|----|------------|----------|----------|------------|-------|------|
|    |            | 05.01.04 | 200      | 266.666667 | 0.750 |      |
|    |            | 05.01.05 | 45       | 62.4       | 0.721 |      |
|    |            | 05.01.06 | 45       | 65.6       | 0.686 |      |
|    |            | 05.01.07 | 182      | 249.6      | 0.729 |      |
|    |            | 05.01.08 | 21.2     | 28.16      | 0.753 |      |
| 6  | 6/10/2018  | 05.01.02 | 76.5     | 92         | 0.832 | 0.78 |
|    |            | 05.01.03 | 2035.5   | 2725.96    | 0.747 |      |
|    |            | 05.01.04 | 348.75   | 423.522    | 0.823 |      |
|    |            | 05.01.05 | 1033.396 | 1309.646   | 0.789 |      |
|    |            | 05.01.06 | 142.5    | 210.18     | 0.678 |      |
|    |            | 05.01.07 | 317.25   | 388.8      | 0.816 |      |
|    |            | 05.01.08 | 55.375   | 72         | 0.769 |      |
|    |            | 05.01.09 | 775      | 975        | 0.795 |      |
| 7  | 8/10/2018  | 05.01.04 | 112      | 156        | 0.718 | 0.73 |
|    |            | 05.01.05 | 203.2    | 312        | 0.651 |      |
|    |            | 05.01.06 | 180      | 205.6      | 0.875 |      |
|    |            | 05.01.07 | 1547.9   | 3493.792   | 0.443 |      |
|    |            | 05.01.12 | 334.96   | 416.1136   | 0.805 |      |
|    |            | 05.01.13 | 3642.5   | 4700       | 0.775 |      |
|    |            | 05.01.14 | 308      | 371.2      | 0.830 |      |
| 8  | 9/09/2018  | 05.01.02 | 2795.25  | 3547.2     | 0.788 | 0.76 |
|    |            | 05.01.05 | 346.5    | 480        | 0.722 |      |
|    |            | 05.01.06 | 171      | 228        | 0.750 |      |
|    |            | 05.01.07 | 1363.75  | 1836       | 0.743 |      |
|    |            | 05.01.08 | 1923.25  | 2254       | 0.853 |      |
|    |            | 05.01.09 | 246.75   | 329        | 0.750 |      |
|    |            | 05.01.10 | 330      | 450        | 0.733 |      |
|    |            | 05.01.11 | 150.5    | 210        | 0.717 |      |
| 9  | 10/10/2018 | 05.01.02 | 165      | 180        | 0.917 | 0.79 |
|    |            | 05.01.03 | 3488     | 4320       | 0.807 |      |
|    |            | 05.01.10 | 2358.72  | 2983.5     | 0.791 |      |
|    |            | 05.01.11 | 287.25   | 396.5      | 0.724 |      |
|    |            | 05.01.20 | 115      | 121.666667 | 0.945 |      |
|    |            | 05.01.21 | 368      | 533.333333 | 0.690 |      |
|    |            | 05.01.22 | 79       | 93.6       | 0.844 |      |
|    |            | 05.01.23 | 56       | 98.4       | 0.569 |      |
|    |            | 05.01.24 | 306.8    | 374.4      | 0.819 |      |
| 10 | 11/10/2018 | 05.01.07 | 31.2     | 42.24      | 0.739 | 0.79 |
|    |            | 05.01.08 | 116.625  | 138        | 0.845 |      |
|    |            | 05.01.09 | 3185.5   | 4088.94    | 0.779 |      |
|    |            | 05.01.11 | 558      | 635.283    | 0.878 |      |
|    |            | 05.01.12 | 1354.33  | 1964.469   | 0.689 |      |
|    |            | 05.01.13 | 235.65   | 315.27     | 0.747 |      |
|    |            | 05.01.14 | 453.465  | 583.2      | 0.778 |      |
|    |            | 05.01.15 | 90.375   | 108        | 0.837 |      |
| 11 | 12/10/2018 | 05.01.04 | 1125     | 1462.5     | 0.769 | 0.79 |
|    |            | 05.01.05 | 154.5    | 234        | 0.660 |      |
|    |            | 05.01.11 | 319.2    | 468        | 0.682 |      |
|    |            | 05.01.12 | 260.2    | 308.4      | 0.844 |      |
|    |            | 05.01.13 | 3425.85  | 5240.688   | 0.654 |      |
|    |            | 05.01.14 | 542.72   | 624.1704   | 0.870 |      |
|    |            | 05.01.15 | 6462.5   | 7050       | 0.917 |      |
|    |            | 05.01.16 | 493.6    | 556.8      | 0.886 |      |
| 12 | 13/10/2018 | 05.01.02 | 4445.25  | 5320.8     | 0.835 | 0.79 |
|    |            | 05.01.03 | 586.5    | 720        | 0.815 |      |
|    |            | 05.01.04 | 150.4    | 342        | 0.440 |      |
|    |            | 05.01.05 | 2456.5   | 2754       | 0.892 |      |
|    |            | 05.01.06 | 3050.25  | 3381       | 0.902 |      |
|    |            | 05.01.07 | 411.25   | 493.5      | 0.833 |      |
|    |            | 05.01.08 | 534.45   | 675        | 0.792 |      |

|    |            |          |          |            |        |      |
|----|------------|----------|----------|------------|--------|------|
|    |            | 05.01.19 | 255.5    | 315        | 0.811  |      |
| 13 | 15/10/2018 | 05.01.03 | 202.62   | 270        | 0.750  | 0.74 |
|    |            | 05.01.04 | 4928     | 5760       | 0.856  |      |
|    |            | 05.01.13 | 3222.72  | 3978       | 0.810  |      |
|    |            | 05.01.14 | 485.55   | 594.75     | 0.816  |      |
|    |            | 05.01.15 | 130.8    | 182.5      | 0.717  |      |
|    |            | 05.01.16 | 368      | 800        | 0.460  |      |
|    |            | 05.01.25 | 109      | 124.8      | 0.873  |      |
|    |            | 05.01.26 | 79       | 131.2      | 0.602  |      |
| 14 | 16/10/2018 | 05.01.06 | 431.6    | 499.2      | 0.865  | 0.79 |
|    |            | 05.01.07 | 40.8     | 56.32      | 0.724  |      |
|    |            | 05.01.08 | 156.625  | 184        | 0.851  |      |
|    |            | 05.01.09 | 3185.5   | 5451.92    | 0.584  |      |
|    |            | 05.01.10 | 662.904  | 847.044    | 0.783  |      |
|    |            | 05.01.15 | 2147.236 | 2619.292   | 0.820  |      |
|    |            | 05.01.16 | 340.8    | 420.36     | 0.811  |      |
|    |            | 05.01.17 | 647.865  | 777.6      | 0.833  |      |
|    |            | 05.01.18 | 126.375  | 144        | 0.878  |      |
|    |            | 05.01.24 | 1500     | 1950       | 0.769  |      |
| 15 | 17/10/2018 | 05.01.03 | 224.5    | 312        | 0.720  | 0.73 |
|    |            | 05.01.04 | 475.2    | 624        | 0.762  |      |
|    |            | 05.01.05 | 363      | 411.2      | 0.883  |      |
|    |            | 05.01.06 | 5265.85  | 6987.584   | 0.754  |      |
|    |            | 05.01.07 | 750.48   | 832.2272   | 0.902  |      |
|    |            | 05.01.13 | 655.89   | 9400       | 0.070  |      |
|    |            | 05.01.14 | 653.6    | 742.4      | 0.880  |      |
|    |            | 05.01.15 | 5587.5   | 7094.4     | 0.788  |      |
|    |            | 05.01.16 | 737.625  | 960        | 0.768  |      |
| 16 | 18/10/2018 | 03.02.03 | 380      | 456        | 0.833  | 0.79 |
|    |            | 03.02.04 | 2893.125 | 3672       | 0.788  |      |
|    |            | 05.01.03 | 3050.25  | 4508       | 0.677  |      |
|    |            | 05.01.04 | 575.75   | 658        | 0.875  |      |
|    |            | 05.01.05 | 741.75   | 900        | 0.824  |      |
|    |            | 05.01.06 | 324.03   | 420        | 0.772  |      |
|    |            | 05.01.07 | 279.57   | 360        | 0.777  |      |
|    |            | 05.01.08 | 1015     | 1160       | 0.875  |      |
|    |            | 05.01.09 | 453.27   | 656.260333 | 0.691  |      |
| 17 | 19/10/2018 | 02.03.01 | 1854     | 2160       | 0.858  | 0.77 |
|    |            | 03.02.05 | 635.55   | 793        | 0.801  |      |
|    |            | 05.01.01 | 191.6    | 243.333333 | 0.787  |      |
|    |            | 05.01.02 | 634.4    | 1066.66667 | 0.595  |      |
|    |            | 05.01.22 | 140.2    | 156        | 0.899  |      |
|    |            | 05.01.23 | 100      | 164        | 0.610  |      |
|    |            | 05.01.24 | 556.4    | 624        | 0.892  |      |
|    |            | 05.01.25 | 54.88    | 70.4       | 0.780  |      |
|    |            | 05.01.26 | 202.625  | 230        | 0.881  |      |
|    |            | 05.01.27 | 4358.5   | 6814.9     | 0.640  |      |
|    |            | 05.01.28 | 802.404  | 1058.805   | 0.758  |      |
| 18 | 20/10/2018 | 05.01.03 | 2802.501 | 3274.115   | 0.856  | 0.82 |
|    |            | 05.01.04 | 445.95   | 525.45     | 0.849  |      |
|    |            | 05.01.05 | 842.265  | 972        | 0.867  |      |
|    |            | 05.01.06 | 162.375  | 180        | 0.902  |      |
|    |            | 05.01.07 | 1769     | 2437.5     | 0.726  |      |
|    |            | 05.01.08 | 302.5    | 390        | 0.776  |      |
|    |            | 05.01.09 | 456.7    | 780        | 0.586  |      |
|    |            | 05.01.10 | 465.8    | 514        | 0.906  |      |
|    |            | 05.01.11 | 6874.7   | 8734.48    | 0.787  |      |
|    |            |          |          | 05.01.12   | 951.88 |      |
| 19 | 22/10/2018 | 03.02.01 | 9987.5   | 11750      | 0.850  | 0.76 |
|    |            | 05.01.03 | 567.88   | 928        | 0.612  |      |

|              |            |            |          |             |       |             |
|--------------|------------|------------|----------|-------------|-------|-------------|
|              |            | 05.01.05   | 7361.25  | 8868        | 0.830 |             |
|              |            | 05.01.07   | 977.625  | 1200        | 0.815 |             |
|              |            | 05.01.08   | 475      | 570         | 0.833 |             |
|              |            | 05.01.09   | 3769.375 | 4590        | 0.821 |             |
|              |            | 05.01.10   | 4177.25  | 5635        | 0.741 |             |
|              |            | 05.01.11   | 455.78   | 822.5       | 0.554 |             |
| 20           | 23/10/2018 | 05.01.19   | 995.67   | 1125        | 0.885 | 0.79        |
|              |            | 05.01.20   | 429.03   | 525         | 0.817 |             |
|              |            | 05.01.21   | 310.32   | 450         | 0.690 |             |
|              |            | 05.01.22   | 1870.5   | 2320        | 0.806 |             |
|              |            | 05.01.23   | 920.605  | 1312.52067  | 0.701 |             |
|              |            | 05.01.24   | 4014     | 4320        | 0.929 |             |
|              |            | 05.01.25   | 775.425  | 991.25      | 0.782 |             |
|              |            | 05.01.26   | 224.25   | 304.166667  | 0.737 |             |
|              |            | 05.01.27   | 900.8    | 1333.333333 | 0.676 |             |
|              |            | 05.01.28   | 170.2    | 187.2       | 0.909 |             |
| 21           | 24/10/2018 | 05.01.04   | 125.8    | 196.8       | 0.639 | 0.80        |
|              |            | 05.01.05   | 681.2    | 748.8       | 0.910 |             |
|              |            | 05.01.06   | 68.96    | 84.48       | 0.816 |             |
|              |            | 05.01.07   | 248.625  | 276         | 0.901 |             |
|              |            | 05.01.08   | 5106     | 8177.88     | 0.624 |             |
|              |            | 05.01.09   | 969.804  | 1270.566    | 0.763 |             |
|              |            | 05.01.10   | 3457.766 | 3928.938    | 0.880 |             |
|              |            | 05.01.11   | 550.95   | 630.54      | 0.874 |             |
| 22           | 25/10/2018 | 03.02.02   | 1036.665 | 1166.4      | 0.889 | 0.78        |
|              |            | 03.02.03   | 156.89   | 216         | 0.726 |             |
|              |            | 03.02.04   | 2125.25  | 2925        | 0.727 |             |
|              |            | 03.02.05   | 342.5    | 468         | 0.732 |             |
|              |            | 04.01.02   | 658.99   | 936         | 0.704 |             |
|              |            | 05.01.05   | 453.99   | 616.8       | 0.736 |             |
|              |            | 05.01.06   | 8308.06  | 10481.376   | 0.793 |             |
|              |            | 05.01.07   | 1158.88  | 1248.3408   | 0.928 |             |
| 23           | 26/09/2018 | 05.01.04   | 11237.7  | 14100       | 0.797 | 0.79        |
|              |            | 05.01.05   | 864.8    | 1113.6      | 0.777 |             |
|              |            | 05.01.06   | 9135     | 10641.6     | 0.858 |             |
|              |            | 05.01.13   | 1217.625 | 1440        | 0.846 |             |
|              |            | 05.01.14   | 345      | 684         | 0.504 |             |
|              |            | 05.01.15   | 4434.375 | 5508        | 0.805 |             |
|              |            | 05.01.16   | 5304.25  | 6762        | 0.784 |             |
|              |            | 05.01.17   | 904.75   | 987         | 0.917 |             |
| 24           | 27/10/2018 | 05.01.14   | 990.825  | 1350        | 0.734 | 0.77        |
|              |            | 05.01.15   | 482.23   | 630         | 0.765 |             |
|              |            | 05.01.17   | 400.32   | 540         | 0.741 |             |
|              |            | 05.01.25   | 2595.5   | 3480        | 0.746 |             |
|              |            | 05.01.26   | 1384.605 | 1968.781    | 0.703 |             |
|              |            | 05.01.27   | 6174     | 6480        | 0.953 |             |
|              |            | 05.01.28   | 940.425  | 1189.5      | 0.791 |             |
|              |            | 05.01.29   | 254.75   | 365         | 0.698 |             |
| <b>Total</b> |            | <b>200</b> |          |             |       | <b>0.77</b> |

LTA INGENIEROS SAC  
  
 ING. JUAN VALADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

## Instrumento de investigación para el Índice de Desempeño del Cronograma - Post - Test

| Ficha de Registro              |                                    |                                    |        |  |            |
|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|--|------------|
| <b>Investigador</b>            |                                    | Saulo Cárdenas Ortiz               |        | <b>Tipo de Prueba</b>  | Post-test  |
| <b>Empresa Investigada</b>     |                                    | LTA Ingenieros SAC                 |        |  |            |
| <b>Motivo de Investigación</b> |                                    | Índice de Desempeño del Cronograma |        |  |            |
| <b>Fecha de Inicio</b>         |                                    | 06/05/2019                         |        | <b>Fecha Final</b>   | 01/06/2019 |
| Variable                       | Indicador                          | Técnica                            | Medida | Fórmula  |            |
| Proceso de Control de Obras    | Índice de Desempeño del Cronograma | Fichaje                            | Unidad | $SPI = \frac{EV}{PV}$ <b>SPI</b> = Índice de Desempeño del Cronograma<br><b>EV</b> = Valor ganado<br><b>PV</b> = Valor planificado |            |

Consideración: Partidas de obras que tienen unidad de medida diferente a las globales.

**EV:** Es el presupuesto acumulado para un % de avance real (este se calcula en base al registro del avance físico real y de los días consumidos).

**PV:** Es el presupuesto prorrateado acumulado para el avance planificado.

| N° | Fecha      | Id Partida | EV        | PV        | SPI   | Promedio |
|----|------------|------------|-----------|-----------|-------|----------|
| 1  | 6/05/2019  | 03.02.01   | 349       | 333.125   | 1.048 | 1.01     |
|    |            | 02.01.02   | 1208.858  | 1237.126  | 0.977 |          |
| 2  | 7/05/2019  | 03.02.01   | 666.250   | 666.250   | 1.000 | 0.99     |
|    |            | 03.04.03   | 600.32    | 591.240   | 1.015 |          |
|    |            | 02.01.02   | 2417.717  | 2474.252  | 0.977 |          |
|    |            | 02.02.02   | 3352.101  | 3463.953  | 0.968 |          |
| 3  | 8/05/2019  | 03.02.01   | 1009.325  | 999.375   | 1.010 | 1.00     |
|    |            | 04.12.02   | 760.48    | 757.470   | 1.004 |          |
|    |            | 03.04.03   | 1230.32   | 1182.480  | 1.040 |          |
|    |            | 02.01.02   | 3626.575  | 3711.378  | 0.977 |          |
|    |            | 02.02.02   | 5195.93   | 5195.930  | 1.000 |          |
| 4  | 9/05/2019  | 02.02.04   | 6350.987  | 6667.387  | 0.953 | 1.02     |
|    |            | 03.02.01   | 1399.69   | 1332.500  | 1.050 |          |
|    |            | 04.12.02   | 1598.659  | 1514.941  | 1.055 |          |
|    |            | 03.04.03   | 1809.326  | 1773.720  | 1.020 |          |
|    |            | 02.01.02   | 4959.652  | 4948.504  | 1.002 |          |
|    |            | 02.02.02   | 6815.32   | 6927.906  | 0.984 |          |
| 5  | 10/05/2019 | 02.02.04   | 8765.652  | 8889.850  | 0.986 | 1.00     |
|    |            | 04.08.02   | 1010.062  | 1009.960  | 1.000 |          |
|    |            | 04.12.02   | 2272.411  | 2272.411  | 1.000 |          |
|    |            | 03.04.03   | 2364.251  | 2364.960  | 1.000 |          |
|    |            | 04.08.01   | 1236.083  | 1263.937  | 0.978 |          |
|    |            | 02.01.02   | 6044.292  | 6185.631  | 0.977 |          |
|    |            | 02.02.02   | 8355.252  | 8659.883  | 0.965 |          |
| 6  | 11/05/2019 | 02.02.04   | 11678.326 | 11112.312 | 1.051 | 0.99     |
|    |            | 04.08.02   | 2020.123  | 2019.921  | 1.000 |          |
|    |            | 04.12.02   | 3029.881  | 3029.881  | 1.000 |          |
|    |            | 04.11.02   | 1514.941  | 1514.941  | 1.000 |          |
|    |            | 03.04.03   | 2955.313  | 2956.200  | 1.000 |          |
|    |            | 04.08.01   | 2472.167  | 2527.873  | 0.978 |          |
|    |            | 02.01.02   | 7253.150  | 7422.757  | 0.977 |          |
| 7  | 13/05/2019 | 04.11.01   | 1828.071  | 1895.905  | 0.964 | 0.99     |
|    |            | 02.03.03   | 8325.856  | 8325.023  | 1.000 |          |
|    |            | 04.08.02   | 3055.605  | 3029.881  | 1.008 |          |

|    |            |          |           |           |       |      |
|----|------------|----------|-----------|-----------|-------|------|
|    |            | 03.04.03 | 3536.54   | 3547.440  | 0.997 |      |
|    |            | 02.03.04 | 8147.065  | 8167.031  | 0.998 |      |
|    |            | 02.03.05 | 3928.393  | 3982.992  | 0.986 |      |
|    |            | 04.11.02 | 3001.32   | 3029.881  | 0.991 |      |
|    |            | 04.11.01 | 3690.32   | 3791.810  | 0.973 |      |
|    |            | 04.08.01 | 3562.6    | 3791.810  | 0.940 |      |
| 8  | 14/05/2019 | 02.03.03 | 16651.712 | 16650.047 | 1.000 | 0.98 |
|    |            | 04.10.02 | 757.470   | 757.470   | 1.000 |      |
|    |            | 04.04.02 | 686.236   | 686.236   | 1.000 |      |
|    |            | 03.04.03 | 4137.439  | 4138.680  | 1.000 |      |
|    |            | 04.01.03 | 945.6     | 970.349   | 0.974 |      |
|    |            | 02.03.04 | 16294.129 | 16334.063 | 0.998 |      |
|    |            | 04.01.01 | 891.041   | 901.101   | 0.989 |      |
|    |            | 04.01.02 | 823.3     | 857.796   | 0.960 |      |
|    |            | 02.03.05 | 7856.786  | 7965.984  | 0.986 |      |
|    |            | 04.04.01 | 669.6     | 720.881   | 0.929 |      |
| 9  | 15/05/2019 | 02.03.03 | 24977.568 | 24975.070 | 1.000 | 1.01 |
|    |            | 04.10.02 | 1514.941  | 1514.941  | 1.000 |      |
|    |            | 04.04.02 | 1420.3265 | 1372.473  | 1.035 |      |
|    |            | 03.01.04 | 2715.469  | 2715.469  | 1.000 |      |
|    |            | 03.01.05 | 116.587   | 116.587   | 1.000 |      |
|    |            | 04.01.03 | 1936.974  | 1940.699  | 0.998 |      |
|    |            | 02.03.04 | 24441.194 | 24501.094 | 0.998 |      |
|    |            | 03.01.03 | 2882.694  | 2914.091  | 0.989 |      |
|    |            | 04.01.01 | 1898.3265 | 1802.202  | 1.053 |      |
|    |            | 04.01.02 | 1762.3265 | 1715.591  | 1.027 |      |
| 10 | 16/05/2019 | 03.06.02 | 132.605   | 118.732   | 1.117 | 1.02 |
|    |            | 04.04.02 | 2099.6    | 2058.709  | 1.020 |      |
|    |            | 03.01.04 | 5501.3    | 5430.937  | 1.013 |      |
|    |            | 02.05.02 | 323.5     | 314.600   | 1.028 |      |
|    |            | 03.01.05 | 245.365   | 233.174   | 1.052 |      |
|    |            | 04.10.02 | 2272.411  | 2272.411  | 1.000 |      |
|    |            | 04.01.03 | 2905.461  | 2911.048  | 0.998 |      |
|    |            | 03.01.03 | 5765.388  | 5828.182  | 0.989 |      |
|    |            | 04.01.01 | 2673.122  | 2703.303  | 0.989 |      |
|    |            | 04.01.02 | 2544.065  | 2573.387  | 0.989 |      |
| 11 | 17/05/2019 | 04.10.02 | 3029.881  | 3029.881  | 1.000 | 0.98 |
|    |            | 04.04.02 | 2650      | 2744.946  | 0.965 |      |
|    |            | 03.01.04 | 8090      | 8146.406  | 0.993 |      |
|    |            | 04.01.03 | 3873.948  | 3881.398  | 0.998 |      |
|    |            | 04.05.02 | 1138.475  | 1143.727  | 0.995 |      |
|    |            | 03.01.03 | 8648.081  | 8742.272  | 0.989 |      |
|    |            | 04.01.01 | 3564.163  | 3604.404  | 0.989 |      |
|    |            | 04.01.02 | 3392.087  | 3431.182  | 0.989 |      |
|    |            | 04.05.03 | 1183.110  | 1215.658  | 0.973 |      |
|    |            | 04.04.01 | 2805.341  | 2883.523  | 0.973 |      |
|    |            | 04.04.04 | 2805.580  | 2917.579  | 0.962 |      |
|    |            | 03.06.01 | 11961.058 | 12479.856 | 0.958 |      |
| 12 | 18/05/2019 | 03.06.02 | 356.232   | 356.196   | 1.000 | 1.00 |
|    |            | 04.05.01 | 2403.176  | 2402.936  | 1.000 |      |
|    |            | 04.02.03 | 911.744   | 911.744   | 1.000 |      |
|    |            | 04.04.02 | 3431.182  | 3431.182  | 1.000 |      |
|    |            | 03.01.04 | 10861.874 | 10861.874 | 1.000 |      |
|    |            | 02.05.02 | 943.800   | 943.800   | 1.000 |      |
|    |            | 03.01.05 | 466.348   | 466.348   | 1.000 |      |
|    |            | 04.05.02 | 2276.950  | 2287.455  | 0.995 |      |
|    |            | 03.01.03 | 11530.775 | 11656.363 | 0.989 |      |
|    |            | 04.05.03 | 2366.220  | 2431.316  | 0.973 |      |
| 13 | 20/05/2019 | 04.05.01 | 3610.513  | 3604.404  | 1.002 | 0.99 |
|    |            | 04.02.03 | 1826.404  | 1823.487  | 1.002 |      |
|    |            | 04.14.03 | 1844.487  | 1844.487  | 1.000 |      |
|    |            | 02.05.02 | 1258.400  | 1258.400  | 1.000 |      |

|    |            |          |           |           |       |      |
|----|------------|----------|-----------|-----------|-------|------|
|    |            | 03.01.05 | 582.935   | 582.935   | 1.000 |      |
|    |            | 04.09.01 | 1895.905  | 1895.905  | 1.000 |      |
|    |            | 03.01.04 | 13482.633 | 13577.343 | 0.993 |      |
|    |            | 03.01.03 | 14231.3   | 14570.454 | 0.977 |      |
|    |            | 04.14.01 | 1879.809  | 1895.905  | 0.992 |      |
|    |            | 04.05.02 | 3373.107  | 3431.182  | 0.983 |      |
| 14 | 21/05/2019 | 04.02.03 | 2741.064  | 2735.231  | 1.002 | 1.00 |
|    |            | 03.01.05 | 699.522   | 699.522   | 1.000 |      |
|    |            | 04.09.01 | 3791.810  | 3791.810  | 1.000 |      |
|    |            | 04.14.03 | 3688.974  | 3688.974  | 1.000 |      |
|    |            | 02.06.02 | 1877.366  | 1879.921  | 0.999 |      |
|    |            | 03.01.03 | 17365.625 | 17484.545 | 0.993 |      |
|    |            | 04.14.01 | 3759.617  | 3791.810  | 0.992 |      |
|    |            | 03.01.04 | 16103.391 | 16292.812 | 0.988 |      |
|    |            | 04.02.01 | 2705.3    | 2703.303  | 1.001 |      |
| 15 | 22/05/2019 | 04.02.03 | 3701.302  | 3646.974  | 1.015 | 1.01 |
|    |            | 03.01.05 | 856.9     | 816.109   | 1.050 |      |
|    |            | 02.06.02 | 3802.302  | 3759.841  | 1.011 |      |
|    |            | 03.01.03 | 20283.050 | 20398.636 | 0.994 |      |
|    |            | 04.02.01 | 3552.666  | 3604.404  | 0.986 |      |
|    |            | 03.01.04 | 19255.356 | 19008.280 | 1.013 |      |
| 16 | 23/05/2019 | 03.05.01 | 6240.552  | 6239.928  | 1.000 | 0.99 |
|    |            | 04.03.04 | 4480.444  | 4479.996  | 1.000 |      |
|    |            | 03.01.05 | 932.696   | 932.696   | 1.000 |      |
|    |            | 02.06.02 | 5632.099  | 5639.762  | 0.999 |      |
|    |            | 03.01.03 | 23200.475 | 23312.726 | 0.995 |      |
|    |            | 03.01.04 | 21344.908 | 21723.749 | 0.983 |      |
|    |            | 04.03.03 | 1190.717  | 1215.658  | 0.979 |      |
| 17 | 24/05/2019 | 04.13.03 | 1232.114  | 1229.658  | 1.002 | 1.00 |
|    |            | 03.05.01 | 12481.104 | 12479.856 | 1.000 |      |
|    |            | 04.03.04 | 8960.889  | 8959.993  | 1.000 |      |
|    |            | 04.13.01 | 1264.063  | 1263.937  | 1.000 |      |
|    |            | 03.01.05 | 1049.283  | 1049.283  | 1.000 |      |
|    |            | 02.06.02 | 7509.466  | 7519.683  | 0.999 |      |
|    |            | 03.01.03 | 26117.900 | 26226.817 | 0.996 |      |
|    |            | 03.01.04 | 23965.666 | 24439.217 | 0.981 |      |
|    |            | 04.03.03 | 2490.326  | 2431.316  | 1.024 |      |
| 18 | 25/05/2019 | 04.13.03 | 2523.6025 | 2459.316  | 1.026 | 1.01 |
|    |            | 04.13.01 | 2595.302  | 2527.873  | 1.027 |      |
|    |            | 03.05.01 | 18901.32  | 18719.784 | 1.010 |      |
|    |            | 04.03.04 | 13441.333 | 13439.989 | 1.000 |      |
|    |            | 04.16.02 | 389.6302  | 360.045   | 1.082 |      |
|    |            | 03.07.02 | 269       | 269.999   | 0.996 |      |
|    |            | 04.15.01 | 2640.000  | 2640.000  | 1.000 |      |
|    |            | 03.01.05 | 1165.870  | 1165.870  | 1.000 |      |
|    |            | 03.07.01 | 4679.946  | 4679.946  | 1.000 |      |
|    |            | 04.15.04 | 715.000   | 715.000   | 1.000 |      |
|    |            | 02.06.02 | 9386.832  | 9399.603  | 0.999 |      |
|    |            | 03.01.03 | 29035.325 | 29140.908 | 0.996 |      |
| 19 | 27/05/2019 | 02.07.02 | 5882.800  | 5868.093  | 1.003 | 1.00 |
|    |            | 02.07.01 | 4395.053  | 4385.752  | 1.002 |      |
|    |            | 03.07.01 | 9359.892  | 9359.892  | 1.000 |      |
|    |            | 04.15.04 | 1430.000  | 1430.000  | 1.000 |      |
|    |            | 03.07.02 | 539.998   | 539.998   | 1.000 |      |
|    |            | 04.15.01 | 5280.000  | 5280.000  | 1.000 |      |
|    |            | 04.13.03 | 3686.962  | 3688.974  | 0.999 |      |
|    |            | 02.07.04 | 6475.360  | 6499.643  | 0.996 |      |
| 20 | 28/05/2019 | 02.07.02 | 11765.600 | 11736.186 | 1.003 | 1.01 |
|    |            | 02.07.01 | 8790.107  | 8771.503  | 1.002 |      |
|    |            | 03.07.02 | 853.302   | 809.997   | 1.053 |      |
|    |            | 04.15.01 | 8023.3205 | 7920.000  | 1.013 |      |
|    |            | 03.07.01 | 14039.838 | 14039.838 | 1.000 |      |

|              |            |            |           |           |           |             |
|--------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|              |            | 04.15.04   | 2145.000  | 2145.000  | 1.000     |             |
|              |            | 02.07.04   | 12950.720 | 12999.285 | 0.996     |             |
| 21           | 29/05/2019 | 02.08.05   | 2915.531  | 2914.467  | 1.000     | 1.02        |
|              |            | 03.07.02   | 1198.3056 | 1079.996  | 1.110     |             |
|              |            | 04.15.01   | 10680     | 10560.000 | 1.011     |             |
|              |            | 02.08.01   | 201.900   | 201.900   | 1.000     |             |
|              |            | 02.08.02   | 112.475   | 112.475   | 1.000     |             |
|              |            | 03.07.01   | 18719.784 | 18719.784 | 1.000     |             |
|              |            | 04.15.04   | 2860.000  | 2860.000  | 1.000     |             |
|              |            | 02.08.05   | 5956.3025 | 5828.934  | 1.022     |             |
| 04.06.02     | 1143.842   | 1143.727   | 1.000     |           |           |             |
| 04.06.03     | 1215.780   | 1215.658   | 1.000     |           |           |             |
| 05.03.01     | 5395.470   | 5394.931   | 1.000     |           |           |             |
| 04.15.04     | 3575.000   | 3575.000   | 1.000     |           |           |             |
| 04.07.02     | 605.976    | 605.976    | 1.000     |           |           |             |
| 05.01.01     | 4046.198   | 4046.198   | 1.000     |           |           |             |
| 04.15.01     | 13200.000  | 13200.000  | 1.000     |           |           |             |
| 02.08.01     | 403.800    | 403.800    | 1.000     |           |           |             |
| 02.08.02     | 224.950    | 224.950    | 1.000     |           |           |             |
| 03.08.02     | 699.858    | 699.998    | 1.000     |           |           |             |
| 04.06.03     | 2431.559   | 2431.316   | 1.000     | 0.99      |           |             |
| 04.07.02     | 1211.952   | 1211.952   | 1.000     |           |           |             |
| 05.01.01     | 8053.3     | 8092.396   | 0.995     |           |           |             |
| 02.08.01     | 605.700    | 605.700    | 1.000     |           |           |             |
| 02.08.02     | 337.425    | 337.425    | 1.000     |           |           |             |
| 03.08.02     | 1399.715   | 1399.995   | 1.000     |           |           |             |
| 03.08.01     | 6238.680   | 6239.928   | 1.000     |           |           |             |
| 05.05.01     | 10583.208  | 10677.085  | 0.991     |           |           |             |
| 02.04.01     | 7639.729   | 7748.316   | 0.986     |           |           |             |
| 05.03.02     | 816.748    | 833.333    | 0.980     |           |           |             |
| 05.06.02     | 16830.951  | 17517.143  | 0.961     |           |           |             |
| 04.06.01     | 2307.356   | 2402.936   | 0.960     |           |           |             |
| 24           | 1/06/2019  | 02.08.05   | 11662.125 |           | 11657.869 | 1.000       |
|              |            | 04.06.03   | 3798.3025 | 3646.974  | 1.041     |             |
|              |            | 05.03.01   | 16186.411 | 16184.793 | 1.000     |             |
|              |            | 04.06.02   | 3431.525  | 3431.182  | 1.000     |             |
|              |            | 02.08.01   | 850.3025  | 807.600   | 1.053     |             |
|              |            | 02.08.02   | 449.900   | 449.900   | 1.000     |             |
|              |            | 04.07.02   | 1817.929  | 1817.929  | 1.000     |             |
|              |            | 05.01.01   | 12138.594 | 12138.594 | 1.000     |             |
|              |            | 03.08.02   | 2099.573  | 2099.993  | 1.000     |             |
|              |            | 03.08.01   | 9358.020  | 9359.892  | 1.000     |             |
| <b>Total</b> |            | <b>200</b> |           |           |           | <b>1.00</b> |

  
 LTA INGENIEROS SAC  
 ING. JOHN DELGADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

### Anexo 4: Base de datos experimental

| Orden | Índice de Avance Físico de Obras |           | Índice de Desempeño del Cronograma |           |
|-------|----------------------------------|-----------|------------------------------------|-----------|
|       | Pre-Test                         | Post-Test | Pre-Test                           | Post-Test |
| 1     | 0.76                             | 0.99      | 0.77                               | 1.01      |
| 2     | 0.77                             | 1.01      | 0.77                               | 0.99      |
| 3     | 0.67                             | 1.01      | 0.76                               | 1.00      |
| 4     | 0.73                             | 0.99      | 0.76                               | 1.02      |
| 5     | 0.78                             | 0.98      | 0.76                               | 1.00      |
| 6     | 0.75                             | 1.03      | 0.78                               | 0.99      |
| 7     | 0.77                             | 0.99      | 0.73                               | 0.99      |
| 8     | 0.80                             | 1.00      | 0.76                               | 0.98      |
| 9     | 0.80                             | 1.01      | 0.79                               | 1.01      |
| 10    | 0.82                             | 1.02      | 0.79                               | 1.02      |
| 11    | 0.83                             | 0.99      | 0.79                               | 0.98      |
| 12    | 0.77                             | 1.00      | 0.79                               | 1.00      |
| 13    | 0.79                             | 1.03      | 0.74                               | 0.99      |
| 14    | 0.78                             | 1.01      | 0.79                               | 1.00      |
| 15    | 0.81                             | 0.99      | 0.73                               | 1.01      |
| 16    | 0.80                             | 1.02      | 0.79                               | 0.99      |
| 17    | 0.65                             | 0.98      | 0.77                               | 1.00      |
| 18    | 0.76                             | 1.00      | 0.82                               | 1.01      |
| 19    | 0.78                             | 1.01      | 0.76                               | 1.00      |
| 20    | 0.79                             | 0.98      | 0.79                               | 1.01      |
| 21    | 0.73                             | 0.99      | 0.80                               | 1.02      |
| 22    | 0.74                             | 1.00      | 0.78                               | 1.00      |
| 23    | 0.72                             | 0.99      | 0.79                               | 0.99      |
| 24    | 0.75                             | 1.02      | 0.77                               | 1.01      |

## Anexo 5: Resultados de la Confiabilidad del Instrumento

### Indicador 1: Índice de Avance Físico de Obra

| Ficha de Registro   |                                 |                                 |        |   |       |            |
|---|---------------------------------|---------------------------------|--------|---|-------|------------|
| Investigador  |                                 | Saulo Cárdenas Ortiz            |        | Tipo de Prueba  |       | Test       |
| Empresa Investigada   |                                 | LTA Ingenieros SAC              |        |   |       |            |
| Motivo de Investigación   |                                 | Índice de Avance Físico de Obra |        |   |       |            |
| Fecha de Inicio   |                                 | 03/09/2018                      |        | Fecha Final   |       | 15/09/2018 |
| Variable  | Indicador                       | Técnica                         | Medida | Fórmula   |       |            |
| Proceso de Control de Obras   | Índice de Avance Físico de Obra | Análisis de Datos               | Unidad | $IAF = \frac{AFR}{AFP}$ IAF = Índice de Avance Físico de Obra<br>AFR= Avance Físico Real<br>AFP = Avance Físico Planificado |       |            |
| AFR: Es el avance real en metrados sobre una partida (tarea), que se está ejecutando.<br>AFP: Es el avance planificado en metrados sobre una partida (tarea), que se ejecutará. |                                 |                                 |        |   |       |            |
| N°  | Fecha                           | Id Partida                      | AFP    | AFR   | IAF   | Promedio   |
| 1   | 3/09/2018                       | 01.01.01                        | 375.00 | 290.00  | 0.773 | 0.77       |
|   |                                 | 01.01.02                        | 113.15 | 89.00   | 0.787 |            |
|   |                                 | 01.01.03                        | 160.00 | 119.00  | 0.744 |            |
| 2   | 4/09/2018                       | 01.01.01                        | 450.00 | 350.00  | 0.778 | 0.79       |
|   |                                 | 01.01.02                        | 135.78 | 109.00  | 0.803 |            |
|   |                                 | 01.01.03                        | 170.00 | 134.00  | 0.788 |            |
| 3   | 5/09/2018                       | 01.02.01                        | 9.00   | 7.00  | 0.778 | 0.76       |
|   |                                 | 01.02.02                        | 13.81  | 10.00   | 0.724 |            |
|   |                                 | 05.01.01                        | 3.12   | 2.40  | 0.769 |            |
|   |                                 | 05.01.02                        | 3.28   | 2.60  | 0.793 |            |
|   |                                 | 05.01.03                        | 2.40   | 2.00  | 0.833 |            |
|   |                                 | 05.01.05                        | 3.68   | 3.00  | 0.815 |            |
|   |                                 | 05.01.06                        | 5.93   | 3.90  | 0.658 |            |
|   |                                 | 05.01.07                        | 1.52   | 1.30  | 0.856 |            |
|   |                                 | 05.01.08                        | 5.93   | 4.80  | 0.810 |            |
| 4   | 6/09/2018                       | 01.02.01                        | 18.00  | 14.80   | 0.822 | 0.79       |
|   |                                 | 01.02.02                        | 27.63  | 21.95   | 0.795 |            |
|   |                                 | 02.02.01                        | 13.22  | 10.00   | 0.757 |            |
|   |                                 | 02.02.02                        | 6.08   | 5.50  | 0.904 |            |
|   |                                 | 02.02.03                        | 3.33   | 2.50  | 0.750 |            |
|   |                                 | 05.01.01                        | 6.24   | 4.90  | 0.785 |            |
|   |                                 | 05.01.03                        | 4.80   | 3.50  | 0.729 |            |
|   |                                 | 05.01.04                        | 3.52   | 2.65  | 0.753 |            |
|   |                                 | 05.01.05                        | 7.36   | 6.12  | 0.832 |            |
| 5   | 7/09/2018                       | 01.02.01                        | 27.00  | 21.80   | 0.807 | 0.78       |
|   |                                 | 01.02.02                        | 41.44  | 32.76   | 0.791 |            |
|   |                                 | 02.02.01                        | 26.43  | 19.15   | 0.724 |            |
|   |                                 | 02.02.02                        | 12.17  | 11.50   | 0.945 |            |
|   |                                 | 02.02.03                        | 6.67   | 4.60  | 0.690 |            |
|   |                                 | 05.01.01                        | 9.36   | 7.90  | 0.844 |            |
|   |                                 | 05.01.02                        | 9.84   | 5.60  | 0.569 |            |
|   |                                 | 05.01.03                        | 7.20   | 5.90  | 0.819 |            |
|   |                                 | 05.01.05                        | 11.04  | 9.33  | 0.845 |            |
| 6   | 8/09/2018                       | 01.02.01                        | 36.00  | 30.80   | 0.856 | 0.74       |
|   |                                 | 01.02.02                        | 55.25  | 44.76   | 0.810 |            |
|   |                                 | 02.02.01                        | 39.65  | 32.37   | 0.816 |            |

|    |            |          |         |         |             |      |
|----|------------|----------|---------|---------|-------------|------|
|    |            | 02.02.03 | 10.00   | 4.60    | 0.460       |      |
|    |            | 05.01.01 | 12.48   | 10.90   | 0.873       |      |
|    |            | 05.01.02 | 13.12   | 7.90    | 0.602       |      |
|    |            | 05.01.03 | 9.60    | 8.30    | 0.865       |      |
|    |            | 05.01.04 | 7.04    | 5.10    | 0.724       |      |
|    |            | 05.01.05 | 14.72   | 12.53   | 0.851       |      |
|    |            | 05.01.06 | 23.70   | 13.85   | 0.584       |      |
| 7  | 10/09/2018 | 02.01.02 | 45.259  | 31.260  | 0.691       | 0.77 |
|    |            | 02.02.01 | 52.867  | 42.370  | 0.801       |      |
|    |            | 02.02.02 | 24.333  | 19.160  | 0.787       |      |
|    |            | 05.01.07 | 7.590   | 5.752   | 0.758       |      |
|    |            | 05.01.12 | 19.500  | 14.152  | 0.726       |      |
|    |            | 05.01.13 | 19.500  | 15.125  | 0.776       |      |
|    |            | 05.01.14 | 19.500  | 15.780  | 0.809       |      |
|    |            | 05.01.16 | 379.760 | 298.900 | 0.787       |      |
|    |            | 05.01.24 | 23.000  | 17.050  | 0.741       |      |
|    |            | 05.01.26 | 15.000  | 12.190  | 0.813       |      |
| 8  | 11/09/2018 | 02.01.02 | 90.52   | 63.49   | 0.701       | 0.75 |
|    |            | 05.01.12 | 23.40   | 17.00   | 0.727       |      |
|    |            | 05.01.13 | 23.40   | 17.13   | 0.732       |      |
|    |            | 05.01.26 | 18.00   | 13.21   | 0.734       |      |
|    |            | 05.01.28 | 18.00   | 13.34   | 0.741       |      |
|    |            | 05.01.07 | 9.11    | 6.95    | 0.763       |      |
|    |            | 05.01.27 | 18.00   | 13.78   | 0.765       |      |
|    |            | 05.01.19 | 13.92   | 10.81   | 0.777       |      |
|    |            | 02.02.01 | 66.08   | 51.70   | 0.782       |      |
|    |            | 05.01.24 | 27.60   | 21.65   | 0.784       |      |
| 9  | 12/09/2018 | 02.01.01 | 240.00  | 179.00  | 0.746       | 0.79 |
|    |            | 02.01.02 | 135.78  | 95.49   | 0.703       |      |
|    |            | 02.01.03 | 360.00  | 343.00  | 0.953       |      |
|    |            | 02.02.01 | 79.30   | 62.70   | 0.791       |      |
|    |            | 02.02.03 | 20.00   | 13.59   | 0.679       |      |
|    |            | 05.01.02 | 22.96   | 14.93   | 0.650       |      |
|    |            | 05.01.03 | 16.80   | 15.50   | 0.923       |      |
|    |            | 05.01.05 | 25.76   | 22.24   | 0.863       |      |
| 10 | 13/09/2018 | 05.01.01 | 24.96   | 21.46   | 0.860       | 0.78 |
|    |            | 05.01.02 | 26.24   | 18.21   | 0.694       |      |
|    |            | 05.01.06 | 47.41   | 34.65   | 0.731       |      |
|    |            | 05.01.07 | 12.14   | 9.99    | 0.823       |      |
|    |            | 05.01.08 | 47.41   | 38.54   | 0.813       |      |
|    |            | 05.01.09 | 56.05   | 44.37   | 0.792       |      |
|    |            | 05.01.10 | 11.52   | 8.64    | 0.750       |      |
|    |            | 05.01.11 | 11.52   | 8.67    | 0.752       |      |
| 11 | 14/09/2018 | 05.01.18 | 90.00   | 59.64   | 0.663       | 0.79 |
|    |            | 05.01.21 | 28.80   | 23.28   | 0.808       |      |
|    |            | 05.01.22 | 10.80   | 8.83    | 0.818       |      |
|    |            | 05.01.23 | 66.10   | 57.47   | 0.869       |      |
|    |            | 05.01.25 | 63.00   | 49.15   | 0.780       |      |
|    |            | 05.01.26 | 27.00   | 21.03   | 0.779       |      |
|    |            | 05.01.27 | 27.00   | 20.28   | 0.751       |      |
|    |            | 05.01.28 | 27.00   | 22.34   | 0.828       |      |
| 12 | 15/09/2018 | 05.01.18 | 100.00  | 62.64   | 0.626       | 0.78 |
|    |            | 05.01.19 | 23.20   | 17.09   | 0.737       |      |
|    |            | 05.01.20 | 236.48  | 209.42  | 0.886       |      |
|    |            | 05.01.21 | 32.00   | 23.28   | 0.727       |      |
|    |            | 05.01.23 | 73.44   | 62.47   | 0.851       |      |
|    |            | 05.01.26 | 30.00   | 23.53   | 0.784       |      |
|    |            | 05.01.27 | 30.00   | 22.78   | 0.759       |      |
|    |            | 05.01.28 | 30.00   | 25.34   | 0.845       |      |
|    |            |          |         |         | <b>0.78</b> |      |

LTA INGENIEROS SAC  
  
 ING. JUAN DELGADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

| ha de Registro   |                                 |                                 |         |  |       |            |
|--|---------------------------------|---------------------------------|---------|--|-------|------------|
| Investigador   |                                 | Saulo Cárdenas Ortiz            |         | Tipo de Prueba   |       | Re-test    |
| Empresa Investigada  |                                 | LTA Ingenieros SAC              |         |  |       |            |
| Motivo de Investigación  |                                 | Índice de Avance Físico de Obra |         |  |       |            |
| Fecha de Inicio  |                                 | 17/09/2018                      |         | Fecha Final  |       | 29/09/2018 |
| Variable   | Indicador                       | Técnica                         | Medida  | Fórmula  |       |            |
| Proceso de Control de Obras  | Índice de Avance Físico de Obra | Análisis de Datos               | Unidad  | $IAF = \frac{AFR}{AFP}$ <p>IAF = Índice de Avance Físico de Obra<br/>           AFR= Avance Físico Real<br/>           AFP = Avance Físico Planificado</p> |       |            |
| <p><b>AFR:</b> Es el avance real en metrados sobre una partida (tarea), que se está ejecutando.<br/> <b>AFP:</b> Es el avance planificado en metrados sobre una partida (tarea), que se ejecutará.</p> |                                 |                                 |         |  |       |            |
| N°   | Fecha                           | Id Partida                      | AFP     | AFR  | IAF   | Promedio   |
| 1  | 17/09/2018                      | 05.01.08                        | 65.19   | 52.16  | 0.800 | 0.77       |
|  |                                 | 05.01.09                        | 77.07   | 57.33  | 0.744 |            |
|  |                                 | 05.01.12                        | 42.90   | 34.02  | 0.793 |            |
|  |                                 | 05.01.13                        | 42.90   | 32.60  | 0.760 |            |
|  |                                 | 05.01.21                        | 35.20   | 26.48  | 0.752 |            |
| 2  | 18/09/2018                      | 02.03.01                        | 33.06   | 25.64  | 0.776 | 0.78       |
|  |                                 | 02.03.02                        | 5.91    | 4.38   | 0.742 |            |
|  |                                 | 05.01.03                        | 28.80   | 22.79  | 0.791 |            |
|  |                                 | 05.01.04                        | 21.12   | 16.83  | 0.797 |            |
|  |                                 | 05.01.08                        | 71.11   | 58.09  | 0.817 |            |
| 3  | 19/09/2018                      | 03.02.01                        | 12.96   | 9.79   | 0.755 | 0.77       |
|  |                                 | 03.02.03                        | 28.50   | 21.07  | 0.739 |            |
|  |                                 | 05.01.04                        | 22.88   | 18.16  | 0.793 |            |
|  |                                 | 05.01.09                        | 91.08   | 70.66  | 0.776 |            |
|  |                                 | 05.01.13                        | 50.70   | 38.86  | 0.766 |            |
|  |                                 | 05.01.16                        | 987.38  | 740.72   | 0.750 |            |
|  |                                 | 05.01.19                        | 30.16   | 23.05  | 0.764 |            |
|  |                                 | 05.01.21                        | 41.60   | 32.88  | 0.790 |            |
|  |                                 | 05.01.25                        | 91.00   | 67.69  | 0.744 |            |
| 4  | 20/09/2018                      | 05.01.27                        | 39.00   | 30.40  | 0.779 | 0.78       |
|  |                                 | 03.02.03                        | 38.00   | 30.57  | 0.804 |            |
|  |                                 | 05.01.04                        | 24.64   | 19.92  | 0.808 |            |
|  |                                 | 05.01.11                        | 20.16   | 14.70  | 0.729 |            |
|  |                                 | 05.01.12                        | 54.60   | 42.63  | 0.781 |            |
|  |                                 | 05.01.13                        | 54.60   | 42.76  | 0.783 |            |
|  |                                 | 05.01.16                        | 1063.33 | 815.72   | 0.767 |            |
|  |                                 | 05.01.19                        | 32.48   | 25.37  | 0.781 |            |
|  |                                 | 05.01.21                        | 44.80   | 35.23  | 0.786 |            |
| 5  | 21/09/2018                      | 05.01.25                        | 98.00   | 74.25  | 0.758 | 0.79       |
|  |                                 | 05.01.27                        | 42.00   | 32.55  | 0.775 |            |
|  |                                 | 02.03.01                        | 66.11   | 51.79  | 0.783 |            |
|  |                                 | 03.02.01                        | 21.60   | 17.43  | 0.807 |            |
|  |                                 | 03.02.05                        | 16.00   | 12.49  | 0.780 |            |
|  |                                 | 05.01.03                        | 36.00   | 28.59  | 0.794 |            |
|  |                                 | 05.01.04                        | 26.40   | 21.42  | 0.811 |            |
|  |                                 | 05.01.13                        | 58.50   | 45.71  | 0.781 |            |
|  |                                 | 05.01.19                        | 34.80   | 27.69  | 0.796 |            |
| 6  | 22/09/2018                      | 05.01.21                        | 48.00   | 37.53  | 0.782 | 0.75       |
|  |                                 | 05.01.25                        | 105.00  | 80.75  | 0.769 |            |
|  |                                 | 05.01.27                        | 45.00   | 35.01  | 0.778 |            |
|  |                                 | 03.02.02                        | 21.90   | 16.44  | 0.751 |            |
|  |                                 | 03.02.04                        | 36.00   | 27.32  | 0.759 |            |
|  |                                 | 05.01.02                        | 52.48   | 39.41  | 0.751 |            |
|  |                                 | 05.01.06                        | 94.82   | 67.92  | 0.716 |            |
|  |                                 | 05.01.09                        | 112.10  | 83.34  | 0.743 |            |
|  |                                 | 05.01.12                        | 62.40   | 47.25  | 0.757 |            |

|    |            |          |         |         |       |             |
|----|------------|----------|---------|---------|-------|-------------|
|    |            | 05.01.13 | 62.40   | 48.16   | 0.772 |             |
|    |            | 05.01.16 | 1215.23 | 912.72  | 0.751 |             |
|    |            | 05.01.25 | 112.00  | 85.00   | 0.759 |             |
|    |            | 05.01.27 | 48.00   | 36.51   | 0.761 |             |
| 7  | 24/09/2018 | 02.03.01 | 88.15   | 81.29   | 0.922 | 0.78        |
|    |            | 02.03.02 | 15.75   | 15.68   | 0.995 |             |
|    |            | 03.01.01 | 72.37   | 52.00   | 0.719 |             |
|    |            | 03.01.02 | 47.50   | 32.00   | 0.674 |             |
|    |            | 03.01.03 | 33.94   | 24.65   | 0.726 |             |
|    |            | 03.02.01 | 30.24   | 24.07   | 0.796 |             |
|    |            | 03.02.02 | 25.55   | 19.44   | 0.761 |             |
|    |            | 03.02.03 | 66.50   | 49.18   | 0.740 |             |
|    |            | 03.02.04 | 42.00   | 30.58   | 0.728 |             |
|    |            | 03.02.05 | 22.40   | 15.69   | 0.700 |             |
| 8  | 25/09/2018 | 03.01.01 | 144.74  | 97.32   | 0.672 | 0.73        |
|    |            | 03.01.02 | 95.00   | 64.65   | 0.681 |             |
|    |            | 03.01.03 | 67.89   | 50.31   | 0.741 |             |
|    |            | 03.02.01 | 34.56   | 25.39   | 0.735 |             |
|    |            | 03.02.03 | 76.00   | 49.18   | 0.647 |             |
|    |            | 03.02.04 | 48.00   | 34.90   | 0.727 |             |
|    |            | 03.02.05 | 25.60   | 18.01   | 0.703 |             |
|    |            | 05.01.01 | 56.16   | 48.44   | 0.863 |             |
|    |            | 05.01.02 | 59.04   | 42.41   | 0.718 |             |
|    |            | 05.01.03 | 43.20   | 35.32   | 0.818 |             |
| 9  | 26/09/2018 | 03.01.01 | 217.10  | 157.69  | 0.726 | 0.78        |
|    |            | 03.01.02 | 142.50  | 106.65  | 0.748 |             |
|    |            | 03.02.02 | 32.85   | 25.29   | 0.770 |             |
|    |            | 03.02.03 | 85.50   | 64.18   | 0.751 |             |
|    |            | 03.02.04 | 54.00   | 40.90   | 0.757 |             |
|    |            | 05.01.01 | 59.28   | 52.44   | 0.885 |             |
|    |            | 05.01.02 | 62.32   | 45.61   | 0.732 |             |
|    |            | 05.01.03 | 45.60   | 38.32   | 0.840 |             |
| 10 | 27/09/2018 | 03.01.01 | 289.47  | 222.69  | 0.769 | 0.77        |
|    |            | 03.01.02 | 190.00  | 145.77  | 0.767 |             |
|    |            | 03.02.04 | 60.00   | 46.90   | 0.782 |             |
|    |            | 04.01.03 | 56.67   | 43.65   | 0.770 |             |
|    |            | 05.01.13 | 78.00   | 59.86   | 0.767 |             |
|    |            | 05.01.16 | 1519.04 | 1167.72 | 0.769 |             |
|    |            | 05.01.21 | 64.00   | 48.98   | 0.765 |             |
|    |            | 05.01.27 | 60.00   | 46.61   | 0.777 |             |
| 11 | 28/09/2018 | 05.01.09 | 147.13  | 109.98  | 0.747 | 0.81        |
|    |            | 05.01.11 | 30.24   | 24.84   | 0.821 |             |
|    |            | 05.01.12 | 81.90   | 61.27   | 0.748 |             |
|    |            | 05.01.13 | 81.90   | 62.21   | 0.760 |             |
|    |            | 05.01.14 | 81.90   | 75.53   | 0.922 |             |
|    |            | 05.01.16 | 1594.99 | 1237.72 | 0.776 |             |
|    |            | 05.01.17 | 41.22   | 36.46   | 0.885 |             |
|    |            | 05.01.19 | 48.72   | 38.98   | 0.800 |             |
| 12 | 29/09/2018 | 04.01.02 | 180.00  | 138.32  | 0.768 | 0.78        |
|    |            | 05.01.04 | 38.72   | 30.22   | 0.780 |             |
|    |            | 05.01.09 | 154.13  | 117.18  | 0.760 |             |
|    |            | 05.01.13 | 85.80   | 66.11   | 0.771 |             |
|    |            | 05.01.18 | 220.00  | 167.58  | 0.762 |             |
|    |            | 05.01.19 | 51.04   | 41.48   | 0.813 |             |
|    |            | 05.01.21 | 70.40   | 55.78   | 0.792 |             |
|    |            | 05.01.25 | 154.00  | 119.00  | 0.773 |             |
|    |            |          |         |         |       | <b>0.78</b> |

LTA INGENIEROS SAC  
  
 ING. JOHN DELGADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

Como se puede apreciar el valor calculado en una hoja de Excel es 0.794. No obstante, cabe indicar que el análisis de la confiabilidad según el SPSS 21 arroja el mismo resultado, lo que indica un nivel aceptable de confiabilidad.

| IAF                    |      |      |       |      |      |
|------------------------|------|------|-------|------|------|
|                        | Xi   | Yi   | Xi*Yi | Xi2  | Yi2  |
| Xi= Test<br>Yi= Retest | 0.77 | 0.77 | 0.59  | 0.59 | 0.59 |
|                        | 0.79 | 0.78 | 0.62  | 0.62 | 0.61 |
|                        | 0.76 | 0.77 | 0.59  | 0.58 | 0.59 |
|                        | 0.79 | 0.78 | 0.62  | 0.62 | 0.61 |
|                        | 0.78 | 0.79 | 0.62  | 0.61 | 0.62 |
|                        | 0.74 | 0.75 | 0.56  | 0.55 | 0.56 |
|                        | 0.77 | 0.78 | 0.60  | 0.59 | 0.61 |
|                        | 0.75 | 0.73 | 0.55  | 0.56 | 0.53 |
|                        | 0.79 | 0.78 | 0.62  | 0.62 | 0.61 |
|                        | 0.78 | 0.77 | 0.60  | 0.61 | 0.59 |
|                        | 0.79 | 0.81 | 0.64  | 0.62 | 0.66 |
|                        | 0.78 | 0.78 | 0.61  | 0.61 | 0.61 |
| Suma                   | 9.29 | 9.29 | 7.19  | 7.20 | 7.20 |

|                                  |                 |  |                                      |               |
|----------------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|---------------|
| Media marginal de X              | $\bar{X} =$     | $\frac{\sum_{i=1}^{12} X_i}{12} =$                           | $\frac{9.30}{12} =$                  | 0.7742        |
| Media marginal de Y              | $\bar{Y} =$     | $\frac{\sum_{i=1}^{12} Y_i}{12} =$                           | $\frac{9.28}{12} =$                  | 0.7742        |
| Desviación típica marginal de X  | $\sigma_x =$    | $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} X_i^2}{12} - \bar{X}^2} =$      | $\sqrt{\frac{7.21}{12} - 0.77^2} =$  | 0.0161        |
| Desviación típica marginal de Y  | $\sigma_y =$    | $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} Y_i^2}{12} - \bar{Y}^2} =$      | $\sqrt{\frac{7.87}{12} - 0.77^2} =$  | 0.0189        |
| Covarianza                       | $\sigma_{xy} =$ | $\frac{\sum_{i=1}^{12} X_i * Y_i}{12} - \bar{X} * \bar{Y} =$ | $\frac{7.20}{12} - 0.775 * 0.773 =$  | 0.000241      |
| Coefficiente Correlación Pearson | $r =$           | $\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} =$                    | $\frac{0.000249}{0.0171 * 0.0191} =$ | <b>0.7939</b> |

### Confiabilidad para Índice de Avance Físico de Obra

|                                  |                        | Test   | Retest |
|----------------------------------|------------------------|--------|--------|
| Índice de Avance Físico (Test)   | Correlación de Pearson | 1      | ,794** |
|                                  | Sig. (bilateral)       |        | .002   |
|                                  | N                      | 12     | 12     |
| Índice de Avance Físico (Retest) | Correlación de Pearson | ,794** | 1      |
|                                  | Sig. (bilateral)       | .002   |        |
|                                  | N                      | 12     | 12     |

## Indicador 2: Índice de Desempeño del Cronograma

| Ficha de Registro   |                                    |                                    |         |   |       |              |
|---|------------------------------------|------------------------------------|---------|---|-------|--------------|
| Investigador  |                                    | Saulo Cárdenas Ortiz               |         | Tipo de Prueba  |       | Test         |
| Empresa Investigada   |                                    | LTA Ingenieros SAC                 |         |   |       |              |
| Motivo de Investigación   |                                    | Índice de Desempeño del Cronograma |         |   |       |              |
| Fecha de Inicio   |                                    | 03/09/2018                         |         | Fecha Final   |       | 15/09/2018   |
| Variable  | Indicador                          | Técnica                            | Medida  | Fórmula   |       |              |
| Proceso de Control de Obras   | Índice de Desempeño del Cronograma | Análisis de Datos                  | Unidad  | $SPI = \frac{EV}{PV}$ <p>SPI = Índice de Desempeño del Cronograma<br/>                     EV= Valor ganado<br/>                     PV = Valor planificado</p> |       |              |
| <p><b>EV:</b> Es el presupuesto acumulado para un % de avance real (este se calcula en base al registro del avance físico real y de los días consumidos).</p> <p><b>PV:</b> Es el presupuesto prorrateado acumulado para el avance planificado.</p> |                                    |                                    |         |   |       |              |
| N°  | Fecha                              | Id Partida                         | EV      | PV  | SPI   | Promedio SPI |
| 1   | 3/09/2018                          | 01.01.01                           | 4205.00 | 5437.50   | 0.773 | 0.80         |
|   |                                    | 01.01.02                           | 1290.50 | 1640.65   | 0.787 |              |
|   |                                    | 01.01.03                           | 2975.00 | 3541.67   | 0.840 |              |
| 2   | 4/09/2018                          | 01.01.01                           | 5075.00 | 6525.00   | 0.778 | 0.79         |
|   |                                    | 01.01.02                           | 1580.50 | 1968.78   | 0.803 |              |
|   |                                    | 01.01.03                           | 3350.00 | 4250.00   | 0.788 |              |
| 3   | 5/09/2018                          | 01.02.01                           | 1120.00 | 1440.00   | 0.778 | 0.76         |
|   |                                    | 01.02.02                           | 720.00  | 994.50  | 0.724 |              |
|   |                                    | 05.01.01                           | 24.00   | 31.20   | 0.769 |              |
|   |                                    | 05.01.02                           | 26.00   | 32.80   | 0.793 |              |
|   |                                    | 05.01.03                           | 104.00  | 124.80  | 0.833 |              |
|   |                                    | 05.01.05                           | 37.50   | 46.00   | 0.815 |              |
|   |                                    | 05.01.06                           | 897.00  | 1362.98   | 0.658 |              |
|   |                                    | 05.01.07                           | 181.35  | 211.76  | 0.856 |              |
|   |                                    | 05.01.08                           | 530.40  | 654.82  | 0.810 |              |
| 4   | 6/09/2018                          | 05.01.09                           | 60.00   | 105.09  | 0.571 | 0.79         |
|   |                                    | 01.02.01                           | 2368.00 | 2880.00   | 0.822 |              |
|   |                                    | 02.02.01                           | 150.00  | 198.25  | 0.757 |              |
|   |                                    | 02.02.02                           | 55.00   | 60.83   | 0.904 |              |
|   |                                    | 02.02.03                           | 200.00  | 266.67  | 0.750 |              |
|   |                                    | 05.01.01                           | 49.00   | 62.40   | 0.785 |              |
|   |                                    | 05.01.02                           | 56.00   | 65.60   | 0.854 |              |
|   |                                    | 05.01.03                           | 182.00  | 249.60  | 0.729 |              |
|   |                                    | 05.01.04                           | 21.20   | 28.16   | 0.753 |              |
| 5   | 7/09/2018                          | 05.01.05                           | 76.50   | 92.00   | 0.832 | 0.78         |
|   |                                    | 05.01.06                           | 2035.50 | 2725.96   | 0.747 |              |
|   |                                    | 01.02.01                           | 3488.00 | 4320.00   | 0.807 |              |
|   |                                    | 01.02.02                           | 2358.72 | 2983.50   | 0.791 |              |
|   |                                    | 02.02.01                           | 287.25  | 396.50  | 0.724 |              |
|   |                                    | 02.02.02                           | 115.00  | 121.67  | 0.945 |              |
|   |                                    | 02.02.03                           | 368.00  | 533.33  | 0.690 |              |
|   |                                    | 05.01.01                           | 79.00   | 93.60   | 0.844 |              |
|   |                                    | 05.01.02                           | 56.00   | 98.40   | 0.569 |              |
| 6   | 8/09/2018                          | 05.01.03                           | 306.80  | 374.40  | 0.819 | 0.74         |
|   |                                    | 05.01.04                           | 31.20   | 42.24   | 0.739 |              |
|   |                                    | 05.01.05                           | 116.63  | 138.00  | 0.845 |              |
|   |                                    | 01.02.01                           | 4928.00 | 5760.00   | 0.856 |              |
|   |                                    | 01.02.02                           | 3222.72 | 3978.00   | 0.810 |              |
|   |                                    | 02.02.01                           | 485.55  | 594.75  | 0.816 |              |
|   |                                    | 02.02.02                           | 130.80  | 182.50  | 0.717 |              |
|   |                                    | 02.02.03                           | 368.00  | 800.00  | 0.460 |              |

|    |            |          |          |             |             |      |
|----|------------|----------|----------|-------------|-------------|------|
|    |            | 05.01.01 | 109.00   | 124.80      | 0.873       |      |
|    |            | 05.01.02 | 79.00    | 131.20      | 0.602       |      |
|    |            | 05.01.03 | 431.60   | 499.20      | 0.865       |      |
|    |            | 05.01.05 | 156.63   | 184.00      | 0.851       |      |
|    |            | 05.01.06 | 3185.50  | 5451.92     | 0.584       |      |
| 7  | 10/09/2018 | 02.01.02 | 453.27   | 656.26      | 0.691       | 0.77 |
|    |            | 02.02.01 | 635.55   | 793.00      | 0.801       |      |
|    |            | 02.02.02 | 191.60   | 243.33      | 0.787       |      |
|    |            | 05.01.04 | 54.88    | 70.40       | 0.780       |      |
|    |            | 05.01.12 | 1769.00  | 2437.50     | 0.726       |      |
|    |            | 05.01.13 | 302.50   | 390.00      | 0.776       |      |
|    |            | 05.01.14 | 631.20   | 780.00      | 0.809       |      |
|    |            | 05.01.16 | 6874.70  | 8734.48     | 0.787       |      |
|    |            | 05.01.24 | 4177.25  | 5635.00     | 0.741       |      |
|    |            | 05.01.26 | 914.25   | 1125.00     | 0.813       |      |
| 8  | 11/09/2018 | 02.01.01 | 1870.5   | 2320        | 0.806       | 0.80 |
|    |            | 02.01.02 | 920.605  | 1312.520667 | 0.701       |      |
|    |            | 02.01.03 | 4014     | 4320        | 0.929       |      |
|    |            | 02.02.01 | 775.425  | 991.25      | 0.782       |      |
|    |            | 02.02.02 | 224.25   | 304.1666667 | 0.737       |      |
|    |            | 02.02.03 | 900.8    | 1333.333333 | 0.676       |      |
|    |            | 05.01.01 | 170.2    | 187.2       | 0.909       |      |
|    |            | 05.01.02 | 125.8    | 196.8       | 0.639       |      |
|    |            | 05.01.03 | 681.2    | 748.8       | 0.910       |      |
|    |            | 05.01.05 | 248.625  | 276         | 0.901       |      |
| 9  | 12/09/2018 | 02.01.01 | 2595.50  | 3480.00     | 0.746       | 0.79 |
|    |            | 02.01.03 | 6174.00  | 6480.00     | 0.953       |      |
|    |            | 02.02.02 | 254.75   | 365.00      | 0.698       |      |
|    |            | 02.02.03 | 1086.80  | 1600.00     | 0.679       |      |
|    |            | 05.01.02 | 149.30   | 229.60      | 0.650       |      |
|    |            | 05.01.03 | 806.00   | 873.60      | 0.923       |      |
|    |            | 05.01.04 | 79.52    | 98.56       | 0.807       |      |
|    |            | 05.01.05 | 278.00   | 322.00      | 0.863       |      |
| 10 | 13/09/2018 | 05.01.01 | 214.60   | 249.60      | 0.860       | 0.78 |
|    |            | 05.01.02 | 182.10   | 262.40      | 0.694       |      |
|    |            | 05.01.05 | 307.00   | 368.00      | 0.834       |      |
|    |            | 05.01.06 | 7969.73  | 10903.84    | 0.731       |      |
|    |            | 05.01.07 | 1393.88  | 1694.09     | 0.823       |      |
|    |            | 05.01.09 | 665.55   | 840.72      | 0.792       |      |
|    |            | 05.01.10 | 1166.27  | 1555.20     | 0.750       |      |
|    |            | 05.01.11 | 216.63   | 288.00      | 0.752       |      |
| 11 | 14/09/2018 | 05.01.18 | 14015.40 | 21150.00    | 0.663       | 0.79 |
|    |            | 05.01.19 | 1181.60  | 1670.40     | 0.707       |      |
|    |            | 05.01.20 | 13981.50 | 15962.40    | 0.876       |      |
|    |            | 05.01.22 | 838.85   | 1026.00     | 0.818       |      |
|    |            | 05.01.24 | 8759.24  | 10143.00    | 0.864       |      |
|    |            | 05.01.26 | 1577.33  | 2025.00     | 0.779       |      |
|    |            | 05.01.27 | 709.73   | 945.00      | 0.751       |      |
|    |            | 05.01.28 | 670.32   | 810.00      | 0.828       |      |
| 12 | 15/09/2018 | 05.01.18 | 14720.40 | 23500.00    | 0.626       | 0.78 |
|    |            | 05.01.19 | 1367.20  | 1856.00     | 0.737       |      |
|    |            | 05.01.20 | 15706.50 | 17736.00    | 0.886       |      |
|    |            | 05.01.23 | 7808.13  | 9180.00     | 0.851       |      |
|    |            | 05.01.24 | 9582.44  | 11270.00    | 0.850       |      |
|    |            | 05.01.25 | 1238.22  | 1645.00     | 0.753       |      |
|    |            | 05.01.26 | 1764.83  | 2250.00     | 0.784       |      |
|    |            | 05.01.27 | 797.23   | 1050.00     | 0.759       |      |
|    |            |          |          |             | <b>0.61</b> |      |

  
**LTA INGENIEROS SAC**  
 ING. JUAN DELGADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

| Ficha de Registro   |                                    |                                    |          |  |       |              |
|---|------------------------------------|------------------------------------|----------|--|-------|--------------|
| Investigador  |                                    | Saulo Cárdenas Ortiz               |          | Tipo de Prueba   |       | Re test      |
| Empresa Investigada   |                                    | LTA Ingenieros SAC                 |          |  |       |              |
| Motivo de Investigación   |                                    | Índice de Desempeño del Cronograma |          |  |       |              |
| Fecha de Inicio   |                                    | 17/09/2018                         |          | Fecha Final  |       | 29/09/2018   |
| Variable  | Indicador                          | Técnica                            | Medida   | Fórmula  |       |              |
| Proceso de Control de Obras   | Índice de Desempeño del Cronograma | Análisis de Datos                  | Unidad   | $SPI = \frac{EV}{PV}$ SPI = Índice de Desempeño del Cronograma<br>EV= Valor ganado<br>PV = Valor planificado |       |              |
| <p><b>EV:</b> Es el presupuesto acumulado para un % de avance real (este se calcula en base al registro del avance físico real y de los días consumidos).</p> <p><b>PV:</b> Es el presupuesto prorrateado acumulado para el avance planificado.</p> |                                    |                                    |          |  |       |              |
| N°  | Fecha                              | Id Partida                         | EV       | PV   | SPI   | Promedio SPI |
| 1   | 17/09/2018                         | 02.03.01                           | 1472.20  | 1873.19  | 0.786 | 0.79         |
|   |                                    | 03.02.01                           | 32.30    | 43.20  | 0.748 |              |
|   |                                    | 05.01.01                           | 290.00   | 343.20   | 0.845 |              |
|   |                                    | 05.01.03                           | 1079.62  | 1372.80  | 0.786 |              |
|   |                                    | 05.01.04                           | 124.08   | 154.88   | 0.801 |              |
| 2   | 18/09/2018                         | 02.03.01                           | 2179.40  | 2809.78  | 0.776 | 0.78         |
|   |                                    | 02.03.02                           | 411.72   | 555.19   | 0.742 |              |
|   |                                    | 03.02.01                           | 1185.29  | 1497.60  | 0.791 |              |
|   |                                    | 03.02.02                           | 134.64   | 168.96   | 0.797 |              |
| 3   | 19/09/2018                         | 03.02.03                           | 6419.17  | 7857.88  | 0.817 | 0.77         |
|   |                                    | 03.02.01                           | 97.85    | 129.60   | 0.755 |              |
|   |                                    | 03.02.03                           | 210.70   | 285.00   | 0.739 |              |
|   |                                    | 05.01.04                           | 145.24   | 183.04   | 0.793 |              |
|   |                                    | 05.01.09                           | 1059.90  | 1366.17  | 0.776 |              |
|   |                                    | 05.01.12                           | 4833.38  | 6337.50  | 0.763 |              |
|   |                                    | 05.01.16                           | 17036.56 | 22709.65   | 0.750 |              |
|   |                                    | 05.01.19                           | 1844.00  | 2412.80  | 0.764 |              |
|   |                                    | 05.01.21                           | 2465.63  | 3120.00  | 0.790 |              |
| 4   | 20/09/2018                         | 05.01.25                           | 1590.72  | 2138.50  | 0.744 | 0.77         |
|   |                                    | 05.01.27                           | 1063.93  | 1365.00  | 0.779 |              |
|   |                                    | 02.03.01                           | 3836.90  | 4682.97  | 0.819 |              |
|   |                                    | 02.03.02                           | 663.26   | 925.31   | 0.717 |              |
|   |                                    | 03.02.01                           | 141.05   | 172.80   | 0.816 |              |
|   |                                    | 03.02.02                           | 106.10   | 146.00   | 0.727 |              |
|   |                                    | 03.02.03                           | 305.70   | 380.00   | 0.804 |              |
|   |                                    | 03.02.04                           | 680.18   | 960.00   | 0.709 |              |
|   |                                    | 03.02.05                           | 232.14   | 320.00   | 0.725 |              |
| 5   | 21/09/2018                         | 05.01.02                           | 329.30   | 459.20   | 0.717 | 0.78         |
|   |                                    | 05.01.03                           | 1434.89  | 1747.20  | 0.821 |              |
|   |                                    | 05.01.04                           | 159.32   | 197.12   | 0.808 |              |
|   |                                    | 05.01.18                           | 4402.15  | 5619.56  | 0.783 |              |
|   |                                    | 05.01.19                           | 920.18   | 1200.00  | 0.767 |              |
|   |                                    | 05.01.21                           | 1486.89  | 1872.00  | 0.794 |              |
|   |                                    | 05.01.22                           | 5618.38  | 7312.50  | 0.768 |              |
|   |                                    | 05.01.23                           | 914.20   | 1170.00  | 0.781 |              |
|   |                                    | 05.01.24                           | 20256.56 | 26203.44   | 0.773 |              |
| 6   | 22/09/2018                         | 05.01.25                           | 2215.20  | 2784.00  | 0.796 | 0.75         |
|   |                                    | 05.01.26                           | 2814.80  | 3600.00  | 0.782 |              |
|   |                                    | 05.01.27                           | 1897.63  | 2467.50  | 0.769 |              |
|   |                                    | 05.01.28                           | 1225.21  | 1575.00  | 0.778 |              |
|   |                                    | 03.02.02                           | 164.40   | 219.00   | 0.751 |              |
|   |                                    | 03.02.04                           | 1092.98  | 1440.00  | 0.759 |              |
|   |                                    | 05.01.06                           | 15621.60 | 21807.68   | 0.716 |              |
|   |                                    | 05.01.09                           | 1250.04  | 1681.44  | 0.743 |              |
|   |                                    | 05.01.10                           | 2297.55  | 3110.40  | 0.739 |              |
|   |                                    | 05.01.12                           | 5905.88  | 7800.00  | 0.757 |              |

|    |            |          |          |          |       |      |
|----|------------|----------|----------|----------|-------|------|
|    |            | 05.01.13 | 963.20   | 1248.00  | 0.772 |      |
|    |            | 05.01.16 | 20992.56 | 27950.34 | 0.751 |      |
|    |            | 05.01.25 | 1997.50  | 2632.00  | 0.759 |      |
|    |            | 05.01.27 | 1277.71  | 1680.00  | 0.761 |      |
| 7  | 24/09/2018 | 02.03.01 | 6909.65  | 7492.75  | 0.922 | 0.78 |
|    |            | 02.03.02 | 1473.54  | 1480.50  | 0.995 |      |
|    |            | 03.01.01 | 754.00   | 1049.34  | 0.719 |      |
|    |            | 03.01.02 | 464.00   | 688.75   | 0.674 |      |
|    |            | 03.01.03 | 357.43   | 492.20   | 0.726 |      |
|    |            | 03.02.02 | 194.40   | 255.50   | 0.761 |      |
|    |            | 03.02.03 | 491.82   | 665.00   | 0.740 |      |
|    |            | 03.02.04 | 1223.38  | 1680.00  | 0.728 |      |
|    |            | 03.02.05 | 392.14   | 560.00   | 0.700 |      |
|    |            | 05.01.01 | 453.23   | 530.40   | 0.855 |      |
| 8  | 25/09/2018 | 05.01.03 | 1836.85  | 2246.40  | 0.818 | 0.79 |
|    |            | 05.01.04 | 199.96   | 253.44   | 0.789 |      |
|    |            | 05.01.10 | 2686.35  | 3499.20  | 0.768 |      |
|    |            | 05.01.11 | 513.02   | 648.00   | 0.792 |      |
|    |            | 05.01.17 | 3215.62  | 3745.02  | 0.859 |      |
|    |            | 05.01.19 | 2586.80  | 3340.80  | 0.774 |      |
|    |            | 05.01.22 | 1608.35  | 2052.00  | 0.784 |      |
|    |            | 05.01.24 | 15947.79 | 20286.00 | 0.786 |      |
| 9  | 26/09/2018 | 05.01.26 | 3172.95  | 4050.00  | 0.783 | 0.78 |
|    |            | 05.01.27 | 1433.46  | 1890.00  | 0.758 |      |
|    |            | 03.01.01 | 2286.51  | 3148.02  | 0.726 |      |
|    |            | 03.01.02 | 1546.43  | 2066.25  | 0.748 |      |
|    |            | 03.02.01 | 293.85   | 388.80   | 0.756 |      |
|    |            | 03.02.02 | 252.90   | 328.50   | 0.770 |      |
|    |            | 03.02.04 | 1636.18  | 2160.00  | 0.757 |      |
| 10 | 27/09/2018 | 03.02.05 | 530.14   | 720.00   | 0.736 | 0.76 |
|    |            | 05.01.01 | 524.43   | 592.80   | 0.885 |      |
|    |            | 05.01.03 | 1992.85  | 2371.20  | 0.840 |      |
|    |            | 03.01.01 | 3229.01  | 4197.36  | 0.769 |      |
|    |            | 03.01.02 | 2113.67  | 2755.00  | 0.767 |      |
|    |            | 04.01.03 | 1091.25  | 1416.65  | 0.770 |      |
|    |            | 05.01.04 | 210.52   | 281.60   | 0.748 |      |
| 11 | 28/09/2018 | 05.01.12 | 7368.38  | 9750.00  | 0.756 | 0.80 |
|    |            | 05.01.13 | 1197.20  | 1560.00  | 0.767 |      |
|    |            | 05.01.21 | 3673.55  | 4800.00  | 0.765 |      |
|    |            | 05.01.27 | 1631.21  | 2100.00  | 0.777 |      |
|    |            | 04.01.02 | 3919.44  | 5040.00  | 0.778 |      |
|    |            | 04.01.03 | 2174.25  | 2833.30  | 0.767 |      |
|    |            | 05.01.04 | 224.92   | 295.68   | 0.761 |      |
| 12 | 29/09/2018 | 05.01.05 | 727.26   | 966.00   | 0.753 | 0.77 |
|    |            | 05.01.10 | 4103.00  | 4082.40  | 1.005 |      |
|    |            | 05.01.13 | 1244.20  | 1638.00  | 0.760 |      |
|    |            | 05.01.21 | 3913.55  | 5040.00  | 0.776 |      |
|    |            | 05.01.25 | 2655.50  | 3454.50  | 0.769 |      |
|    |            | 04.01.02 | 5809.44  | 7560.00  | 0.768 |      |
|    |            | 05.01.04 | 241.72   | 309.76   | 0.780 |      |
|    |            | 05.01.09 | 1757.64  | 2311.98  | 0.760 |      |
|    |            | 05.01.12 | 8145.88  | 10725.00 | 0.760 |      |
|    |            | 05.01.13 | 1322.20  | 1716.00  | 0.771 |      |
|    |            | 05.01.18 | 39380.13 | 51700.00 | 0.762 |      |
|    |            | 05.01.21 | 4183.55  | 5280.00  | 0.792 |      |
|    |            | 05.01.25 | 2796.50  | 3619.00  | 0.773 |      |

LTA INGENIEROS SAC  
  
 ING. JOHN DELGADILLO MOSQUERA  
 Gerente General

Como se puede apreciar el valor calculado en una hoja de Excel es 0.758. No obstante, cabe indicar que el análisis de la confiabilidad según el SPSS 21 arroja el mismo resultado, lo que indica un nivel aceptable de confiabilidad.

| SPI                    |      |      |       |      |      |
|------------------------|------|------|-------|------|------|
|                        | Xi   | Yi   | Xi*Yi | Xi2  | Yi2  |
| Xi= Test<br>Yi= Retest | 0.80 | 0.79 | 0.63  | 0.64 | 0.62 |
|                        | 0.79 | 0.78 | 0.62  | 0.62 | 0.61 |
|                        | 0.76 | 0.77 | 0.59  | 0.58 | 0.59 |
|                        | 0.79 | 0.77 | 0.61  | 0.62 | 0.59 |
|                        | 0.78 | 0.78 | 0.61  | 0.61 | 0.61 |
|                        | 0.74 | 0.75 | 0.56  | 0.55 | 0.56 |
|                        | 0.77 | 0.78 | 0.60  | 0.59 | 0.61 |
|                        | 0.80 | 0.79 | 0.63  | 0.64 | 0.62 |
|                        | 0.79 | 0.78 | 0.62  | 0.62 | 0.61 |
|                        | 0.78 | 0.76 | 0.59  | 0.61 | 0.58 |
|                        | 0.79 | 0.80 | 0.63  | 0.62 | 0.64 |
|                        | 0.78 | 0.77 | 0.60  | 0.61 | 0.59 |
| Suma                   | 9.37 | 9.32 | 7.28  | 7.32 | 7.24 |

|                                  |                 |  |                                      |               |
|----------------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|---------------|
| Media marginal de X              | $\bar{X} =$     | $\frac{\sum_{i=1}^{12} X_i}{12} =$                           | $\frac{9.38}{12} =$                  | 0.7808        |
| Media marginal de Y              | $\bar{Y} =$     | $\frac{\sum_{i=1}^{12} Y_i}{12} =$                           | $\frac{9.31}{12} =$                  | 0.7767        |
| Desviación típica marginal de X  | $\sigma_x =$    | $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} X_i^2}{12} - \bar{X}^2} =$      | $\sqrt{\frac{7.34}{12} - 0.78^2} =$  | 0.0166        |
| Desviación típica marginal de Y  | $\sigma_y =$    | $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} Y_i^2}{12} - \bar{Y}^2} =$      | $\sqrt{\frac{7.23}{12} - 0.77^2} =$  | 0.0131        |
| Covarianza                       | $\sigma_{xy} =$ | $\frac{\sum_{i=1}^{12} X_i * Y_i}{12} - \bar{X} * \bar{Y} =$ | $\frac{7.28}{12} - 0.7819 * 0.776 =$ | 0.000161      |
| Coefficiente Correlación Pearson | $r =$           | $\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} =$                    | $\frac{0.000154}{0.0171 * 0.0118} =$ | <b>0.7412</b> |

### Confiabilidad para Índice de Desempeño del Cronograma

|  |                        | Test   | Retest |
|--|------------------------|--------|--------|
| Índice Desempeño del Cronograma (Test)   | Correlación de Pearson | 1      | ,741** |
|  | Sig. (bilateral)       |        | .004   |
|  | N                      | 12     | 12     |
| Índice Desempeño del Cronograma (Retest) | Correlación de Pearson | ,741** | 1      |
|  | Sig. (bilateral)       | .004   |        |
|  | N                      | 12     | 12     |

## Anexo 6: Validación del Instrumento

### Selección de la Metodología de Desarrollo

#### TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres del Experto: NARÍO VERA STEGO: WILSON RECARAC

Título y/o Grado:

|           |  |        |
|-----------|--|--------|
| Doctor () | Magister <input checked="" type="checkbox"/> | Otros: |
|-----------|--|--------|

Universidad donde labora: Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Norte

Fecha de Evaluación: 26/04/2018

#### TÍTULO DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA  
INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR

**Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

Mediante la tabla de evaluación de experto, usted tiene la facultad de calificar las metodologías involucradas en el desarrollo de software, mediante una serie de preguntas con escalas de 1 al 5, siendo 1 la de menor calificación y la 5 la de mayor calificación.

| Preguntas   | Metodologías |           |           |
|---|--------------|-----------|-----------|
|   | RUP          | XP        | SCRUM     |
| 1. Según Ud. Qué metodología sería la más adecuada de implementar para el desarrollo del producto.                                    | 4            | 4         | 5         |
| 2. Que metodología proporciona mayor visibilidad y transparencia del avance del trabajo del proyecto.                                 | 3            | 3         | 4         |
| 3. Qué metodología proporciona una manera más metódica y sistemática de diseñar, desarrollar e integrar los componentes del producto. | 4            | 3         | 4         |
| 4. Qué metodología es más flexible y adaptable a los cambios solicitados por el cliente.  | 4            | 3         | 5         |
| 5. Que metodología me permite mitigar mejor los riesgos en cada una de las etapas del proyecto.                                       | 4            | 4         | 5         |
| 6. Qué metodología me permite un desarrollo iterativo e incremental del producto a lo largo del proyecto.                             | 3            | 3         | 5         |
| 7. Qué metodología me permite tener una retroalimentación constante del cliente.  | 4            | 4         | 4         |
| 8. Qué metodología me permite gestionar mejor la documentación en cada una de las etapas del proyecto.                                | 4            | 4         | 5         |
| <b>Total</b>  | <b>30</b>    | <b>28</b> | <b>37</b> |

Observaciones y/o Sugerencias:

  
Firma del Experto

## TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

**Apellidos y Nombres del Experto:** VARGAS HUAMAN JHONATAN ISAAC

Título y/o Grado:

|            |  |        |
|------------|--|--------|
| Doctor ( ) | Magister <input checked="" type="checkbox"/> | Otros: |
|------------|--|--------|

**Universidad donde labora:** Universidad Cesar Vallejo – Sede Lima Norte

**Fecha de Evaluación:** 27/04/2018

### TÍTULO DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA  
INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR

**Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

Mediante la tabla de evaluación de experto, usted tiene la facultad de calificar las metodologías involucradas en el desarrollo de software, mediante una serie de preguntas con escalas de 1 al 5, siendo 1 la de menor calificación y la 5 la de mayor calificación.

| Preguntas   | Metodologías |    |       |
|---|--------------|----|-------|
|   | RUP          | XP | SCRUM |
| 1. Según Ud. Qué metodología sería la más adecuada de implementar para el desarrollo del producto.                                    | 3            | 4  | 5     |
| 2. Que metodología proporciona mayor visibilidad y transparencia del avance del trabajo del proyecto.                                 | 3            | 4  | 5     |
| 3. Qué metodología proporciona una manera más metódica y sistemática de diseñar, desarrollar e integrar los componentes del producto. | 5            | 3  | 5     |
| 4. Qué metodología es más flexible y adaptable a los cambios solicitados por el cliente.  | 3            | 5  | 5     |
| 5. Que metodología me permite mitigar mejor los riesgos en cada una de las etapas del proyecto.                                       | 3            | 3  | 5     |
| 6. Qué metodología me permite un desarrollo iterativo e incremental del producto a lo largo del proyecto.                             | 4            | 4  | 5     |
| 7. Qué metodología me permite tener una retroalimentación constante del cliente.  | 3            | 5  | 5     |
| 8. Qué metodología me permite gestionar mejor la documentación en cada una de las etapas del proyecto.                                | 5            | 3  | 5     |
| <b>Total</b>  |              |    |       |

Observaciones y/o Sugerencias:

  
 Firma del Experto

## TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y Nombres del Experto: Flores Masias, Edward José

Título y/o Grado:

|                  |              |        |
|------------------|--------------|--------|
| Doctor <i>EX</i> | Magister ( ) | Otros: |
|------------------|--------------|--------|

Universidad donde labora: Universidad Cesar Vallejo - Sede Lima Norte

Fecha de Evaluación: 11.5.18

### TÍTULO DE INVESTIGACIÓN

SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA  
INGENIEROS SAC - MAGDALENA DEL MAR

**Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

Mediante la tabla de evaluación de experto, usted tiene la facultad de calificar las metodologías involucradas en el desarrollo de software, mediante una serie de preguntas con escalas de 1 al 5, siendo 1 la de menor calificación y la 5 la de mayor calificación.

| Preguntas   | Metodologías |    |       |
|---|--------------|----|-------|
|   | RUP          | XP | SCRUM |
| 1. Según Ud. Qué metodología sería la más adecuada de implementar para el desarrollo del producto.                                    | 4            | 4  | 5     |
| 2. Que metodología proporciona mayor visibilidad y transparencia del avance del trabajo del proyecto.                                 | 5            | 4  | 4     |
| 3. Qué metodología proporciona una manera más metódica y sistemática de diseñar, desarrollar e integrar los componentes del producto. | 5            | 4  | 4     |
| 4. Qué metodología es más flexible y adaptable a los cambios solicitados por el cliente.  | 4            | 5  | 5     |
| 5. Que metodología me permite mitigar mejor los riesgos en cada una de las etapas del proyecto.                                       | 5            | 5  | 5     |
| 6. Qué metodología me permite un desarrollo iterativo e incremental del producto a lo largo del proyecto.                             | 4            | 5  | 5     |
| 7. Qué metodología me permite tener una retroalimentación constante del cliente.  | 4            | 5  | 5     |
| 8. Qué metodología me permite gestionar mejor la documentación en cada una de las etapas del proyecto.                                | 5            | 4  | 4     |
| <b>Total</b>  |              |    |       |

Observaciones y/o Sugerencias:

  
 Firma del Experto

## Validación del instrumento de Índice de Desempeño del Cronograma

### TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: MARÍN VERASTEGUI Wilson R.  
Grado Académico: Mgtr. Gestión + I.  
Fecha: 04/06/2018

- ✓ **Institución donde labora:** Universidad César Vallejo, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- ✓ **Nombre del motivo de la evaluación:** Ficha de Registro – Índice de Desempeño de Cronograma
- ✓ **Título de la Investigación:** SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR
- ✓ **Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

#### II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

| INDICADORES     | CRITERIOS  | Deficiente<br>0 – 20% | Regular<br>21 – 50% | Bueno<br>51 – 70% | Muy Bueno<br>71 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|-----------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| CLARIDAD        | Presenta un lenguaje apropiado                   |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| OBJETIVIDAD     | Expresa datos registrables                       |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| ORGANIZACIÓN    | Muestra los datos ordenados                      |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| SUFICIENCIA     | Presenta los datos necesarios para medir         |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para registrar datos                    |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| COHERENCIA      | Presenta coherencia en la información presentada |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| METODOLOGÍA     | Responde al propósito de la investigación        |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| PERTINENCIA     | Adecuado para el tipo de investigación           |                       |                     |                   |                       | 95                     |

III. **PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** 95

#### IV. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está su estructura.  
 El instrumento debe ser mejorado antes de su aplicación.

  
Firma del Experto

## TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: ARSDIEL CASTAÑEDA, H.  
 Grado Académico: DOCTOR  
 Fecha: 07/06/2018

- ✓ **Institución donde labora:** Universidad César Vallejo, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- ✓ **Nombre del motivo de la evaluación:** Ficha de Registro – Índice de Desempeño de Cronograma
- ✓ **Título de la Investigación:** SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR
- ✓ **Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

### II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

| INDICADORES     | CRITERIOS  | Deficiente<br>0 – 20% | Regular<br>21 – 50% | Bueno<br>51 – 70% | Muy Bueno<br>71 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|-----------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| CLARIDAD        | Presenta un lenguaje apropiado                   |                       |                     |                   | 73                    |                        |
| OBJETIVIDAD     | Expresa datos registrables                       |                       |                     |                   | 80                    |                        |
| ORGANIZACIÓN    | Muestra los datos ordenados                      |                       |                     |                   | 79                    |                        |
| SUFICIENCIA     | Presenta los datos necesarios para medir         |                       |                     |                   | 76                    |                        |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para registrar datos                    |                       |                     |                   | 80                    |                        |
| COHERENCIA      | Presenta coherencia en la información presentada |                       |                     |                   | 73                    |                        |
| METODOLOGÍA     | Responde al propósito de la investigación        |                       |                     |                   | 78                    |                        |
| PERTINENCIA     | Adecuado para el tipo de investigación           |                       |                     |                   | 76                    |                        |

III. **PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** 77

### IV. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- ( ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está su estructura.
- ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de su aplicación.

Arsdiel Castañeda, H.  
Firma del Experto

## TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

### I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: VALENZUELA ZEGARRA, ANSELMO  
 Grado Académico: MGI/ING SISTEMAS  
 Fecha: 02/06/2018

- ✓ **Institución donde labora:** Universidad César Vallejo, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- ✓ **Nombre del motivo de la evaluación:** Ficha de Registro – Índice de Desempeño de Cronograma
- ✓ **Título de la Investigación:** SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR
- ✓ **Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

### II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

| INDICADORES     | CRITERIOS  | Deficiente<br>0 – 20% | Regular<br>21 – 50% | Bueno<br>51 – 70% | Muy Bueno<br>71 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|-----------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| CLARIDAD        | Presenta un lenguaje apropiado                   |                       |                     |                   | 80%                   |                        |
| OBJETIVIDAD     | Expresa datos registrables                       |                       |                     |                   | 75%                   |                        |
| ORGANIZACIÓN    | Muestra los datos ordenados                      |                       |                     |                   | 80%                   |                        |
| SUFICIENCIA     | Presenta los datos necesarios para medir         |                       |                     |                   | 75%                   |                        |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para registrar datos                    |                       |                     |                   | 80%                   |                        |
| COHERENCIA      | Presenta coherencia en la información presentada |                       |                     |                   | 72%                   |                        |
| METODOLOGÍA     | Responde al propósito de la investigación        |                       |                     |                   | 78%                   |                        |
| PERTINENCIA     | Adecuado para el tipo de investigación           |                       |                     |                   | 80%                   |                        |

III. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 78%

### IV. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está su estructura.
- El instrumento debe ser mejorado antes de su aplicación.

  
 Firma del Experto  
Anselmo Valenzuela Zegarra  
 INGENIERO DE SISTEMAS  
 CIP. 121809

## Validación del instrumento de Índice de Avance Físico de Obra

### TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

#### V. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: ARSDIEL COSTANZA, Hilario  
 Grado Académico: INGENIERO  
 Fecha: 07/08/2018

- ✓ **Institución donde labora:** Universidad César Vallejo, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- ✓ **Nombre del motivo de la evaluación:** Ficha de Registro – Índice de Avance Físico de Obra
- ✓ **Título de la Investigación:** SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR
- ✓ **Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

#### VI. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

| INDICADORES     | CRITERIOS  | Deficiente<br>0 – 20% | Regular<br>21 – 50% | Bueno<br>51 – 70% | Muy Bueno<br>71 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|-----------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| CLARIDAD        | Presenta un lenguaje apropiado                   |                       |                     |                   | 79                    |                        |
| OBJETIVIDAD     | Expresa datos registrables                       |                       |                     |                   | 75                    |                        |
| ORGANIZACIÓN    | Muestra los datos ordenados                      |                       |                     |                   | 80                    |                        |
| SUFICIENCIA     | Presenta los datos necesarios para medir         |                       |                     |                   | 76                    |                        |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para registrar datos                    |                       |                     |                   | 75                    |                        |
| COHERENCIA      | Presenta coherencia en la información presentada |                       |                     |                   | 73                    |                        |
| METODOLOGÍA     | Responde al propósito de la investigación        |                       |                     |                   | 73                    |                        |
| PERTINENCIA     | Adecuado para el tipo de investigación           |                       |                     |                   | 75                    |                        |

VII. **PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** 76

#### VIII. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está su estructura.
- El instrumento debe ser mejorado antes de su aplicación.

  
 Firma del Experto

### TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

#### V. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: MARIN Verastegui Wilson R.  
 Grado Académico: Magr. Gestión T-I  
 Fecha: 04/06/08

- ✓ **Institución donde labora:** Universidad César Vallejo, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- ✓ **Nombre del motivo de la evaluación:** Ficha de Registro – Índice de Avance Físico de Obra
- ✓ **Título de la Investigación:** SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR
- ✓ **Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

#### VI. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

| INDICADORES     | CRITERIOS  | Deficiente<br>0 – 20% | Regular<br>21 – 50% | Bueno<br>51 – 70% | Muy Bueno<br>71 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|-----------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| CLARIDAD        | Presenta un lenguaje apropiado                   |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| OBJETIVIDAD     | Expresa datos registrables                       |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| ORGANIZACIÓN    | Muestra los datos ordenados                      |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| SUFICIENCIA     | Presenta los datos necesarios para medir         |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para registrar datos                    |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| COHERENCIA      | Presenta coherencia en la información presentada |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| METODOLOGÍA     | Responde al propósito de la investigación        |                       |                     |                   |                       | 95                     |
| PERTINENCIA     | Adecuado para el tipo de investigación           |                       |                     |                   |                       | 95                     |

VII. **PROMEDIO DE VALIDACIÓN:** 95

#### VIII. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- ( ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está su estructura.
- ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de su aplicación.

  
 Firma del Experto

## TABLA DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS

### V. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: VALENZUELA ZEGARRA, ANSELMO.  
 Grado Académico: INGENIERO DE SISTEMAS.  
 Fecha: 02/06/2018

- ✓ **Institución donde labora:** Universidad César Vallejo, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- ✓ **Nombre del motivo de la evaluación:** Ficha de Registro – Índice de Avance Físico de Obra
- ✓ **Título de la Investigación:** APLICACIÓN WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR
- ✓ **Autor:** Saulo Josué Cárdenas Ortiz

### VI. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

| INDICADORES     | CRITERIOS  | Deficiente<br>0 – 20% | Regular<br>21 – 50% | Bueno<br>51 – 70% | Muy Bueno<br>71 – 80% | Excelente<br>81 – 100% |
|-----------------|--|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
| CLARIDAD        | Presenta un lenguaje apropiado                   |                       |                     |                   | 70%                   |                        |
| OBJETIVIDAD     | Expresa datos registrables                       |                       |                     |                   | 78%                   |                        |
| ORGANIZACIÓN    | Muestra los datos ordenados                      |                       |                     |                   | 78%                   |                        |
| SUFICIENCIA     | Presenta los datos necesarios para medir         |                       |                     |                   | 72%                   |                        |
| INTENCIONALIDAD | Adecuado para registrar datos                    |                       |                     |                   | 78%                   |                        |
| COHERENCIA      | Presenta coherencia en la información presentada |                       |                     |                   | 74%                   |                        |
| METODOLOGÍA     | Responde al propósito de la investigación        |                       |                     |                   | 79%                   |                        |
| PERTINENCIA     | Adecuado para el tipo de investigación           |                       |                     |                   | 80%                   |                        |

VII. PROMEDIO DE VALIDACIÓN: 77%

### VIII. OPCIÓN DE APLICABILIDAD

- ( ) El instrumento puede ser aplicado, tal como está su estructura.
- ( ) El instrumento debe ser mejorado antes de su aplicación.

  
 .....Firma del Experto.....  
 Anselmo Valenzuela Zegarra  
 INGENIERO DE SISTEMAS  
 CIP. 121869

## Anexo 7: Entrevista

### ENTREVISTA AL REPRESENTANTE DEL NEGOCIO

|   |   |              |                 |
|---|---|--------------|-----------------|
| <b>Título</b>   | Levantamiento de Información para Identificación de Necesidades |              |                 |
| <b>Entrevistado</b>   | Ing. Jhon Delgadillo Mosquera                                   | <b>Cargo</b> | Gerente General |
| <b>Empresa</b>  | LTA Ingenieros SAC  | <b>RUC</b>   | 20518891261     |
| <b>Dirección</b>  | Av. Javier Prado Oeste Nro. 757 Oficina 806 – Magdalena del Mar |              |                 |
| <b>Entrevistador</b>  | Saulo Josué Cárdenas Ortiz                                      | <b>Fecha</b> | 31-03-2018      |
| <b>Tipo</b>   | Personal / Presencial   |              |                 |
| <b>Preguntas</b>  |   |              |                 |
| <b>1. ¿Cuál ha sido la trayectoria de LTA Ingenieros SAC como empresa en el sector de construcción civil hasta el día de hoy?</b>   |   |              |                 |
| <p><i>LTA Ingenieros SAC se fundó el 14 de abril del 2008, a la fecha tiene 10 años de servicio en el rubro de construcción civil y desde aquel entonces, viene realizando distintos proyectos a nivel nacional en edificaciones integrales, oficinas, centros comerciales y construcciones de todo nivel. Para beneficio nuestro, el sector al cual pertenecemos cuenta con una gran demanda laboral por lo que nunca faltaron proyectos en nuestra cartera corporativa, sin embargo, el rubro es bastante competitivo, actualmente existen varias empresas constructoras en el mercado a fin de competir con todas las armas posibles en las distintas licitaciones distritales, provinciales, departamentales y regionales. LTA ingenieros SAC ha sabido competir en este sector, hemos perdido proyectos, pero también hemos ganado frente a grandes empresas establecidas en el sector, dado que contamos con un gran grupo de profesionales con experiencia en la elaboración, ejecución, supervisión y gerencia de proyectos. Sin embargo, somos conscientes que esto no es del todo suficiente y que debemos de optar por estrategias que nos hagan aún más competitivos.</i></p> |   |              |                 |
| <b>2. ¿Cuáles son los principales procesos de negocio que han permitido que LTA Ingenieros SAC se desarrolle en el rubro de construcción civil?</b>   |   |              |                 |
| <p><i>LTA Ingenieros SAC como toda empresa del rubro de construcción civil, cuenta con procesos clave como: el proceso logístico, encargado de la gestión de proveedores, abastecimiento, distribución y utilización de materiales en las obras. Asimismo, está el proceso de inspecciones y supervisión de obras, encargado de dar seguimiento al avance conforme a los hitos y los tiempos establecidos en el contrato, asegurando la calidad del trabajo, cumplimiento de normativas y políticas internas, así como la gestión oportuna de recursos y solicitudes de requerimientos. De igual forma se tiene el proceso de gestión integral de las obras en sí, que comprende etapas desde la planificación del proyecto hasta el cierre y entrega del mismo. Básicamente estos tres procesos conforman el core del desarrollo del negocio y de ejecutarse correctamente de forma eficaz y eficiente darían al negocio las herramientas necesarias para lograr el éxito en un mercado tan competitivo como el actual.</i></p>  |   |              |                 |
| <b>3. De los procesos mencionados ¿Cuál es el proceso de negocio más crítico que posee la mayor cantidad de problemas y/o dificultades que podrían ser obstáculos para el éxito de LTA Ingenieros SAC?</b>  |   |              |                 |
| <p><i>Actualmente tenemos algunas deficiencias con el proceso de inspección y supervisión de obras; problemas que se ven reflejados o causan efecto en las entregas de nuestros proyectos y en nuestros balances de costo presupuestal. Este proceso es de vital importancia puesto que garantiza el cumplimiento de las fechas, el avance oportuno y la calidad del trabajo, sin embargo, al presentar inconvenientes que obstaculizan el correcto desempeño de este proceso, se ve afectada notablemente la confiabilidad de nuestro servicio y por ende la fidelización de nuestros clientes, lo que impacta directamente a nuestra cartera de obras.</i></p>  |   |              |                 |

**4. De la respuesta anterior ¿Cómo se desarrolla este proceso crítico actualmente? ¿Cuáles son las actividades y los actores involucrados?**

*Actualmente el proceso comprende a los siguientes involucrados: el supervisor o inspector de obra, encargado o responsable directo de toda la ejecución del proceso y los operarios, quienes son los supervisados y cuyo trabajo es inspeccionado y controlado. El proceso en sí comprende las siguientes actividades del lado del supervisor quien cumple el papel de auditor interno: es encargado de dar seguimiento de los avances del proyecto conforme al plan o cronograma de actividades establecido, asimismo, debe informar los incumplimientos de hitos a tiempo y ver la forma de aplicar medidas de contingencia frente a retrasos de actividades, asimismo, debe velar por el cumplimiento de las políticas o estándares de calidad en el trabajo de los operarios, por lo que se requiere que sea especialista en temas de construcción civil y edificaciones de todo nivel, debe garantizar que el trabajo realizado es de calidad además de velar por el cumplimiento de las normativas y políticas de seguridad y defensa civil mínimas requeridas para evitar sanciones por grupos auditores externos; es también encargado de velar por la gestión oportuna de abastecimiento de material en las obras asignadas conforme a los requerimientos presentados, además de gestionar los recursos y de informar oportunamente cualquier situación y/o eventualidad suscitada en las obras.*

**5. ¿Cuáles son los problemas y/o dificultades que acontece este proceso crítico?**

*Lastimosamente, nuestro proceso de inspección y supervisión de obras no es del todo eficiente, dado que tenemos desde hace ya más de un año y medio, problemas con el cumplimiento de las fechas de entrega, debido a retrasos en los hitos que ocasionan que re-planifiquemos las fechas comprometidas con el cliente y que se encuentran estipuladas en los contratos, asimismo tenemos el problema de descuadre en los presupuestos establecidos para las obras, es decir, en varias ocasiones terminamos gastando más de lo presupuestado en los proyectos por razones que muchas veces no son del todo claras, y por ende, el beneficio o ganancia obtenida por la licitación es muy poca o casi nada. Considero a este proceso bastante crítico para el negocio y el que hoy en día nos está causando más problemas.*

**6. ¿Cuáles cree Ud. que son las causas fundamentales para cada uno de los problemas y/o dificultades que acontece este proceso?**

*Hemos investigado y/o analizado algunas situaciones, y lo que encuentro yo como causas fundamentales para el primer problema son: la muy deficiente comunicación de solicitudes de requerimientos de material, muchas veces esta información no llega oportunamente a nuestras oficinas centrales, causando una gestión tardía de abastecimiento y por consiguiente que las obras paralicen labores hasta que el material llegue a las instalaciones del proyecto. Asimismo, no hay una supervisión eficiente del cumplimiento de normativas y/o políticas de seguridad, dado que hemos venido presenciando continuos accidentes por lado de nuestro personal operario en obras y que nos han obligado a inhabilitarlos para gestionar reemplazos, ello debido a que no se pudo prevenir con anticipación estos riesgos en el trabajo. De igual forma, muchas veces requerimos por varias razones contratar recursos durante la ejecución de las obras a fin de agilizar el trabajo, parcializar la carga, cumplir con los hitos, pero nuestra gestión de adquisición de recursos es bastante tardía por que las solicitudes de operarios tampoco llegan a tiempo a nuestras oficinas.*

*Para el segundo problema, se identificó como causa el bajo control que tenemos para el uso adecuado de los materiales, muchas veces utilizan el material en hitos o avances que no corresponden, generando pérdida de insumos.*

*Asimismo, no hay un control exhaustivo de la calidad del trabajo o las entregas, lo que conlleva a rechazos por lado del cliente o por lado de su grupo auditor externo. Todo esto impacta notablemente en los costos del proyecto.*

**7. ¿Qué medidas de acción ha tomado la empresa frente a estos problemas y/o dificultades?**

*Lastimosamente, no hemos tomado una medida de acción certera, esporádicamente tratamos de ver la manera de controlar estas situaciones, pero no llegan a ser del todo exitosas, dado que en nuestros informes se siguen presentando los incumplimientos de fechas de entrega y los sobre costos de proyectos. Esto debido a la gran demanda en cantidad de proyectos que tenemos casi siempre en cartera y que no nos da el tiempo necesario para ver otras opciones de solución o medidas a tomar, y en lugar de ello, nos enfocamos más en avanzar con el trabajo que tenemos pendiente y cumplir con los compromisos pactados con el cliente de cualquier manera posible y con los recursos humanos, económicos, financieros que poseemos de momento. Soy consciente que es un error, dado que debemos de ver la forma de solucionar los problemas de raíz.*

**8. ¿Qué cree Ud. que sucedería con LTA Ingenieros SAC en el sector de construcción civil si no se llegaran a solucionar estos problemas y/o dificultades?**

*Aunque no sucede con todos los proyectos que tenemos en cartera, es decir, de 5 obras ejecutadas, 3 presentan los inconvenientes descritos anteriormente; igual es una cantidad considerable de alto impacto en el negocio. Por consiguiente, de seguir presentándose estas situaciones, obviamente conllevaría a construir innecesariamente una mala imagen de nuestra empresa frente a la cartera de clientes que tenemos, disminuyendo la fidelización de los mismos con nuestro servicio, y esto bajaría notablemente el porcentaje de éxito de nuestras licitaciones ganadas ya que las entidades públicas o privadas no desearían trabajar con nosotros, en efecto esto causaría la inestabilidad del negocio, con pocas posibilidades de subsistir y permanecer en un mercado tan competitivo como es el de construcción civil en el Perú.*

LTA INGENIEROS SAC

  
-----  
ING. JOHN DELGADILLO MOSQUERA  
Gerente General  
LTA Ingenieros SAC

## Anexo 8: Carta de aprobación de la empresa

### CARTA DE PRESENTACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS SAC EN MAGDALENA DEL MAR

Lima, 10 de mayo de 2018

LTA Ingenieros SAC

Av. Javier Prado Oeste Nro. 757 Oficina 806

Magdalena del Mar, Lima, Perú

Estimado Sr. Jhon Delgadillo Mosquera,

Mediante la presente me es grato saludarlo y a su vez presentarme. Mi nombre es Saulo Josué Cárdenas Ortiz, que en calidad de alumno de IX ciclo de la Universidad Cesar Vallejo, de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas identificado con código de matrícula 6700228708.

Asimismo, pido su autorización para poder realizar mi proyecto de investigación en su organización, con la finalidad de poder aplicar mis conocimientos adquiridos en la universidad y brindar una adecuada solución frente a la problemática encontrada luego de la entrevista.

Atentamente,



Saulo Cárdenas Ortiz

LTA INGENIEROS SAC



ING. JHON DELGADILLO MOSQUERA  
Gerente General

Sr. Jhon Delgadillo Mosquera

## Anexo 9: Acta de implementación del Sistema Web



**LTA Ingenieros SAC**

**ACTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL “SISTEMA WEB PARA EL  
PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA INGENIEROS  
SAC”**

Lima, 11 de junio de 2019

Estimados señores:

El que suscribe, en representación de LTA Ingenieros SAC identificado con número de RUC 20518891261, deja constancia que el Sr. Saulo Josué Cárdenas Ortiz, identificado con D.N.I. 46426799, ha implementado un Sistema web para el proceso de control de obras en nuestra empresa LTA Ingenieros S.A.C, basado en los requerimientos funcionales, especificados por las áreas correspondientes.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado para los fines estime conveniente.

LTA INGENIEROS SAC

ING. JOHN DELGADILLO MOSQUERA  
Gerente General

Ing. John Delgadillo Mosquera

|  |   |                          |
|--|---|--------------------------|
|  <b>UCV</b><br>UNIVERSIDAD<br>CÉSAR VALLEJO | <b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE<br/>         TESIS</b> | Código : F06-PP-PR-02.02 |
|  |   | Versión : 09             |
|  |   | Fecha : 23-03-2018       |
|  |   | Página : 1 de 1          |

Yo, Iván Martín Pérez Farfán, docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad César Vallejo Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

"Sistema Web para el Proceso de Control de Obras en LTA Ingenieros SAC – Magdalena del Mar", del (de la) estudiante: Saulo Josué Cárdenas Ortiz constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha..... Lima , 18 de Julio del 2019



Firma

Iván Martín Pérez Farfán

DNI: 08647541

|         |                            |        |                       |        |                                 |
|---------|----------------------------|--------|-----------------------|--------|---------------------------------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante del SGC | Aprobó | Vicerrectorado de Investigación |
|---------|----------------------------|--------|-----------------------|--------|---------------------------------|

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN  
LÍNEA INGENIEROS S.A.C. – MAGDALENA DEL MAR

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:

CARDENAS ORTIZ SAULO JOSUE

ASESOR:

MG. IVÁN MARTÍN PÉREZ FARFÁN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

LIMA – PERÚ

2019

**Resumen de coincidencias** X

26 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

|   |   |      |
|---|---|------|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe                            | 12 % |
| 2 | Entregado a Universida...<br>Título de estudiante | 5 %  |
| 3 | www.scrumstudy.com                                | 3 %  |
| 4 | es.scribd.com                                     | 1 %  |
| 5 | docplayer.es                                      | 1 %  |
| 6 | repositorio.upn.edu.pe                            | <1 % |



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Saulo Josué Cárdenas Ortiz

D.N.I. : 46426799

Domicilio : C/le. Cafetos 155 Urb. José Gálvez

Teléfono : Fijo : ..... Móvil : 990094460

E-mail : saulo.cardenaso@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería de Sistemas

Carrera : Ingeniería de Sistemas

Título : Ingeniero de Sistemas

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado : .....

Mención : .....

Doctorado

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Saulo Josué Cárdenas Ortiz

Título de la tesis:

Sistema Web para el Proceso de Control de Obras en LTA Ingenieros SAC,  
Magdalena del Mar

Año de publicación : 2020

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma : 

Fecha : 07/02/2020



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

**LA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE  
SISTEMAS**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**SAULO JOSUÉ CÁRDENAS ORTIZ**

INFORME TÍTULADO:

**SISTEMA WEB PARA EL PROCESO DE CONTROL DE OBRAS EN LTA  
INGENIEROS SAC – MAGDALENA DEL MAR**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

**INGENIERO DE SISTEMAS**

SUSTENTO EN FECHA: 18 – 07 – 2019

NOTA O MENCIÓN: 16



**M.P. Iván Martín Perez Farfán**  
Encargado de la Investigación